

Omer Kovač, Jadranka Vujica, Ilinka Mišić

ISSN 0350-350X

GOMABN 51, 3, 251-260

Izlaganje sa znanstvenog skupa

ISPITIVANJA MOTORNOG ULJA ZA PUTNIČKE AUTOMOBILE – TEST 100 000 km

Sažetak

U sklopu razvoja motornih ulja neophodno je provođenje ispitivanja na motorima, u motornom laboratoriju i u samoj eksploataciji. Razvojni projekt motornog ulja za putničke automobile kod kojih je propisan limitirani kemijski sastav obuhvatio je i provođenje putnog testa u trajanju od 100 000 km. U 2010. godini ovaj test je proveden na vozilu GOLF 5, 1,9 TDI uz korištenje goriva koja se prodaju u BiH i susjednim zemljama. Prema propisanoj proceduri za putna ispitivanja ocijenjena je promjena fizikalno-kemijskih karakteristika ulja. Osim toga, u ulju su kontrolirani metali trošenja (željezo, krom, bakar, olovo i aluminij). Nakon završenog testa demontiran je motor i ocijenjeno je stanje vitalnih dijelova. Rezultati ispitivanja su pokazali izvanrednu zaštitu motora pri podmazivanju uljem nove generacije s limitiranim kemijskim sastavom.

Ključne riječi: motorno ulje za putničke automobile, ulje niskog sadržaja SAPS, eksploatacijsko ispitivanje

EVALUATION OF ENGINE OIL FOR PASSENGER CARS – 100 000 km TEST

Abstract

Engine oil development request conducting engine tests, as in the motor laboratory, and also in the exploration. The development project of engine oil with limited chemical composition for passenger cars include the implementation of the road test for a period of 100.000km. In the year 2010, this test is performed on the vehicle GOLF 5, 1.9 TDI with the use of fuels that are sold in Bosnia and neighboring countries. According to the prescribed procedure for the road test we monitored changes of physical - chemical properties of oil. The wear metals (iron, chromium, copper, lead and aluminum) in oil are also controlled. Upon completion of the test engine was dismantled and carried out the assessment of vital parts. The results showed an excellent engine protection and lubricated with oil of new generation with limited chemical composition.

Key words: engine oil, low SAPS oil, testing in exploitation

Uvod

Posljednjih godina glavne odrednice pri razvoju motora i motornih ulja su pooštreni zahtjevi o emisiji ispušnih plinova, uz istovremeno ispunjenje zahtjeva o vrhunskoj kvaliteti motornih ulja, kojim se osigurava kvalitetno podmazivanje u dugim intervalima primjene. Rafinerija ulja Modriča je razvila nekoliko motornih ulja različitih namjena, koja ispunjavaju navedene zahtjeve. Imajući u vidu da se na našem tržištu nalazi veliki broj vozila iz grupe VW, Rafinerija ulja Modriča je razvila motorno ulje koje u potpunosti ispunjava zahtjeve specifikacije VW 504 00/507 00.

Tablica 1: Osnovne fizikalno-kemijske karakteristike i specifikacije ispitivanog ulja

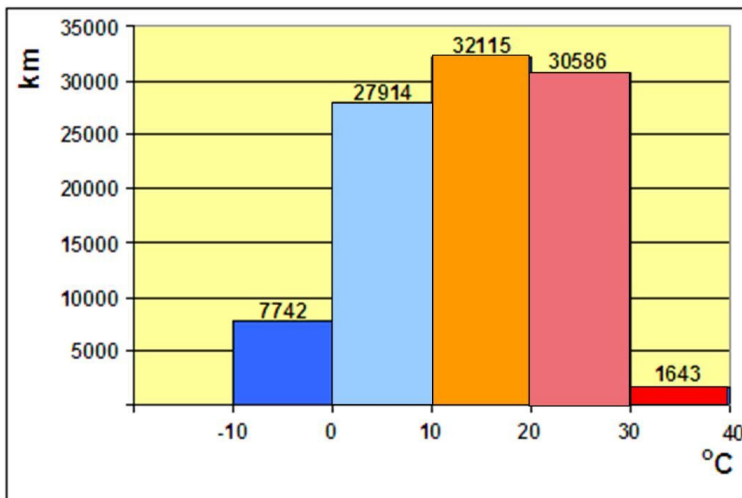
Karakteristika	Jedinica	Metoda	Tipična vrijednost
Viskoznost kod 40 °C	mm ² /s	BAS ISO 3104	73,66
Viskoznost kod 100 °C	mm ² /s	BAS ISO 3104	12,17
Indeks viskoznosti	-	BAS ISO 2909	163
TBN	mgKOH/g	BAS ISO 3771	6,07
TAN	mgKOH/g	ASTM D	1,75
Noack	%	DIN 51581	5,54
Točka paljenja	°C	ISO 2592	248
Točka tečenja	°C	BAS ISO 3016	- 32
Gustoća 15 °C	kg/m ³	ASTM D 5002	849,5
Viskoznost kod niskih temp.(CCS)-30 °C	mPas	ASTM D 5293	5980
Boja	astm	BAS ISO 2049	L 3,5
Pjenjenje, maks. Faza I, 24 °C Faza II, 94 °C Faza III, 24 °C	ml	ASTM D 892	0/0 5/0 0/0
Sadržaj metala :			
Zn	%	ASTM D 5863	0,05
Ca			0,13
Sulfatni pepeo	%	BAS ISO 3987	0,59
Sumpor	%	ASTM D 64814	0,204
Fosfor	%	ASTM D 64814	0.056
Smična stabilnost nakon 30 ciklusa (promjena viskoznosti na 100 °C)	% (mm ² /s)	DIN 51382	0,24 (12,14)
Smična stabilnost nakon 90 ciklusa (promjena viskoznosti na 100 °C)	% (mm ² /s)	DIN 51382	0,82 (12,07)
Test istrošenja 40 kg	mm	ASTM D 2266	0,40
Specifikacije		ACEA A3/B4-04 MB 229.51 VW 504 00 VW 507 00 BMW LL-04	

Ovo motorno ulje može se koristiti za sve tipove benzinskih i dizelovih motora kod kojih je preporučena ova razina kvalitete, a također i za motore drugih proizvođača, kao što je MB, BMW i dr. Testirano motorno ulje karakterizira limitirani kemijski sastav izražen preko smanjenog SAPS-a (sulfatni pepeo, fosfor, sumpor) i može se bez ikakvih ograničenja koristiti kod vozila koja imaju DPF-filtre. Razina kvalitete testiranog motornog ulja kao i osnovne fizikalno-kemijske karakteristike prikazane su u tablici 1.

Eksploatacijsko ispitivanje

U sklopu razvoja ovog motornog ulja izvršeno je eksploatacijsko ispitivanje. Test je obavljen za godinu dana, a automobil je prešao 100000 km. Testiranje je obavljeno u tri ciklusa i to 15000 km, 30000 km i 50000 km bez zamjene ulja. Ispitivanje je provedeno na vozilu Golf 5 1.9TDI. Za vrijeme testa registrirani su svi uvjeti vožnje. Najveći dio je bila vožnja na autocesti (51 %) i regionalnom putu (46 %). Temperaturni uvjeti vožnje prikazani su na slici 1.

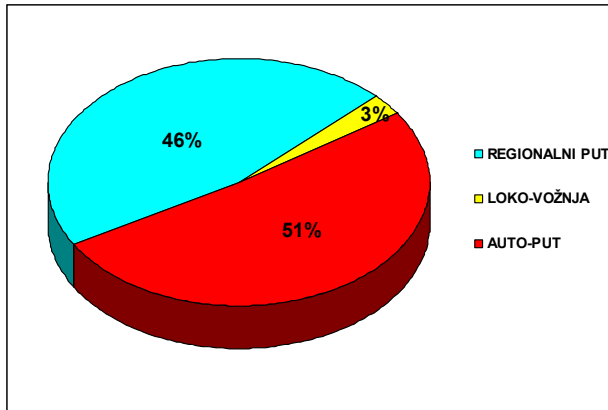
Slika 1: Temperaturni uvjeti vožnje



Uzorci ulja su ispitivani u laboratoriju Rafinerije ulja Modriča koji je akreditiran prema standardu ISO 17025. Programom ispitivanja su predviđene sljedeće grupe ispitivanja:

- utvrđivanje fizikalno-kemijskih karakteristika ulja bitnih za ocjenu učinkovitosti ulja u eksploataciji,
- spektro-fotometrijska ispitivanja kemijskih promjena ulja (oksidacija, nitratacija, sulfatacija, količina čađi i dr.)
- utvrđivanje količine metala trošenja (Fe, Cr, Pb i Cu).

Slika 2: Uvjeti vožnje



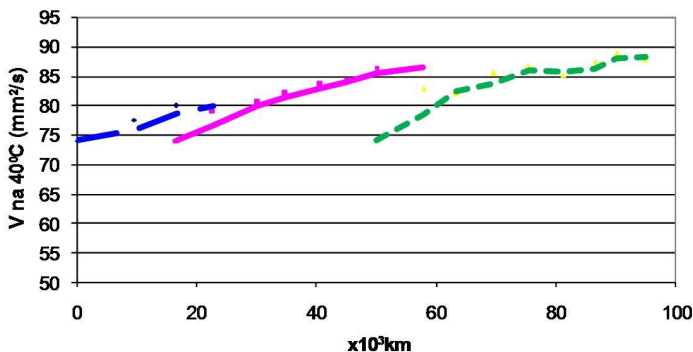
Rezultati ispitivanja i diskusija

Kinematička viskoznost

Prilikom primjene motornih ulja često dolazi do promjene viskoznosti koja može biti izazvana različitim djelovanjem. Tijekom eksploatacije događaju se promjene povećanja vrijednosti viskoznosti, a isto tako dolazi i do pada viskoznosti. Ukoliko dolazi do pada vrijednosti viskoznosti, mogući razlozi su:

- razrjeđenje motornog ulja gorivom zbog nepodešenosti sustava za ubrzigavanje ili zbog povećanih zazora u području klipnih prstenova,
- destrukcija upotrijebljenog improvera viskoznosti zbog djelovanja mehaničkih sila

Slika 3: Vrijednost viskoznosti kod 40 °C

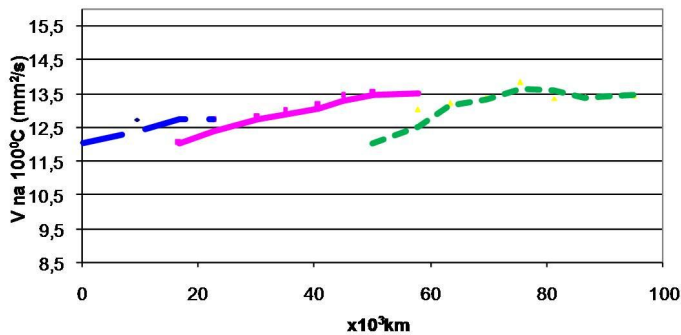


Ukoliko dolazi do povećanja viskoznosti, najčešći razlozi su:

- prisutnost povećane količine čađe u motornom ulju
- oksidacija i polimerizacija pojedinih ugljikovodičnih struktura prisutnih u ulju.

Vrijednosti viskoznosti kod 40 °C i 100 °C su prikazane na slikama 3 i 4. Tijekom testa došlo je do povećanja vrijednosti viskoznosti zbog zgušnjavanja ulja izazvanog prisutnošću čađe u motornom ulju.

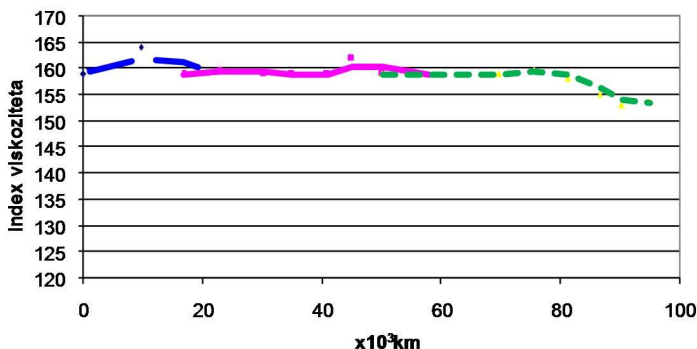
Slika 4: Vrijednost viskoznosti kod 100 °C



Indeks viskoznosti

Indeks viskoznosti je karakteristika preko koje se utvrđuje promjena viskoznosti s promjenom temperature. Na slici 5 prikazane su vrijednosti indeksa viskoznosti. Analizom rezultata je zaključeno da nije došlo do značajnih promjena indeksa viskoznosti niti do pada njegove vrijednosti, što ukazuje na postojanost improvera u ulju kod kojega se prilikom eksploatacije nije dogodila značajna mehanička destrukcija.

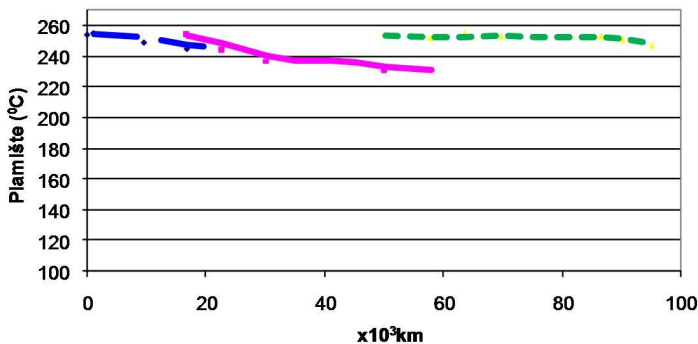
Slika 5: Indeks viskoznosti



Plamište

Tijekom procesa podmazivanja gorivo dospijeva u mazivo. Određena količina ostaje u ulju, što dovodi do smanjenja viskoznosti i vrijednosti plamišta. Veliki pad vrijednosti plamišta ukazuje na loš rad sustava za ubrizgavanje goriva. Na slici 6 je prikazana promjena plamišta tijekom testa. Promjene su neznatne i kreću se u dopuštenim granicama.

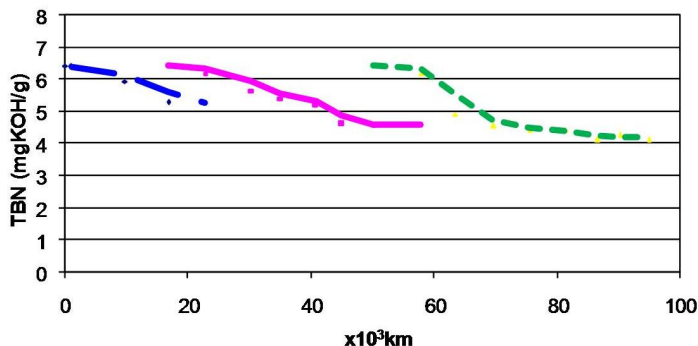
Slika 6: Vrijednost plamišta



TBN (Total base number)

Kod motornih ulja jedna od bitnih osobina je rezervna alkalnost preko koje se osigurava zaštita motora od utjecaja različitih korozivnih produkata nastalih u procesu izgaranja goriva, kao i od produkata nastalih procesom oksidacije i nitracije. Vrijednost TBN-a prikazane na slici 7 pokazuju da se izmjerene vrijednosti nalaze daleko iznad dopuštenih vrijednosti koja se kod većine velikih proizvođača motora uzima kao polovica početne vrijednosti TBN-a preporučenog motornog ulja.

Slika 7: Vrijednosti TBN-a

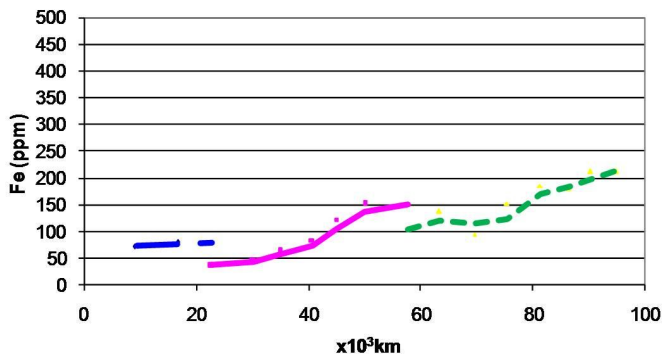


Metali trošenja

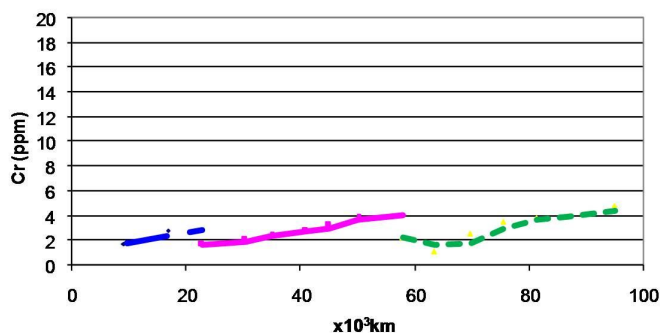
U sklopu ispitivanja metala habanja izvršeno je određivanje količine prisutnog željeza (Fe), kroma (Cr), bakra (Cu) i olova (Pb).

Na slikama 8, 9, 10 i 11 prikazane su vrijednosti trošenja. Sve vrijednosti metala su daleko ispod dopuštenih granica što ukazuje na dobru antitrošeću zaštitu koju pruža korišteno motorno ulje.

Slika 8: Vrijednosti željeza



Slika 9: Vrijednosti kroma

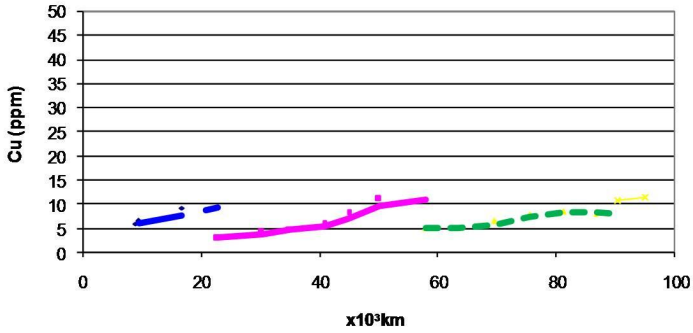


Kemijske promjene ulja

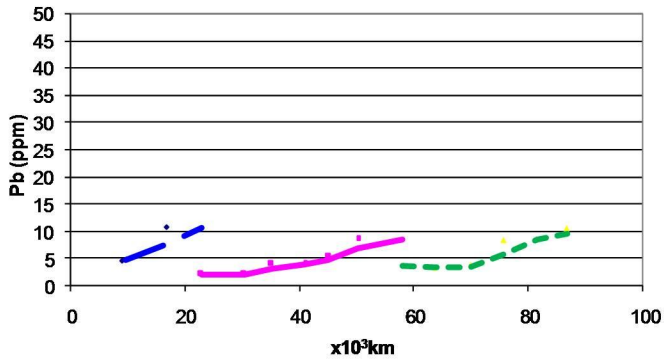
Kemijske promjene ulja su praćene primjenom FT-IR spektrofotometrije. Mjerene su količine produkata oksidacije, nitratacije, sulfatacije, kao i čađe.

Pojačana količina čađe kod klasičnih motora je najčešće posljedica problema pri izgaranju goriva. Količina čađe se može utvrditi primjenom FT-IR spektrofotometrijske metode. Zbog obujma rezultata u ovom radu su prikazane samo vrijednosti čađe (slika 12) i promjene stupnja oksidacije-nitratacije (slika 13). Količina čađe za vrijeme cijelog testa nije prelazila vrijednost od 0,6%. Sa slike 13 se također može vidjeti da nije došlo do značajnih kemijskih promjena ulja.

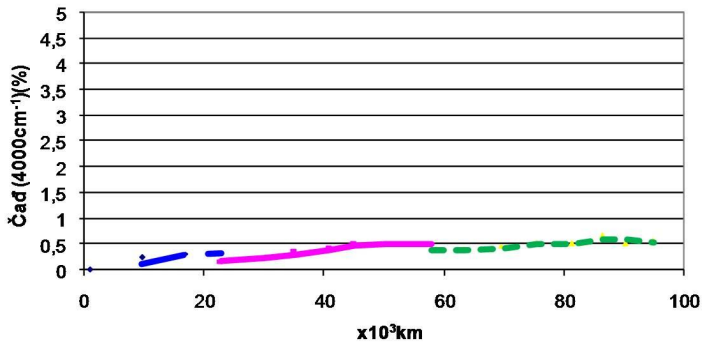
Slika 10: Vrijednosti bakra



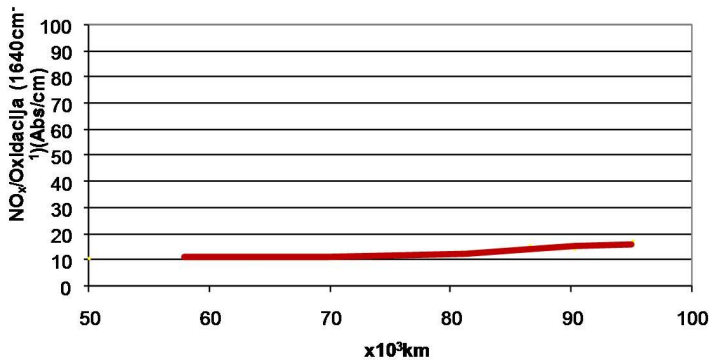
Slika 11: Vrijednosti olova



Slika 12: Promjena količine čađe



Slika 13: Promjena stupnja oksidacije-nitratacije



Zaključak

1. Rezultati eksploatacijskog ispitivanja pokazuju da se radi o kvalitetnom motornom ulju nove generacije (niski sadržaj SAPS) koje osigurava iznimno podmazivanje motora.
2. Sve fizikalno-kemijske karakteristike ulja kao i metali trošenja se nalaze u predviđenim granicama za ovu razinu kvalitete ulja.
3. Ulje nije pretrpjelo značajnu kemijsku degradaciju što ukazuje na iznimnu kvalitetu upotrijebljenog baznog ulja i paketa aditiva.
4. Uz korištenje goriva koje se nalazi na našem tržištu zamjena ovog ulja može se obaviti nakon 30000 km.
5. Kod navedenog testa potrebno je stalno kontrolirati goriva u cilju utvrđivanja utjecaja kvalitete goriva na promjene u ulju.

Literatura

Tehnička uputstva: Engine Requirement - Lubricating Oil (VW)

Tehnička uputstva: Oil Analysis, različitih proizvođača opreme

N. Robinson, Monitoring oil degradation with infrared spectroscopy, Wear Check 18, 2000.

A. Geach, Infrared Analysis as Tool for Assessing Degradation in Used Engine Lubricants, Wear Check, WZA-002.

S. Perić i dr., Eksploataciono ispitivanje menjačkog ulja sa aspekta dijagnostike stanja i održavanja tribomehaničkog sistema, SerbiaTrib, 2007.

A. Kekić, J. Vujica, Određivanje optimalnog intervala zamjene ulja u motorima poljoprivrednih mašina pomoću dve metode, YUMTO, 2006.

Kovač, Vujica, Kekić: Eksploataciono ispitivanje motornog ulja Maxima Turbo SAE 15W-40 na motorima poljoprivredne mehanizacije u poljoprivrednom kombinatu PIK Bečej, XXXIV. Simpozijum Poljoprivredna tehnika, Zlatibor, 2008.

DEMI 2009: Kovač, Vujica, Trumić, Eksploataciono ispitivanje motornog ulja Maxima Turbo SAE 15W-40 u Rudniku „Đurđevik“.

DEMI 2009: Kovač, Vujica, Trumić- Eksploataciono ispitivanje motornog ulja Maxima Turbo SAE 15W-40 u Rudniku „Đurđevik“.

Ugljektivik 2010: Kovač, Vujica - Eksploataciono ispitivanje motornog ulja za teško opterećene dizel motore.

Autori

mr. sc. Omer Kovač, dipl. ing. tehn., e-mail: kovac@modricaoil.com

Jadranka Vujica, dipl. ing. maš.,

Ilinka Mišić, dipl. ing. tehn.

Rafinerija ulja Modriča, Modriča, Bosna i Hercegovina

Primljeno

5.10.2011.