

Omer Kovač, Pero Dugić, Jadranka Vujica, Aleksandar Kekić

ISSN 0350-350X

GOMABN 50, 1, 22-34

Stručni rad / Professional paper

UDK 621.892:621.436 : .004.58 : 631.3 : .004.58

ISPITIVANJE MOTORNOG ULJA ZA POLJOPRIVREDNU MEHANIZACIJU U PRIMJENI

Sažetak

Dijagnostika stanja motornog ulja u primjeni vrlo je značajna za ocjenu stanja ulja, a također i za ocjenu stanja vitalnih dijelova motora, odnosno cijelog motora. Na osnovi rezultata dobivenih laboratorijskim ispitivanjem ulja mogu se pravodobno predvidjeti nastanci kvarova na motorima vozila i preventivno djelovati na njihovo otklanjanje. Dijagnostika je posebno značajna za vozila i strojeve velike materijalne vrijednosti, kao i za one strojeve kod kojih zbog zastoja nastaju veliki gubici. Takav je slučaj s poljoprivrednom mehanizacijom koja radi u vrlo teškim uvjetima. Zbog tih razloga je obavljeno ispitivanje motornog ulja za teške dizelove motore raznih poljoprivrednih stojeva u primjeni, pri vrlo teškim uvjetima rada. Ispitivana su važna fizikalno-kemijska svojstva i utvrđene su količine metala trošenja (aluminij, bakar, željezo i olovo). Rezultati ispitivanja su pokazali izvanrednu zaštitu motora pri podmazivanju ispitivanim motornim uljem.

FIELD TESTING OF AGRICULTURAL MACHINERY ENGINE OIL

Abstract

Diagnosing the condition of engine oil in the exploitation have great importance for assessing the status of oil, and also for assessing the status of vital engine parts or the whole engine. Results obtained by laboratory analysis of oil allows us to predict and prevent possible failures in the vehicles. Diagnostics is especially important for large vehicles and machinery of great material values and also for those machines where delays occur due to large losses. That is the case with agricultural machinery working in very difficult conditions of exploitation. These are the reasons for the conduction of exploitation testing of motor oils for heavy diesel engines in various agricultural machines. During exploitation we tested relevant physical-chemical characteristics and quantitative analysis of wear metals (aluminum, copper, iron and lead). According to the obtained results we can conclude that the tested oil provides excellent protection during the engine operation.

Uvod

Poljoprivredni kombinati u svome voznom parku posjeduju veliki broj poljoprivrednih strojeva koji se obično blagovremeno i vrlo stručno održavaju. Osim održavanja strojeva značajno mjesto se pridaje i pravilnom izboru maziva, kao i provjeri njegove kvalitete tijekom primjene. U ovom radu predstaviti će se ispitivanje motornog ulja za teško opterećene dizelove motore kvalitetne razine API CI-4 tijekom njegove primjene. Svojstva ispitivanog ulja i specifikacije koje ispunjava dane su u tablici 1.

Tablica 1: Osnovna fizikalno-kemijska svojstva i specifikacije ispitivanog ulja

Svojstvo	Jedinica	Metoda	Tipična vrijednost
Viskoznost pri 40 °C	mm ² / s	BAS ISO 3104	112,54
Viskoznost pri 100 °C	mm ² / s	BAS ISO 3104	14,76
Indeks viskoznosti	-	BAS ISO 2909	135
Točka paljenja	°C	ISO 2592	241
Točka tečenja	°C	BAS ISO 3016	-27
Ukupni bazni broj (TBN)	mg KOH / g	BAS ISO 3771	10,27
Gustoća pri 15 °C	kg / m ³	ASTM D 5002	873,0
Viskoznost pri niskim temp.(CCS, -20 °C)	mPa s	ASTM D 5293	6900
Pjenjenje, 24 °C 94 °C 24 °C	ml	ASTM D 892	0/0 0/0 0/0
Specifikacije	API CI-4/CH-4/CG-4/CF/SL ACEA E7-04, E5-02, A3-98, B3-98/2, B4-02 MB 228.3/229.1 GLOBAL DHD-1 SCANIA LDF, RENAULT RLD MACK EO-M PLUS VW 50500/50100		
Uporabna dozvola	MAN M 3275 VOLVO VDS-3 CUMMINS CES 20076/20077/20078		

Ispitivanja u primjeni

Uvođenjem u primjenu kvalitetnih goriva kao i kvalitetnih motornih ulja nove generacije ukazala se potreba utvrđivanja optimalnog razdoblja zamjene ulja kao i utvrđivanje svih promjena kod ulja uz istovremeno praćenje promjena na motoru. Kod provođenja ispitivanja u obzir su uzeti starost motora, tehnička ispravnost, način uporabe, kao i vrsta upotrebljavanog goriva. U ovom radu, ispitivano je ulje tijekom njegove primjene s ciljem utvrđivanja optimalnog razdoblja zamjene ulja, održavanja radne ispravnosti motora kao i smanjenja troškova održavanja i zastoja u radu.

Prilikom izbora strojeva na kojima je vršeno eksploatacijsko ispitivanje ulja izabrani su strojevi različitih proizvođača, različiti motori, a također i različite starosti strojeva (od 3 do 6 godina). Uvjeti eksploatacije strojeva bili su različiti: oranje na černoze mu i ritskoj crnici, predsjetvena priprema, sjetva strnina i okopavina i sl. U tablici 2 su navedeni poljoprivredni strojevi s osnovnim podacima o motoru i preporučenom ulju.

Tablica 2: Osnovne karakteristike radnih strojeva

Br.	Marka i tip poljoprivrednog stroja	Garažni broj	Godina proizv.	Marka i tip pogonskog motora	Instal. snaga	Pog. gorivo	Razina kvalitete preporučenog ulja
1.	Kombajn za grašak PMC 979AT	3402	2003	Deutz BF8M 1015	290	D2	SAE 15W-40, API CG-4/CF-4/CI-4
2.	Traktor John Deere 8320	2403	2006	John Deere RG 6081	182	Euro dizel	SAE 15W-40, API CG-4/CF-4/CI-4
3.	Traktor John Deere 6820	2503	2003	John Deere CD 6068	99	Euro dizel	SAE 15W-40, API CG-4/CF-4/CI-4
4.	Kombajn John Deere 9680WTS	3903	2004	John Deere RG 6081	247	Euro dizel	SAE 15W-40, API CG-4/CF-4/CI-4
5.	Sjekač i čupač metlica Bourgoin	4301	2005	Deutz BFM 2011	59	Euro dizel	SAE 15W-40, API CG-4/CF-4/CI-4

Ispitivanje rabljenih ulja je vršeno u rasponu između 25 i 250 radnih sati. Pravilno uzorkovana rabljena ulja su ispitivana u laboratoriju akreditiranom prema normi ISO 17025. Programom su predviđene sljedeće grupe ispitivanja:

- utvrđivanje fizikalno-kemijskih svojstava ulja bitnih za ocjenu učinkovitosti ulja,
- spektrofotometrijska ispitivanja kemijskih promjena ulja (oksidacija, nitracija, sulfatacija, količina čađe i dr.),
- utvrđivanje količine metala trošenja (Fe, Cr, Al, Pb i Cu).

Rezultati ispitivanja i rasprava

Rezultati ispitivanja dani su u tablicama 3 i 4 i prikazani su grafički (slike od 1 do 12). Tijekom primjene motornih ulja često dolazi do promjene viskoznosti koja može biti izazvana različitim djelovanjima. Ukoliko dolazi do pada vrijednosti viskoznosti mogući razlozi su:

- razrjeđenje motornog ulja gorivom zbog nepodešenosti sustava za ubrizgavanje ili zbog povećanih zazora u području klipnih prstenova,
- degradacija upotrijebljenog poboljšavala indeksa viskoznosti zbog djelovanja mehaničkih sila.

Ukoliko dolazi do povećanja viskoznosti, najčešći razlozi su:

- prisutnost povećane količine čađe u motornom ulju,
- oksidacija i polimerizacija pojedinih ugljikovodika prisutnih u ulju.

Na slikama 1 i 2 prikazane su vrijednosti kinematičke viskoznosti pri 100 °C i 40 °C.

Tablica 3 (a): Rezultati ispitivanja

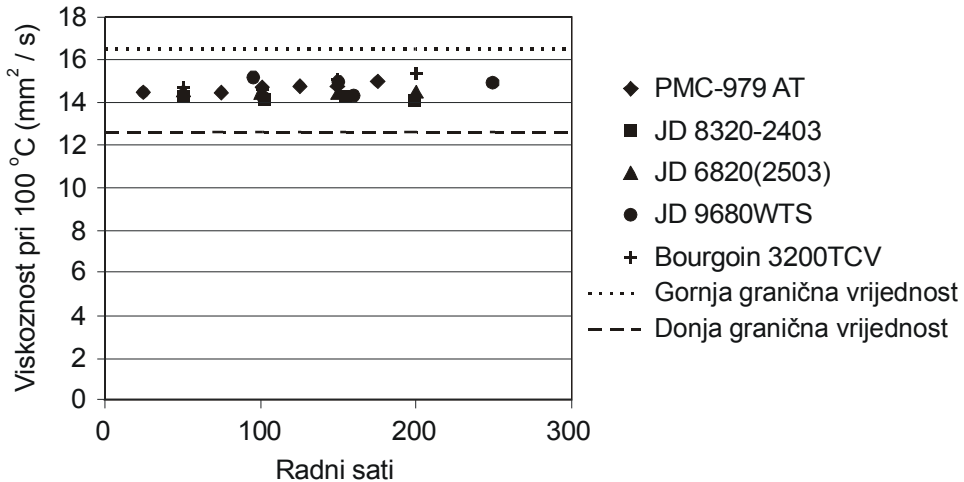
Br.	Svojstvo	Jed.	PMC-979 AT						
			25 r.s.	50	75	100	125	150	175
1.	viskoznost pri 40 °C	mm ² /s	105,23	105,13	105,05	106,89	107,08	107,93	109,0
2.	viskoznost pri 100 °C	mm ² /s	14,47	14,36	14,45	14,74	14,77	14,84	14,98
3.	indeks viskoznosti	-	141	140	141	143	143	143	143
4.	točka paljenja	°C	231	229	226	227	225	223	223
5.	ukupni bazni broj, TBN	mg KOH/g	11,18	10,91	10,71	9,06	9,48	9,33	8,89
6.	ukupni kiselinski broj, TAN	mg KOH/g	2,76	2,85	2,84	3,56	3,76	4,09	3,59
7.	sadržaj metala								
	Fe	ppm	26,00	11,43	73,06	12,92	11,26	10,24	11,71
	Cu		1,30	1,20	1,30	1,18	1,41	1,49	1,49
	Al		11,93	14,40	14,33	11,89	16,74	10,52	11,71
	Pb		2,0	1,34	2,0	2,03	2,0	1,31	2,62
	Cr		0,93	1,50	1,32	1,10	0,56	0,36	0,55
8.	čada DIN (4000 cm ⁻¹)	%	0,044	0,060	0,086	0,192	0,209	0,222	0,256
9.	čada DIN (1970 cm ⁻¹)	%	0,008	0,027	0,052	0,157	0,180	0,191	0,232
10.	oksidacija DIN (1710 cm ⁻¹)	Abs./cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11.	NO _x /Oksidacija DIN (1640 cm ⁻¹)	Abs./cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.	Oksidacija/Sulfatacija DIN (1150 cm ⁻¹)	Abs./cm	2,827	3,868	4,898	9,842	11,206	12,529	13,253
13.	Nitracija DIN (1630 cm ⁻¹)	Abs./cm	0,290	0,309	0,373	0,592	0,544	0,625	0,778

Tablica 3 (b): Rezultati ispitivanja

Br.	Svojstvo	Jed.	Traktor JD 8320-2403				Bourgoin 3200 TCV			
			50 r.s.	100	150	200	50 r.s.	100	150	200
1.	viskoznost pri 40 °C	mm ² /s	104,41	103,76	104,49	103,33	104,38	104,35	106,26	106,87
2.	viskoznost pri 100 °C	mm ² /s	14,32	14,23	14,30	14,17	14,59	14,58	15,02	15,27
3.	indeks viskoznosti	-	140	140	140	140	144	144	148	148
4.	točka paljenja	°C	232	230	226	224	234	232	232	234
5.	ukupni bazni broj, TBN	mg KOH/g	9,73	9,87	9,78	9,65	9,36	9,33	9,28	9,03
6.	ukupni kiselinski broj, TAN	mg KOH/g	2,90	2,98	2,96	3,61	4,05	3,87	4,50	2,83
7.	sadržaj metala									
	Fe	ppm	8,37	8,59	11,33	11,97	33,52	36,88	41,95	48,50
	Cu		0,79	0,60	1,19	0,80	2,46	2,18	2,55	2,77
	Al		24,25	32,26	35,83	34,68	15,30	31,9	15,27	12,30
	Pb		2,71	2,74	3,27	2,19	4,68	5,54	3,11	3,80
	Cr		0,35	0,72	0,71	0,76	1,87	1,85	2,38	2,13
8.	čada DIN (4000 cm ⁻¹)	%	0	0,004	0,023	0,035	0,155	0,240	0,266	0,389
9.	čada DIN (1970 cm ⁻¹)	%	0	0	0	0,019	0,120	0,192	0,233	0,343
10.	oksidacija DIN (1710 cm ⁻¹)	Abs./cm	1,078	0,952	2,811	1,012	3,548	7,012	5,397	8,992
11.	NO _x /Oksidacija DIN (1640 cm ⁻¹)	Abs./cm	0	0	6,213	5,244	9,710	13,682	11,905	14,370
12.	Oksidacija/Sulfatacija DIN (1150 cm ⁻¹)	Abs./cm	58,09	6,809	9,830	8,294	15,007	22,342	19,885	25,957
13.	Nitracija DIN (1630 cm ⁻¹)	Abs./cm	0,199	0,338	0,309	0,514	0	0	0,017	0,091

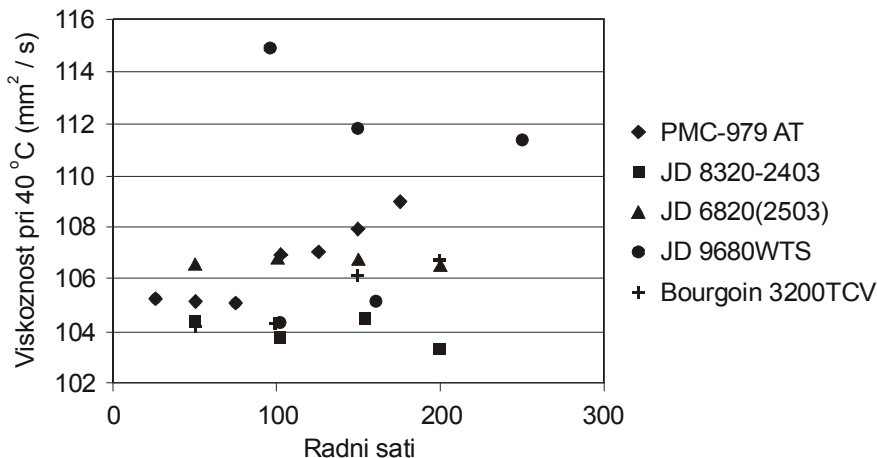
Tablica 4: Rezultati ispitivanja

Br.	Svojstvo	Jed.	Kombajn JD 96 80 WTS (3903)					Traktor JD 68 20 (2503)			
			50 r.s.	100	150	160	250	50 r.s.	100	150	200
1.	viskoznost pri 40 °C	mm ² /s	115,0	104,4	111,1	105,2	111,4	106,6	106,9	106,7	106,6
2.	viskoznost pri 100 °C	mm ² /s	15,22	14,23	15,00	14,37	14,86	14,59	14,47	14,46	14,52
3.	indeks viskoznosti	-	138	139	139	140	138	141	139	139	140
4.	točka paljenja	°C	229	238	231	230	233	233	230	232	230
5.	ukupni bazni broj, TBN	mg KOH/g	9,38	9,46	9,41	8,83	9,39	10,14	9,85	9,92	10,02
6.	ukupni kiselinski broj, TAN	mg KOH/g	3,78	2,46	3,22	2,33	3,85	2,7	2,17	2,80	2,62
7.	sadržaj metala	ppm									
	Fe		35,68	9,03	34,13	15,95	37,72	16,02	9,53	12,49	15,90
	Cu		1,55	2,02	1,54	1,58	1,46	2,71	2,01	1,61	2,02
	Al		30,76	1,48	35,40	34,17	37,16	13,42	33,22	46,47	8,54
	Pb		2,71	0	2,69	2,44	2,73	3,27	1,04	1,51	3,03
	Cr		0,94	28,73	0,93	0,73	1,26	1,26	0,44	0,71	1,07
8.	čada DIN (4000 cm ⁻¹)	%	0,865	0,096	0,939	0,195	0,935	0,081	0,144	0,215	0,256
9.	čada DIN (1970 cm ⁻¹)	%	0,874	0,076	0,955	0,176	0,958	0,072	0,132	0,202	0,262
10.	oksidacija DIN (1710 cm ⁻¹)	Abs./cm	0,061	0,0	0,066	0,065	0,056	0,0	0,090	0,0	0,0
11.	NO _x /Oksidacija DIN (1640 cm ⁻¹)	Abs./cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.	Oksidacija/Sulfatacija DIN (1150 cm ⁻¹)	Abs./cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,260	0,0	0,0	0,0	0,0
13.	Nitracija DIN (1630 cm ⁻¹)	Abs./cm	10,30	5,120	12,84	9,848	13,32	1,534	3,491	4,573	4,964



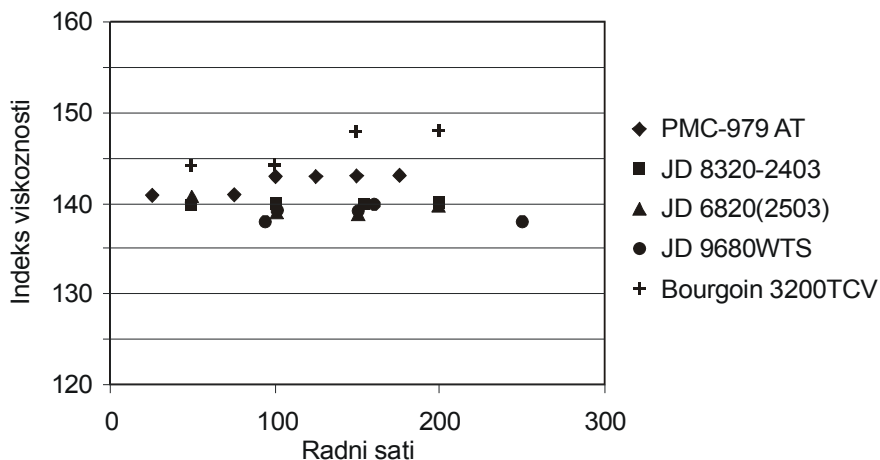
Slika 1: Kinematička viskoznost ulja pri 100 °C u ovisnosti o broju radnih sati

Na slici 1 predstavljeni su rezultati ispitivanja kao i granične vrijednosti viskoznosti za gradaciju viskoznosti SAE 40 (12,5 do 16,3 mm²/s). Svi ispitani uzorci ulja se nalaze u okviru viskozne gradacije što ukazuje na to da nije došlo do značajnih promjena u ulju, a također ni do degradacije polimera.



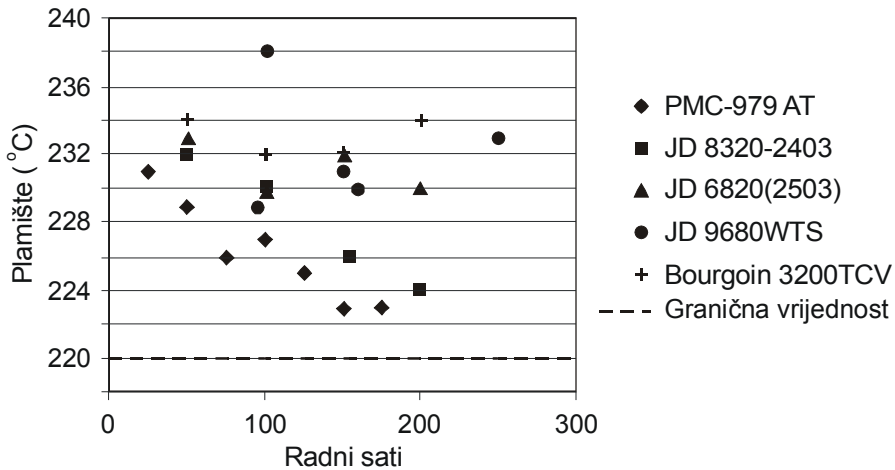
Slika 2: Kinematička viskoznost ulja pri 40 °C u ovisnosti o broju radnih sati

Indeks viskoznosti je broj preko kojega se iskazuje promjena viskoznosti s temperaturom. Na slici 3 prikazane su vrijednosti indeksa viskoznosti. Može se vidjeti da nije došlo do značajnih promjena indeksa viskoznosti niti do pada njegove vrijednosti, što ukazuje na postojanje poboljšavala u ulju kod koga se prilikom eksploatacije nije dogodila značajna mehanička degradacija.



Slika 3: Indeks viskoznosti ulja u ovisnosti o broju radnih sati

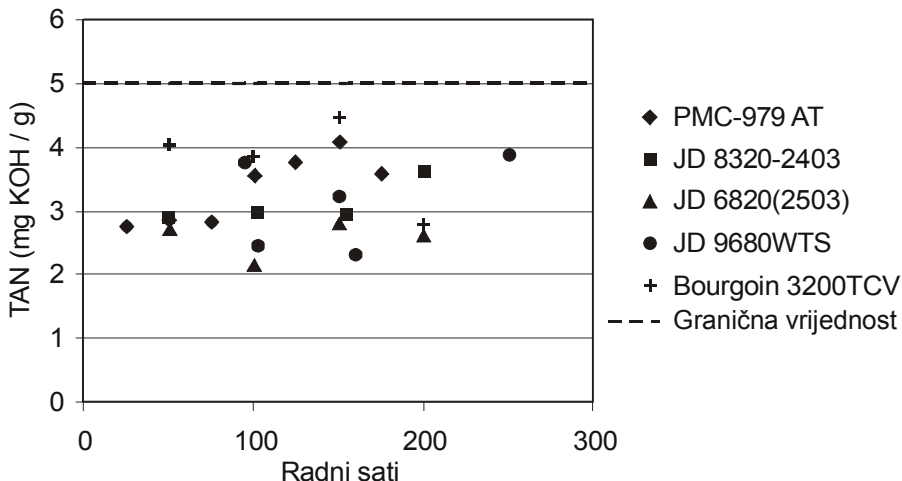
Tijekom procesa podmazivanja gorivo dopijeva u mazivo. Određena količina ostaje u ulju, što dovodi do smanjenja viskoznosti i vrijednosti plamišta. Veliki pad vrijednosti plamišta ukazuje na loš rad sustava za ubrizgavanje goriva. Nakon uočavanja pada vrijednosti plamišta potrebno je izvršiti kontrolu sustava za ubrizgavanje i otkloniti moguće kvarove. Na slici 4 su prikazane dobivene vrijednosti plamišta. Kao granična uzeta je vrijednost 220 °C. Temeljem dobivenih rezultata može se vidjeti da ne dolazi do značajnijeg prodiranja goriva u ulje i da se svi sustavi na ispitnim strojevima kvalitetno održavaju.



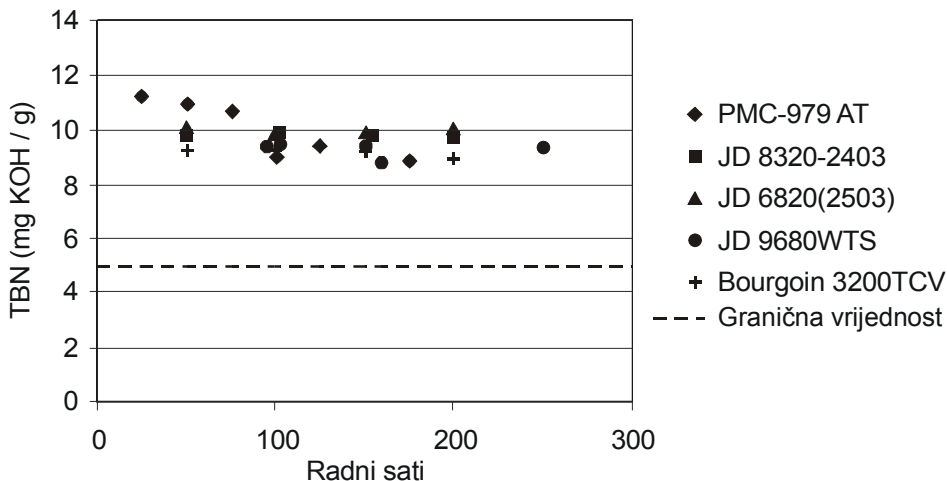
Slika 4: Vrijednosti plamišta ulja u ovisnosti o broju radnih sati

Ukupni kiselinski broj (TAN) je svojstvo koje ukazuje na kemijske promjene ulja koje se događaju tijekom primjene zbog oksidacije. Povećanje vrijednosti TAN-a ukazuje na nepoželjne oksidacijom izazvane promjene ulja kao i na prisutnost kiselih produkata nastalih u procesu izgaranja goriva. Vrijednosti TAN-a prikazane na slici 5 su ispod 3,5 mg KOH / g što je daleko ispod kritične vrijednosti od 5 mg KOH / g.

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 procesima oksidacije i nitracije. Vrijednosti ukupnog baznog broja, TBN-a, prikazane na slici 6 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.

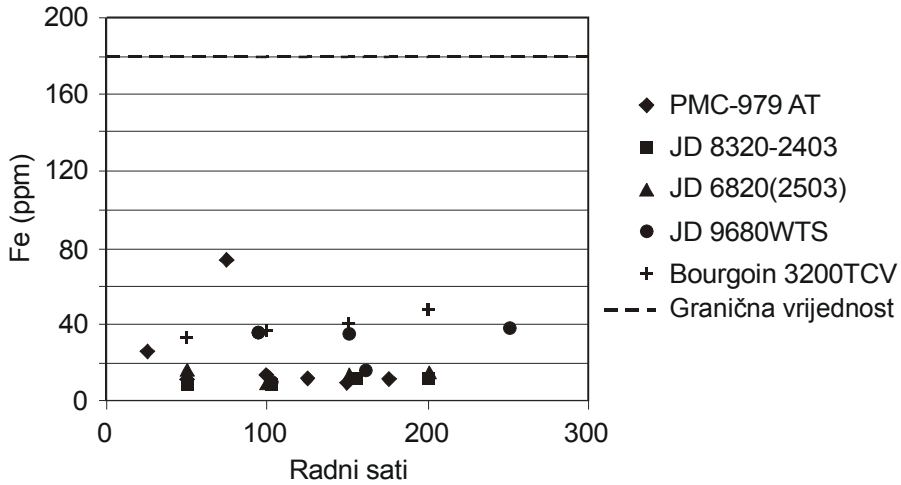


Slika 5: Ukupni kiselinski broj (TAN) ulja u ovisnosti o broju radnih sati

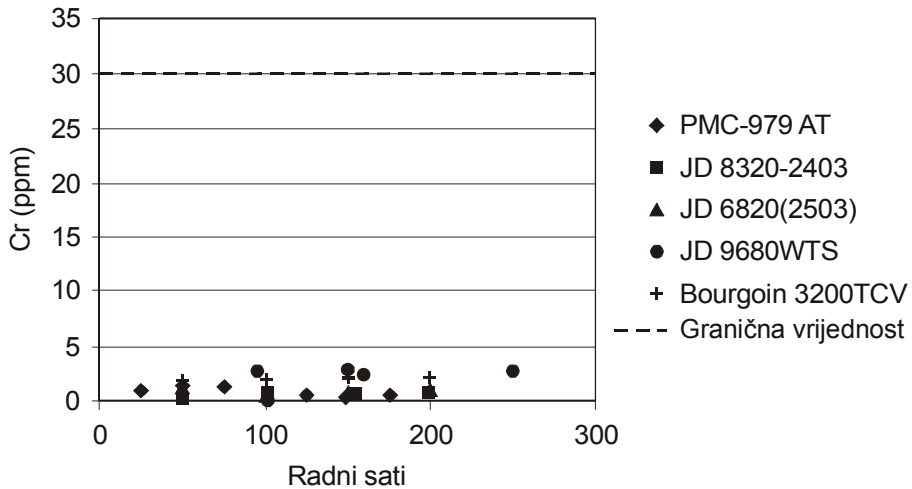


Slika 6: Ukupni bazni broj (TBN) ulja u ovisnosti o broju radnih sati

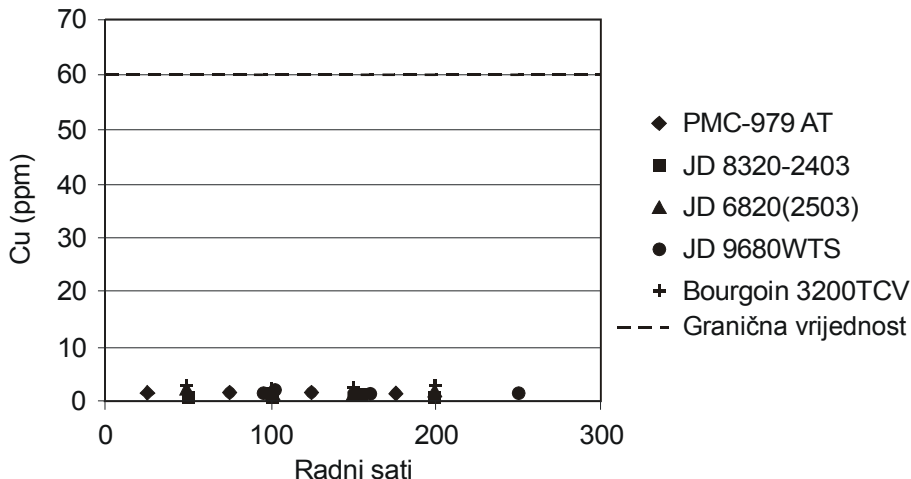
U sklopu ispitivanja metala trošenja izvršeno je određivanje količine prisutnog željeza (Fe), kroma (Cr), bakra (Cu), aluminija (Al) i olova (Pb). Na slikama 7, 8, 9, 10 i 11 prikazane su vrijednosti trošenja kao i granične vrijednosti za pojedine metale. Sve vrijednosti metala su daleko ispod dopuštenih granica što ukazuje na dobru protutrošeću zaštitu koju pruža upotrebljavano motorno ulje.



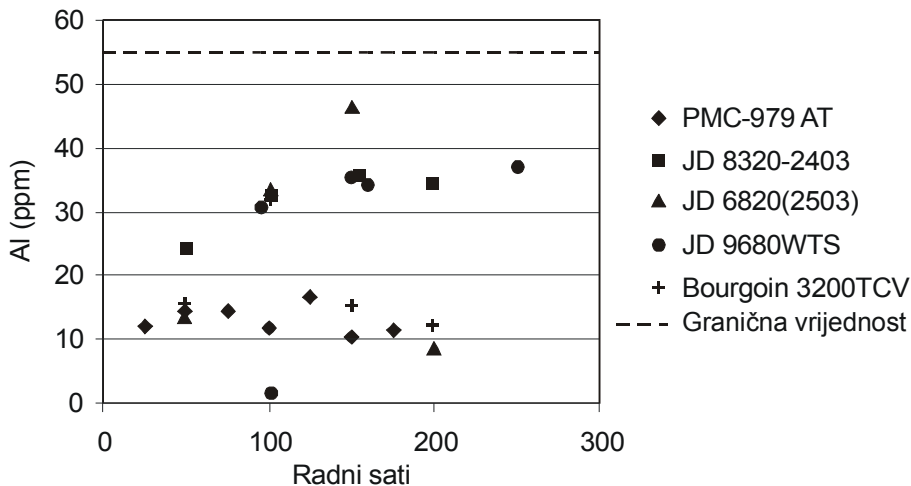
Slika 7: Sadržaj željeza u ulju ovisnosti o broju radnih sati



Slika 8: Sadržaj kroma u ulju ovisnosti o broju radnih sati



Slika 9: Sadržaj bakra u ulju ovisnosti o broju radnih sati

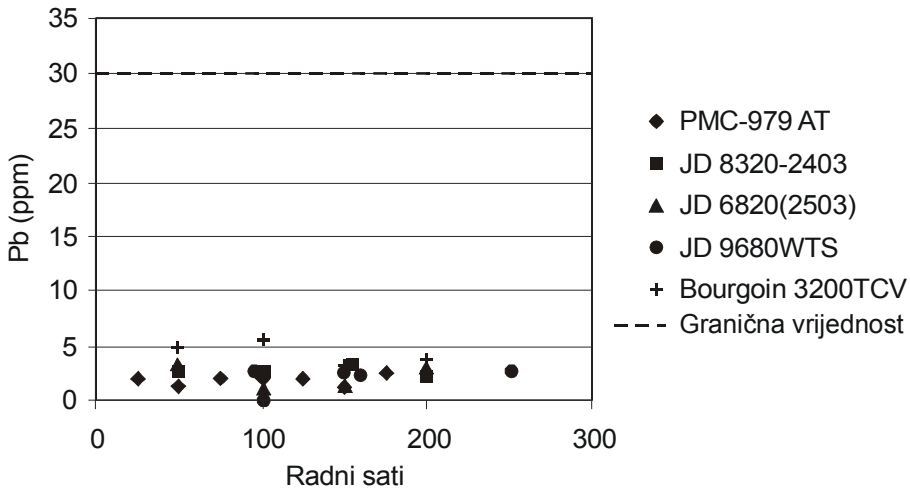


Slika 10: Sadržaj aluminija u ulju ovisnosti o broju radnih sati

Kemijske promjene ulja

Produkti oksidacije - Organski spojevi, koji su sastavni dio maziva, pri povišenim temperaturama i tlakovima u prisutnosti kisika iz zraka oksidiraju se pri čemu nastaju spojevi kao što su ketoni, aldehidi, esteri i kiseline. Nastale organske kiseline se neutraliziraju aditivima koji su sastavni dio paketa za motorna ulja. Istovremeno dolazi do pada bazne rezerve izražene vrijednošću TBN-a.

Stvaranje kiselih produkata doprinosi zgušnjavanju ulja, odnosno povećanju viskoznosti, a također dovodi i do korozije metalnih površina. Utvrđivanje stupnja oksidacije vrši se primjenom FT-IR spektrofotometrije u području apsorpcije karbonilne skupine (C=O) u području između 1670 cm^{-1} i 1800 cm^{-1} .



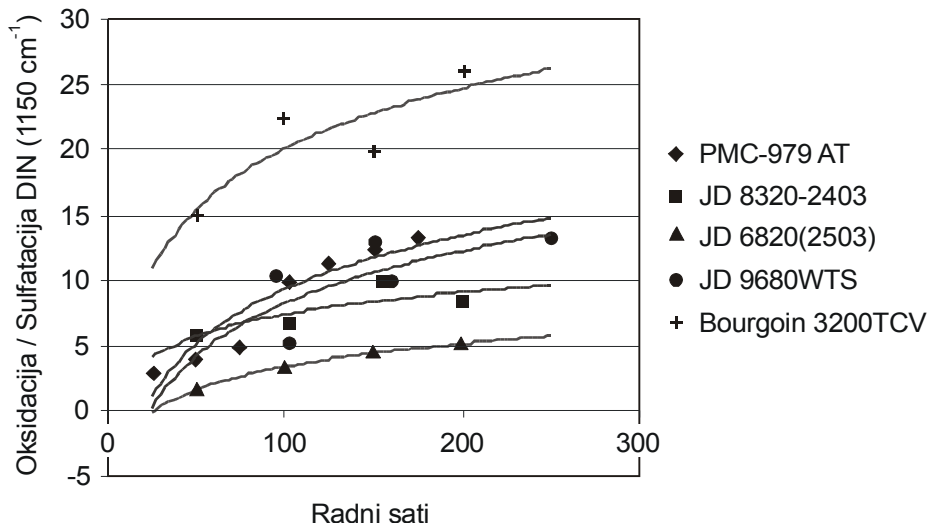
Slika 11: Sadržaj olova u ulju ovisnosti o broju radnih sati

Produkti nitratacije – Pri izlaganju organskih spojeva povišenim temperaturama i tlakovima u prisutnosti dušika i kisika, kao što je to slučaj kod motora s unutarnjim izgaranjem, nastaju dušikovi oksidi u obliku NO, NO₂ i N₂O₄. S ostalim produktima, kao što je voda, stvaraju dušičnu kiselinu ili se pak vežu za druge organske spojeve i time doprinose zgušnjavanju, kao i stvaranju lakova na metalnim površinama. Visok indeks nitratacije najčešće ukazuje na nepravilno podešen odnos gorivo / zrak. Metodom FT-IR spektrofotometrije mjeri se promjena produkata nitratacije u području apsorpcije između 1600 i 1650 cm^{-1} .

Sulfatacija – Produkti sumpora nastaju najčešće oksidacijom sumpora prisutnog u gorivu pri čemu se stvaraju sumporovi oksidi SO₂ i SO₃ koji potom reagiraju s vodom stvarajući sumpornu kiselinu. Ovi proizvodi doprinose stvaranju taloga i lakova, a također izazivaju koroziju metalnih površina. Tipična apsorpcija za ovu grupu spojeva je u području između 1120 i 1180 cm^{-1} .

Čađa - Pojačana količina čađe kod klasičnih motora je najčešće posljedica problema pri izgaranju goriva. Kod EGR motora jedan dio ispušnih plinova se uvodi ponovo u motor čime se unosi određena količina čađe, a osim toga snižena temperatura u motoru doprinosi nastajanju čađe. Količina čađe se može također utvrditi primjenom FT-IR spektrofotometrijske metode.

Za utvrđivanje kemijskih promjena ulja korištena je FT-IR metoda. Dobiveni rezultati ukazuju na vrlo male kemijske promjene ulja jer su vrijednosti oksidacije, sulfatacije i nitratacije ispod dopuštenih vrijednosti. Na slici 12 prikazane su promjene apsorpcije na 1150 cm^{-1} na osnovi kojih se mogu pratiti promjene izazvane oksidacijom i sulfatacijom tijekom primjene ulja.



Slika 12: Kemijske promjene ulja iskazane IR apsorpcijom na 1150 cm^{-1}

Zaključak

1. Eksploatacijsko ispitivanje motornog ulja kvalitetne razine API CI-4, gradacije viskoznosti SAE 15W-40, na poljoprivrednim strojevima pokazalo je visoku kvalitetu ispitivanog motornog ulja.
2. Rezultati pokazuju da nakon 200 radnih sati ulje posjeduje značajnu alkalnu rezervu i da se može koristiti i nakon preporučenog razdobljazamjene.
3. Sve fizikalno-kemijske karakteristike ulja kao i metali trošenja nalaze se u predviđenim granicama za ove tipove motora i za ovu kvalitetnu razinu ulja.
4. Ulje nije pretrpjelo značajnu kemijsku degradaciju što ukazuje na iznimnu kvalitetu upotrijebljenog baznog ulja i paketa aditiva.
5. Dobiveni rezultati pokazuju da se uporabom ovog ulja značajno može produžiti interval zamjene ulja, čime se postiže značajna ušteda, a smanjuju se i zastoji radi promjene ulja i servisiranja.

Literatura/References

1. N. Robinson, Monitoring oil degradation with infrared spectroscopy, WearCheck Africa, 2007. (Machinery Lubrication, November 2007)
2. A. Geach, Infrared analysis as tool for assessing degradation in used engine lubricante, WearCheck Africa, WZA002.
3. S. Perić, Z. Pešić, B. Nedić, Eksploataciono ispitivanje menjačkog ulja sa aspekta dijagnostike stanja i održavanja tribomehaničkog sistema, 10th International Conference on Tribology – SERBIATRIB '07, str. 207-213, Kragujevac (2007).
4. A. Kekić, J. Vujica, Određivanje optimalnog intervala zamjene ulja u motorima poljoprivrednih mašina pomoću dve metode, YUMTO, 2006.
5. O. Kovač, J. Vujica, A. 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.
6. O. Kovač, J. Vujica, A. Trumić, Eksploataciono ispitivanje motornog ulja Maxima Turbo SAE 15W-40 u Rudniku „Đurđevik“, DEMI, 2009.

UDK	ključne riječi	key words
621.892:621.436	ulje za dizelove motore superiorne performanse	super high performance diesel oil
.004.58	održavanje, proaktivno, praćenjem stanja maziva	maintenance, proactive, lubricant condition based
631.3	poljoprivredni strojevi	agricultural equipment
.004.58	praćenje stanja maziva tijekom uporabe	product condiotion in use monitoring

Autori/Authors

mr. Omer Kovač, dipl.ing.tehn.; Rafinerija ulja Modriča, Bosna i Hercegovina

dr. Pero Dugić, dipl.ing.tehn.; Rafinerija ulja Modriča, Bosna i Hercegovina; e-mail:
pero@modricaoil.com

Jadranka Vujica, dipl.ing.stroj.; Rafinerija ulja Modriča, Bosna i Hercegovina; e-mail:
jadranka@modricaoil.com

Aleksandar Kekić, dipl.ing.stroj.; PIK Bečej, Srbija

Primljeno

18.9.2009.

Prihvaćeno

24.5.2010.