

EKSPLOATACIONO ISPITIVANJE MOTORNOG ULJA NISOTEC FAVORIT 15W/40 U SREDSTVIMA POLJOPRIVREDNE TEHNIKE

TESTING OF ENGINE OIL NISOTEC FAVORIT 15W/40 DURING AGRICULTURAL MACHINERY OPERATION

Stojilković M.¹, Bačevac S.¹, Kekić A.²

REZIME

U radu su prikazani rezultati eksploatacionog ispitivanja mineralnog motornog ulja NISOTEC FAVORIT 15W/40 u motorima poljoprivrednih mašina, toku jeseni 2012. godine, na parcelama u okviru PIK BEČEJ a. d. u stečaju - RJ RATARSTVO. Mineralno motorno ulje NISOTEC FAVORIT 15W/40 koje je bilo predmet ispitivanja, korišćeno je u motorima traktora: Case-Steyr 9220, John Deere 8320. Svi rezultati ispitivanja su prikazani u vidu tabela, sa priloženom diskusijom.

Ključne reči: motorno ulje, nisotec favorit 15W/40

SUMMARY

In this work are shown the results of testing motor NISOTEC FAVORIT 15W/40 in exploration conditions in agricultural mashinary during autumn 2012. in PIK Bečej a. d. u stečaju - RJ Ratarstvo. Motor oil NISOTEC FAVORIT 15W/40 wich was tested are used in tractors: Case -Steyr 9220, John Deere 8320. All results of testing are shown in tabelar form with discussion.

Keywords: motor oil, nisotec favorit 15W/40

UVOD

Dijagnostika stanja motornog ulja i motora u eksploataciji je od veoma velikog značaja za ocenu stanja ulja, a takođe i za ocenu stanja vitalnih delova motora, odnosno celog motora. Na osnovu rezultata dobijenih laboratorijskom analizom ulja mogu se blagovremeno predvideti nastanci kvarova na vozilima i preventivno delovati na njihovo blagovremeno otklanjanje. Dijagnostika je naročito značajna za vozila i mašine velike materijalne vrednosti, a takođe i za one mašine kod kojih zbog zastoja nastaju veliki gubici. Takav je slučaj sa poljoprivrednom mehanizacijom koja radi u veoma teškim uslovima eksploatacije. Iz tih razloga je obavljeno eksploataciono ispitivanje motornog ulja za teške dizel motore na različitim poljoprivrednim

¹ Mr Mile Stojilković dipl maš ing; Slavko Bačevac, dipl maš.ing.. NIS Gazprom neft – Direkcija maziva

² Kekić Aleksandar dip ling spec i saradnici, PIK Bečej a. d. u stečaju

mašinama, pri veoma teškim uslovima eksploatacije.

CILJ ISPITIVANJA

Laboratorijska analiza korišćenog motornog ulja ukazuje na stepen njegove degradacije. Na degradaciju motornog ulja imaju uticaja sledeći činioci: kvalitet korišćenog pogonskog goriva, tehničko stanje motora, režim rada motora, uslovi eksploatacije, kao i vrsta i kvalitet motornog ulja.

Da bi sredstvo poljoprivredne tehnike radilo svojim maksimalnim kapacitetom, uz što manju potrošnju goriva, sa što manje tehničkih otkaza, pored svih potrebnih mera i postupaka pravilne eksploatacije, potrebno je voditi računa o izvođenju plansko preventivnog održavanja, a s tim u vezi, sa pravilnim odabirom vrste, viskoznosti, kvalitetnog nivoa motornog ulja, kao i optimalnog intervala njegove zamene u motoru.

Kako se u PIK Bečej a. d. u stečaju poklanja izuzetna pažnja pravilnom izboru maziva i određivanju optimalnog intervala njegove zamene, cilj ovog ispitivanja bio je da se odredi stepen degradacije mineralnog motornog ulja NISOTEC FAVORIT 15W/40, te na osnovu toga da se odredi optimalni period zamene motornog ulja.

MATERIJAL I METOD RADA

Eksploataciono ispitivanje motornog ulja NISOTEC FAVORIT 15W/40 odvijalo se tokom jeseni 2012. godine, I to na poslovima podriivanja, oranja, tanjiranja kao i setve strnih žita.

U tabeli 1. prikazana su sredstva poljoprivredne mehanizacije, sa svojim karakteristikama, iz čijih su motora uzimani uzorci motornog ulja, u količini od cca 500 ml, periodično, na svakih 100 motočasova, radi izvođenja laboratorijskih analiza u cilju utvrđivanja stepena njegove degradacije.

Tab. 1. Tehničke karakteristike poljoprivrednih mašina
Tab. 1. Technical characteristics of agricultural mashinery

Red. broj	Vrsta, marka i tip poljoprivredne mašine	Garažni broj	Godina proizvodnje	Tip ugrađenog motora	Instalisana snaga motora (kW)	Korišćeno pogonsko gorivo
1.	Traktor Case Steyr 9220	26 03	2001	Cummins T6 - 830	165	Euro dizel
2.	Traktor John Deere 8320	24 03	2006	John Deere RG 6081	182	Euro dizel

U tabeli 2. dat je prikaz fizičko-hemijskih karakteristika mineralnog motornog ulja NISOTEC FAVORIT 15W/40.

Tab. 2: Karakteristike motornog ulja NISOTEC FAVORIT 15W/40
Tab. 2.: Characteristics of motor NISOTEC FAVORIT 15W/40

Naziv motornog ulja	NISOTEC FAVORIT 15W/40
Vrsta motornog ulja	Mineralno multigradno motorno ulje
Viskozitet	15W/40
Kvalitetni nivo ulja	API CI-4/CH-4/CF/SL ACEA E7/E5/E3/B4/B3/A3
Approved	MAN 3275-1;MB228.3; Volvo VDS-3, Cummins 20076/78/78
Gustina na 15°C	878 kg/m ³ (ASTM D 1298)

Viskoznost na 40°C	105 mm ² /s (ASTM D 445)
Viskoznost na 100°C	14.5 mm ² /s (ASTM D 445)
Index viskoznosti	145 (ASTM D 2270)
TBN	10 mgKOH/g (ASTM D 2896)
Tačka stinjanja	-30°C (ASTM D 97)
Tačka paljenja	225 (ASTM D 92)

Nakon uzimanja uzoraka, oni su prosleđivani u akreditovanu laboratoriju Rafinerije nafte Beograd a. d. radi utvrđivanja fizičko hemijskih karakteristika.

U Tabeli 3. dat je prikaz izičko-hemijske karakteristike koje su bile predmet analiza i specifikacije za njihovo određivanje

Tab. 3.: Fizičko-hemijske karakteristike i specifikacije za određivanje stanja ulja

Tab. 3.: Physico-chemical characteristics and specification for determining oil condition

Red. broj	Fizičko – hemijske karakteristike	Metoda	Jedinica
1.	Izgled	Vizuelno	
2.	Viskoznost na 100°C	ASTM D 445	mm ² /s
3.	TBN	ASTM D 2896	mgKOH/g
4.	TAN	ASTM D 664	mgKOH/g
5.	Membranska filtracija	ASTM D 4055	%
6.	Sadržaj Zn	In house metod WDXRF	%
7.	Sadržaj Fe	In house metod WDXRF	ppm
8.	Sadržaj Pb	In house metod WDXRF	ppm
9.	Sadržaj Cu	In house metod WDXRF	ppm
10.	Sadržaj Si	In house metod WDXRF	ppm
11.	Sadržaj Sn	In house metod WDXRF	ppm
12.	Sadržaj Cr	In house metod WDXRF	ppm
13.	Sadržaj Ag	In house metod WDXRF	ppm
14.	Sadržaj Ni	In house metod WDXRF	ppm
15.	Sadržaj Al	In house metod WDXRF	ppm

Osnovni preduslov za dostizanje optimalnog rada motora, dužine veka eksploatacije motora i njegovog ekonomičnog održavanja jeste korišćenje kvalitetnog goriva. Kvalitet goriva prestavlja ograničavajući faktor dužine intervala zamene motornog ulja. Fizičko hemijske karakteristike euro dizel goriva, koji je korišćen prilikom eksploatacionog ispitivanja motornog ulja NISOTEC FAVORIT 15W/40 prikazane su u Tabeli 4.

Tab 4.: Prikaz fizičko-hemijskih karakteristika euro dizel goriva

Tab. 4.: Physico-chemical characteristic of euro diesel

Red. br	Karakteristika	Metoda	Uzorci	
			1	1
1	Gustina na 15°C		0,8371	0,8416
2	Viskozitet na 20°C	ASTM D 445	3,567	4,033
3	Sadržaj vode, ppm	MI 67	0,00	77
4	Tačka paljenja °C	ASTM D93	55	69
5	Sadržaj sumpora ppm	XRY	<50	1350

REZULTATI ISPITIVANJA SA DISKUSIJOM

Rezultati analize fizičko-hemijskih osobina, uzoraka motornog ulja NISOTEC FAVORIT SAE 15W-40, uzetih iz motora traktora, prikazani su u donjim tabelama:

Tab.5: Rezultati analize fizičko-hemijskih osobina korišćenog motornog ulja uzetog iz traktora John Deere 8320

Tab. 5 Results of phisico-chemical analysis of used motor oil, used in tractor JD 8320

Rb	Karakteristika	Metoda	Uzorkovanje (r/č)			
			100	200	300	400
1	Izgled	Vizuelno	crno		crno	
2	Viskoznost na 100°C	ASTM D 445	13,86		13,96	
3	Ukupan bazni broj (TBN)	ASTM D 2896	9,9		10,15	
4	Ukupan kiselinski broj (TAN)	ASTM D 664	3,6		3,3	
5	Membranska filtracija	ASTM D 4055				
6	Sadržaj Zn	In house metod WDXRF	0,139		0,140	
7	Sadržaj Fe	In house metod WDXRF	6		12	
8	Sadržaj Pb	In house metod WDXRF	1		1	
9	Sadržaj Cu	In house metod WDXRF	0		0	
10	Sadržaj Si	In house metod WDXRF	29		28	
11	Sadržaj Sn	In house metod WDXRF	1		0	
12	Sadržaj Cr	In house metod WDXRF	0		0	
13	Sadržaj Ag	In house metod WDXRF	2		2	
14	Sadržaj Ni	In house metod WDXRF	0		0	
15	Sadržaj Al	In house metod WDXRF	1		4	

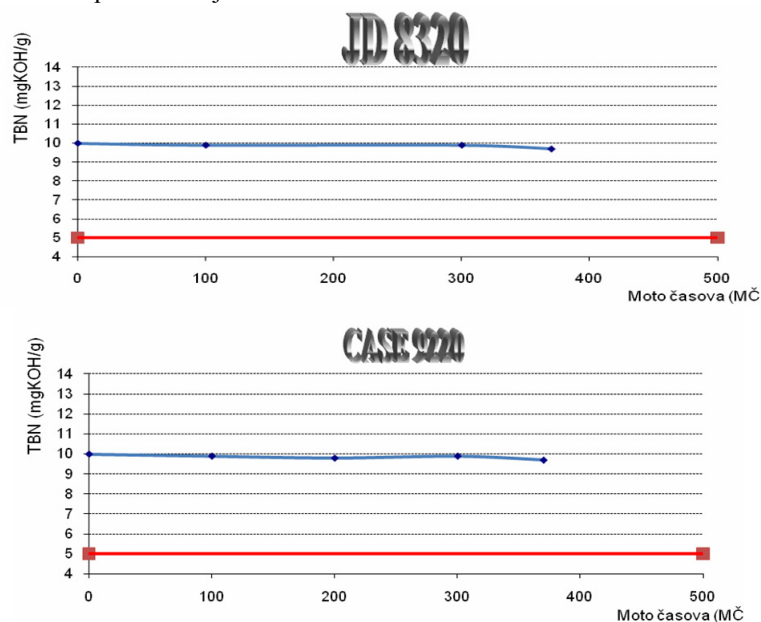
Tab.6: Rezultati analize fizičko-hemijskih osobina korišćenog motornog ulja uzetog iz traktora Case Steyr 9220

Tab. 6: Results of phisico-chemical analysis of used motor oil, used in tractor Case-Steyr 9220

Rb	Karakteristika	Metoda	Uzorkovanje (r/č)			
			100	200	300	400
1	Izgled	Vizuelno	crno		crno	
2	Viskoznost na 100°C	ASTM D 445	14,30	14,20	14,52	
3	Ukupan bazni broj (TBN)	ASTM D 2896	9,9	9,8	10,0	
4	Ukupan kiselinski broj (TAN)	ASTM D 664	2,9	3,3	3,8	
5	Membranska filtracija	ASTM D 4055			0,1	
6	Sadržaj Zn	In house metod WDXRF	0,139	0,138	0,140	
7	Sadržaj Fe	In house metod WDXRF	2	10	20	
8	Sadržaj Pb	In house metod WDXRF	0	2	3	
9	Sadržaj Cu	In house metod WDXRF	0	0	0	
10	Sadržaj Si	In house metod WDXRF	15	24	111	
11	Sadržaj Sn	In house metod WDXRF	0	2	3	
12	Sadržaj Cr	In house metod WDXRF	0	0	0	
13	Sadržaj Ag	In house metod WDXRF	3	2	3	
14	Sadržaj Ni	In house metod WDXRF	0	0	0	
15	Sadržaj Al	In house metod WDXRF	1	2	32	

Gubitak baznog potencijala (TBN) je normalna pojava u toku korišćenja motornog ulja. Granične vrednosti su :

- ◆ upozoravajuća vrednost predstavlja pad vrednosti do 50% od početne vrednosti i
- ◆ kritična vrednost predstavlja pad vrednosti od 75% od početne vrednosti.
- ◆ ili kada dođe do približavanja vrednosti TAN i TBN



Sl. 1. Promena TBN
Fig. 1. Change TBN

Na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja korišćenog motornog ulja, vidi se da je pad baznog potencijala iznosi do max. 8%.

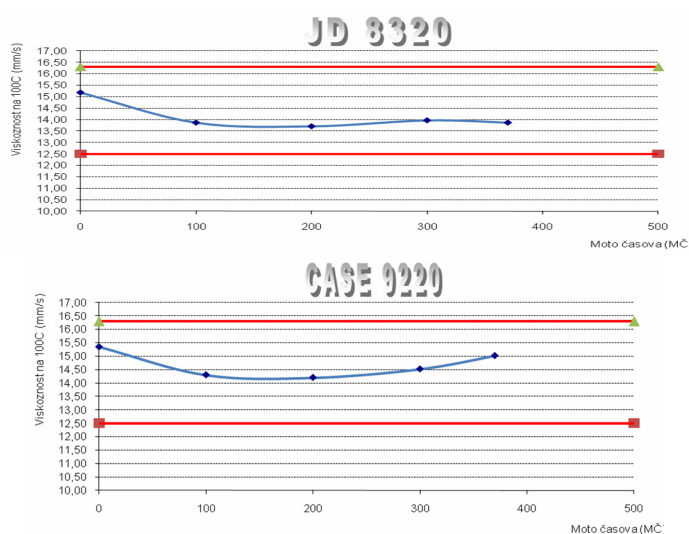
Viskoznost ulja u toku eksploatacije motornog ulja dešava se da dođe do povećanja kinematske viskoznosti ulja, a najčešći razlozi su:

- ◆ prisustvo povećane količine čađi u motornom ulju,
- ◆ oksidacija i polimerizacija pojedinih ugljovodoničnih struktura prisutnih u ulju.

Takođe, u toku eksploatacije motornog ulja, može da se pojavi pad vrednosti viskoznosti, a mogući razlozi su:

- ◆ razređenje motornog ulja gorivom zbog nepodešenosti sistema za ubrizgavanje ili zbog povećanih zazora u području klipnih prstenova,
- ◆ destrukcija upotrebljenog improvera viskoznosti usled delovanja mehaničkih sila.

Kritične vrednosti viskoznosti se smatraju sve vrednosti viskoznosti kada vrednost izađe iz opsega gradacije prema SAE klasifikaciji koja za SAE 40 iznose 12,5 – 16,3 mm²/s.



Sl. 2. Promena viskoziteta

Fig. 2. Viscosity changes

Na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja, koji su prikazani u tab. 5. I 6., vidi se da se kinematska viskoznost na 100°C, nalazila u okviru viskozne gradacije i da nije došlo do značajnijih promena u ulju a takođe ni do destrukcije polimera.

Kiselinski broj (TAN) u toku eksploatacije ukazuje na porast kiselosti maziva u toku upotrebe. Kiselinski broj predstavlja ukupnu količinu kiselina i kiselinskih produkata sagorevanja u maziva. U toku eksploatacije mazivo je u kontaktu sa vazduhom i produktima sagorevanja i na visokim temperaturama se delimično oksiduje. Postepeno povećanje kiselinskog broja je uobičajena pojava, dok naglo povećanje ukazuje na spoljni izvor, odnosno kontaminaciju.



Sl. 3. Promena TAN

Fig. 3. Change TAN

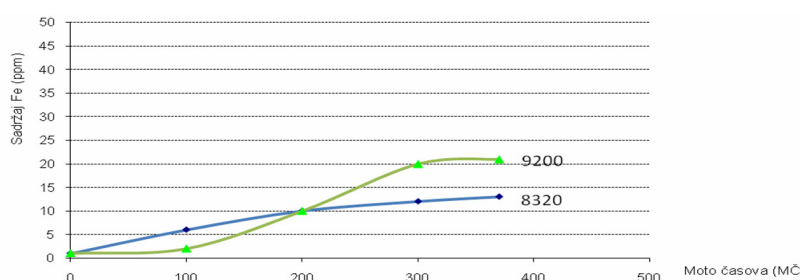
Kritična vrednost kiselinskog broja kod motornih ulja je kada se izjednači sa vrednošću baznog broja ($TAN \leq TBN$). U tom slučaju se mora izvršiti zamena motornog ulja.

Membranskom filtracijom se detektuju proizvodi degradacije ulja i kontaminanti (koks, prašina, organski oksidi, čestice metala nastale habanjem). Najčešće se određuju materije nerastvorne u pentanu: čađ, koks, prašina, metali, i organski oksidi. Toleriše se vrednost membranske filtracije do 0,5%.

Ako se tokom vremena vrednosti naglo povećavaju, znak je da motor nema dobro sagorevanje, da ima povećanog habanja ili da je neispravan filter za vazduh.

Analiza sadržaja metala i hemijskih elemenata aditiva upotrebljava se za određivanje veličine habanja metalnih delova motora, kao i na prisustvo hemijskih elemenata aditiva (P, Ca i Zn).

Sadržaj metala ukazuje na veličinu habanja metalnih delova motora, te ova analiza predstavlja najbolji pokazatelj ocene tehničkog stanja motora. Takođe, količina metala u ulju ukazuje na nivo antihabajuće zaštite koju pruža korišćeno motorno ulje.



Sl. 4. Promena sadržaja Fe
Fig. 4. Change Fe content

Sadržaj i količina hemijskih elemenata koji ulaze u sastav aditiva od direktnog je uticaja na dužinu eksploatacionog veka motornog ulja. Na količinu hemijskih elemenata veliki uticaj ima tehničko stanje motora.

Na osnovu prikazanih rezultata ispitivanja vidi se da se količina hemijskih elemenata u korišćenom motornom ulju nalazila u predviđenim granicama za ove tipove motora i za ovaj kvalitetni nivo ulja.

Sadržaj silicijuma: ukazuje na neispravnost prečistača vazduha. U slučaju kada je došlo do oštećenja, korišćenja nedovoljno kvalitetnog vazdušnog prečistača, pogrešnog ugrađivanja istog, dolazi do prodora fine prašine, koja deluje kao fina brusna pasta koja dovodi do abrazivnog habanja.

Gubitak ulja između dve zamene, u granicama koje predviđa proizvođač (max do 10% od količine ulja u karteru motora), uobičajena je i normalna pojava. Do pojave smanjenja količine ulja u motoru dolazi zbog prirodne karakteristike ulja da isparava i sagoreva. Na visokim temperaturama ulje isparava, pa je količina para funkcija kvalitetnog nivoa ulja. Povećana potrošnja ulja, koja je veća od predviđene, predstavlja prvi indikator gubitka pogonskih i konstrukcionih karakteristika motora, jer se procenjuje, da se više od 95% ukupnih gubitaka ulja, odvija u sklopovima klip-cilindar.

Osnovni problem kod podmazivanja sklopa cilindar-klipni prstenovi su: debljina uljnog filma i

temperatura. Ako je debljina uljnog filma veća od potrebne, u zoni sagorevanja se unosi veća količina ulja, koja sagoreva, a produkti sagorevanja se izbacuju u okolinu, a u klipnim prstenovima se stvaraju čvrsti koksni ostaci koji kontaminiraju ulje i lepe se na čelo klipa. U slučaju da je uljni film tanji od dozvoljene debljine, povećava se intenzitet habanja. Ovo se javlja kada je niska viskoznost ulja kao i u slučaju termičke nestabilnosti ulja. U tabeli 7 prikazani su podaci o gubitku motornog ulja u periodu između dve zamene pri čemu treba uzeti u obzir da je za potrebe uzorkovanja uzeto cca 3L po svakom traktoru.

Tab. 7. Prikaz dolivanja motornog ulja između dve zamene

Tab. 7. Consumption of motor oil between two exchange

Naziv poljoprivredne mašine	Količina dolivenog ulja (lit)				Količina ulja u motoru (lit)
	0 – 100 r/č	100 – 200 r/č	200 – 300 r/č	300 – 400 r/č	
Traktor Case 9220	0	6	4	6	20
Traktor John Deere 8320	0	7	6	5	25

ZAKLJUČAK

Na osnovu eksploatacionog ispitivanja motornog ulja, čiji su rezultati laboratorijskih analiza prikazani u ovom radu, može se zaključiti:

1. Eksploataciono ispitivanje motornog ulja **NISOTEC FAVORIT 15W/40**, kvalitetnog nivoa CI-4, viskozitetne gradacije SAE 15W/40, pokazalo je njegov visok kvalitet, što je rezultat kvalitetnog baznog ulja i dobar izbor paketa aditiva,
2. Sve fizičko-hemijske karakteristike ulja, kao i metali habanja nalaze se u predviđenim granicama za ove tipove motora i kvalitetni nivo ulja,
3. Utvrđeno je da i nakon 400 r/č motorno ulje poseduje određeni potencijal te je moguće njegovo dalje korišćenje u motorima traktora koji su bili predmet ispitivanja.

LITERATURA:

- [1.] Tehnička uputstva : Engine Requirement- Lubricating Oil (Detroit Diesel, Cummins, Caterpillar i dr.)
- [2.] Tehnička uputstva: Oil Analysis, različitih proizvođača opreme,
- [3.] Metode : ASTM, DIN, ISO- metode,
- [4.] Kekić A., Obradović A.: "Eksploataciono ispitivanje motornog ulja FAM FENIX SUPERIOR" u PIK „Bečej“ a. d., YUMTO, Novi Sad, 2009.
- [5.] Kovač O., Dugić P., Vujica J., Kekić A.: Eksploataciono ispitivanje motornog ulja za poljoprivrednu mehanizaciju, GOMA 2009., Rovinj-Croatia, 2009.
- [6.] Marković Lj., Petrović P., Radojević N.: Razmatranje potrošnje motornog ulja dizel motora, Poljoprivredna tehnika, br. 1, Beograd, 2005.,
- [7.] N. Robinson, Monitoring oil degradation with infrared spectroscopy, Wear check
- [8.] A. Geach, Infrared Analysis as Tool for Assessing Degradation in Used Engine Lubricante, Wear check
- [9.] M. Stojilković: „Podmazivanje motornih vozila“ YUNG Beograd, 2002
- [10.] M. Stojilković: „Primena maziva“ NIS a. d., Novi Sad, 2011.
- [11.] V. Savić, M. Jovanović, D. Jurišić " Motorna ulja", IKOS Novi Sad, 2006
- [12.] YUMTO 2006: A.Kekić, J Vujica, Određivanje optimalnog intervala zamjene ulja u motorima poljoprivrednih mašina pomoću dve metode

Rad primljen: 22.10.2012.

Rad prihvaćen: 05.11.2012.