

MARICA DUGIĆ<sup>1</sup>, PERO DUGIĆ<sup>1</sup>, BRANKA  
DUGIĆ KOJIĆ<sup>1</sup>, ZORAN PETROVIĆ<sup>2</sup>, VLADAN MIČIĆ<sup>2</sup>

Originalni naučni rad  
UDC:621.89.094  
doi:10.5937/ZasMat1502232D

## Razvoj hidrauličnih fluida za tešku mehanizaciju

Za hidraulične fluide usvojene su brojne klasifikacije i specifikacije koje su izradile organizacije za standardizaciju, čiji zahtjevi definišu kvalitetne nivoe i utvrđene metode za njihovo ispitivanje. Zahtjeve za kvalitet hidrauličnih ulja definišu i konstruktori i proizvođači hidraulične opreme (OEM – *Original Equipment Manufacturer*). Razvoj specifikacija hidrauličnih ulja, u ovom slučaju namijenjenih za tešku mehanizaciju, odvijao se u skladu sa promjenama u konstrukciji opreme kod hidrauličnih sistema, posebno pumpi, materijala za crijeva i filtere i promjene zapremine rezervoara za hidraulične fluide. U radu je prikazan trend rasta zahtjeva za kvalitet hidrauličnih ulja za tešku mehanizaciju i promjene u sastavu fluida i njihovih funkcionalnih karakteristika.

**Ključne riječi:** klasifikacije, specifikacije, hidraulični fluidi

### 1. UVOD

Pojam hidrauličnog sistema možemo definisati kao cjelinu sastavljenu od većeg broja hidrauličnih komponenata koje imaju zadatak da ulaznu, mehaničku energiju transformišu u hidrauličnu, zatim da je transportuju do mjesta potrošnje, gdje se ponovo pretvara u mehaničku energiju i predaje mehanizmu, mašini ili transportnom sredstvu. Prenos energije vrši se hidrauličnim fluidom.

Za hidraulične fluide propisane su brojne klasifikacije i specifikacije koje su izradile organizacije za standardizaciju (npr. ISO, DIN), čiji zahtjevi definišu kvalitetne nivoe i utvrđene metode za njihovo ispitivanje. Zahtjeve za kvalitet hidrauličnih ulja definišu i konstruktori i proizvođači hidraulične opreme (OEM – *Original Equipment Manufacturer*).

Razvoj specifikacija odvijao se u skladu sa promjenama u konstrukciji opreme kod hidrauličnih sistema, u ovom slučaju hidrauličnih ulja namijenjenih za tešku mehanizaciju. Pedesetih godina dvadesetog vijeka proizvedeni su prvi hidraulični bageri (npr. Demag B504) čije pumpe su ostvarivale pritisak ispod 10 MPa a kapacitet kašike bio je 0,4 m<sup>3</sup> [1].

U radu je prikazan trend rasta zahtjeva za kvalitet hidrauličnih ulja za tešku mehanizaciju. Upoređivani su zahtjevi početnih i sadašnjih specifikacija i rezultati ispitivanja karakteristika hidrauličnih ulja koja su korištena u hidrauličnim sistemima bagera koji su proizvedeni prije više od dvadeset godina, te ulja koja se koriste u sistemima bagera novije generacije. U proteklom periodu došlo je do uvođenja novih testova za ispitivanje i razvoja novih metoda. Novije specifikacije koje su donijeli OEM

proizvođači pored osnovnih, već postojećih testova, uvode i ispitivanja hidrolitičke i termičke stabilnosti, antihabajuće testove na krilnim, klipnim i klipno-aksijalnim pumpama [2]. U skladu sa tim zahtjevima mijenjale su se i formulacije hidrauličnih fluida. Dolazi do povećanja broja aditiva i promjena u hemijskom sastavu aditiva koji utiču na pojedine funkcionalne karakteristike.

Najnovija generacija hidrauličnih ulja namijenjenih za tešku mehanizaciju formulisana je tako da ispunjava, pored zahtjeva standardnih specifikacija i specifične zahtjeve proizvođača opreme za hidraulične sisteme.

Takvo hidraulično ulje treba, pored ispunjavanja zahtjeva primjene, imati i produženi interval zamjene, koji se danas kreće preko 5000 radnih sati.

Razvoj specifikacija koje uključuju ispitivanje hidrauličnih fluida na različitim konstrukcijama pumpi (od početka korištenja hidrauličnih fluida) prikazan je u slijedećem nizu [1]:

- Eaton Vickers V 104 - C (habanje na krilnoj pumpi, test uz pritisak od 140 bar) ↓
- 1971 – Denison HF-2 (habanje na krilnoj pumpi) ↓
- 1974 – Cincinnati Milacron (habanje na krilnoj pumpi) ↓
- 1977 – Denison HF-0 (habanje na krilnoj/T5C i klipnoj/P46 pumpi) ↓
- 1978 – Vickers 35Q25 (habanje na krilnoj pumpi, test uz pritisak 205-210 bar) ↓
- 1997 – Denison HF-2 (test sa suhom i vlažnom fazom, pumpa T6C je zamijenila raniji test na T5C) ↓
- 2004 – Denison HF-0 T6H20C (test na hibridnoj pumpi, kombinaciji krilne i aksijalne) ↓
- 2010 – Bosch Rexroth RD/RE 90220 ↓
- 2013 – Bosch Rexroth RD/RE 90240, RFT-APU-CL (Rexroth Fluid Test Axial Piston Units Closed Loop) ↓

Adrese autora: <sup>1</sup>Rafinerija ulja Modriča, Stepe Stepanovića 49, Modriča, BiH, <sup>2</sup>Tehnološki fakultet Zvornik, Karakaj bb, Zvornik, BiH

Rad primljen 15. 01. 2015.

Rad revidovan: 22. 02. 2015.

Rad prihvaćen: 27. 03. 2015.

- 2014 – Parker Denison, novi test na tri pumpe ↓
- U budućnosti, novi Premium Bosch Rexroth RD/RE 90245

Klasifikacija hidrauličnih fluida ISO 6743/4 prvi put je urađena 1982. godine i nije obuhvatala hidraulične fluide koji manje ugrožavaju okolinu. To je uključeno u reviziju izdatu 1999. godine. Osnovne specifikacije za hidraulične fluide date su u standardima DIN 51524, dio 2/3, ISO 15380 i ISO 12922 i one definišu minimum zahtjeva, te se zahtijevane karakteristike uzimaju kao polazne kod donošenja narednih specifikacija.

## 2. EKSPERIMENTALNI RAD

Predmet istraživanja u ovom radu su hidraulična ulja gradacije viskoznosti ISO VG 46, koja se koriste u hidrauličnim sistemima bagera koji rade na površinskom kopu rudnika mrkog uglja. Hidraulični sistemi su izloženi teškim uslovima rada, učestalim i velikim promjenama temperatura, protoka i pritiska hidrauličnog ulja, vibracijama i

zamoru, uz prisustvo ugljene prašine, pijeska i dotoka vlažnog vazduha.

Prema svom sastavu, svojstvima i primjeni, ova hidraulična ulja ispunjavaju zahtjeve standarda ISO 6743/4 za HV ulja i zahtjeve standarda DIN 51524/3, koji su navedeni u Tabeli 1.

Testirana su dva hidraulična ulja, u radu oznaka HU1 i HU2. Oba ulja proizvedena su od kombinacije solventno-rafiniranih i hidrokrekovanih mineralnih baznih ulja, sa dodacima: aditiva protiv oksidacije, habanja, korozije, pjenjenja i poboljšivača indeksa viskoznosti. Razlika ova dva ulja je u hemijskom sastavu paketa aditiva i u vrsti polimera za poboljšanje indeksa viskoznosti. Razlike u formulacijama utiču i na ispunjavanje karakteristika koje su potrebne kod pojedinih specifikacija, pogotovo zahtjeva OEM proizvođača pumpi [2].

U tabeli 2. navedene su specifikacije koje ispunjava ulje HU1 i ulje HU2.

Tabela 1 - Karakteristike koje zahtijeva DIN 51524, osnovna specifikacija

DIN 51524, osnovna industrijska specifikacija za hidraulična ulja dio 1 HL: Mineralna bazna ulja sa dodatkom inhibitora korozije i oksidacije, bez antihabajućih i EP-aditiva dio 2 HLP: Fluidi na bazi mineralnih ulja uz dodatak inhibitora korozije i oksidacije, kao i antihabajućih aditiva dio 3 HVLP: fluidi sa dodatkom poboljšivača indeksa viskoznosti		
Osnovne karakteristike	Funkcionalne karakteristike	Antihabajuće performanse
- Viskoznost - Čistoća ulja - Sadržaj čvrstih čestica - Sadržaj pepela - Sadržaj vode - Neutralizacioni broj - Tačka tečenja - Tačka paljenja	Filtrabilnost Pjenjenje Otpuštanje vazduha Deemulgivnost Kompatibilnost elastomera Korozija čelika Bakar korozija 3h/100 °C Oksidaciona stabilnost (1000 h min.) Smična stabilnost	-FZG -V104 Krilna pumpa
Nema zahtjeva za termičku i hidrolitičku stabilnost ...		
dodatni OEM zahtjevi...		

Tabela 2 - Specifikacije koje ispunjava HU1 i HU2.

	HU 1	HU 2
Standardi/ specifikacije	ISO 6743/4 za HV	ISO 6743/4 za HV
	DIN 51524/3 (HVLP )	DIN 51524/3 (HVLP )
	ISO 11158 (HV)	ISO 11158 (HV)
	Cincinnati Machine P-70	Cincinnati Machine P-70
	Denison HF-0/2	Denison HF-0/2
	Eaton Vickers	Eaton Vickers
		BOSCH REXROTH 90220
		Parker/Denison T6H20C Hybrid Pump

Od svježih uzoraka HU1 i HU2 rađen je FZG test u laboratorijama proizvođača sirovina, po metodi FZG gear test A 8.3/90, DIN 51354/2. Ulje

HU1 izdržalo je više od 10 stepeni testnog opterećenja zubaca, što se uklapa u specifikacije koje to ulje ispunjava.

Ulje HU2 izdržalo je više od 12 stepeni testnog opterećenja zubaca, sa habanjem od 19,3 mg. Po zahtjevima specifikacije rezultat ne smije biti manji od 10 stepeni.

Testovi habanja uzorka HU2 rađeni su u jednoj od laboratorija proizvođača sirovina i na pumpi Eaton Vickers V 104 – C, (uslovi za izvođenje testa prikazani su u tabeli 3.), pri čemu su dobiveni rezultati habanja prstena: 14,9 mg (standard propisuje max. 60 mg) i rezultati habanja ostalih dijelova pumpe: krilaca = 3,7 mg; rotora = 0,4 mg.

Prije eksploatacionih ispitivanja hidraulično ulje HU2 analizirano je u laboratorijama proizvođača sirovina i na Parker/Denison T6H20C hibridnoj pumpi. Na slici 1. prikazana je aparatura na kojoj su rađeni testovi.



Slika 1 - Fotografija Parker/Denison T6H20C hibridne pumpe

Rezultati ispitivanja hidrauličnog ulja su u granicama veličina koje su prema specifikaciji zahtijevane:

- Krila i kraci: habanje ispod 15 mg;
- Habanje klipova: manje od 300 mg;
- Profil površine bregastog prstena: zadovoljavajuće;
- Porast diferencijalnog pritiska: < 100 mbar (suva faza);
- Porast diferencijalnog pritiska: < 600 mbar (mokra faza).

Ulje HU2 ispunjava i zahtjeve specifikacije Bosch Rexroth 90220, koja je izašla 2010. U skladu sa konstrukcijom i zahtjevima pumpi ova specifikacija pooštrila je mnoge karakteristike i razvila nova ispitivanja [2].

Testovi su rađeni na klipno – aksijalnim pumpama visokih pritisaka.

Ova specifikacija zahtijeva:

- strožije vrijednosti čistoće ulja, bolju filtrabilnost
- bolju kontrolu pjenjenja, otpuštanja vazduha, deemulgivnosti

- kontrolu stvaranja taloga i laka
- bolju termičku i oksidacionu stabilnost, dobru korozionu zaštitu
- bolje viskozno – temperaturne karakteristike i visok indeks viskoznosti, do 180; odlične antihabajuće karakteristike
- širi opseg radnih temperatura koje se mogu povećati (kratkotrajno) i do 130° C
- bolju stabilnost na smicanje
- bolju kompatibilnost sa elastomerima.

Tabela 3 - Uslovi za izvođenje testova na različitim hidrauličnim pumpama

<b>Eaton Vickers V 104 – C</b>	
Tip pumpe	Krilna pumpa
Zapremina ulja	70 L
Metoda	DIN EN ISO 20763 (DIN 51389/2) ASTM D 7043-04a (ASTM D 2882)
Trajanje testa	250 h ; 2. ASTM: 100 h
Uslovi kod izvođenja testa	1440 rpm; 14 MPa 1200 rpm; 6,9 MPa
<b>Eaton Vickers 35VQ25</b>	
Tip pumpe	Krilna pumpa
Zapremina ulja	190 L
Metoda	ATS 373 (ranije M-2952-S, ASTM D 6973)
Trajanje testa	3 x 50 h
Uslovi kod izvođenja testa	2350-2400 rpm; 20,5-21 MPa
<b>Parker/Denison T6H20C Hybrid Pump</b>	
Tip pumpe	Kombinacija krilne i klipne pumpe
Zapremina ulja	200 L
Metoda	A-TP-30533 (Parker Hannifin/Denison)
Trajanje testa	Suva faza – 300 h / 110 °C Vlažna faza – 300 h / 80 °C
Uslovi kod izvođenja testa	1700 rpm, 25/28 MPa
<b>Bosch Rexroth RD/RE 90240, Fluid Test RFT-APU-CL</b>	
Tip pumpe	Klipno-aksijalna
Zapremina ulja	60 L
Metoda	RFT-APU-CL (Rexroth Fluid Test Axial Piston Units Closed Loop)
Trajanje testa	Break-in test: 10 h Swivel cycle test: 300 h Corner power test: 200 h
Uslovi kod izvođenja testa	Break-in test: 2000 rpm, 25 MPa Swivel cycle test: 4000 rpm; 45 MPa Corner power test: 4000 rpm; 50 MPa
U nacrtu je nova Bosch Rexroth Premium RD/RE 90245 specifikacija, kombinacija hidraulične pumpe i hidrauličnog motora; rade se testovi kod BR	

Prilikom formulisanja ulja tipa HU2 korišteni su rezultati ovih testova, koje su radili proizvođači aditiva u svojim laboratorijama. Ulje HU1 korišteno je u hidraulici bagera „Demag“, starije generacije, gdje su pritisci bili oko 15 MPa, sa kapacitetom kašike 4 m<sup>3</sup>. Sadržaj uljnog punjenja bio je oko 800 L. Analize uzoraka iz sistema pomenutog bagera, uzimanih nakon određenih moto časova rada, navedene su u tabeli 4 [3].

Ulje HU2 namijenjeno je za korištenje u hidrauličnim sistemima bagera novije generacije, koji su na površinskim kopovima zamijenili bagere starije generacije i trenutno su kod nas najzastupljeniji. Pojedini rudnici u Bosni i Hercegovini već su počeli nabavljati i bagere najnovije generacije, u čijim se hidrauličnim sistemima nalazi ulje koje ispunjava najnovije OEM specifikacije, kao što je Bosch Rexroth RD/RE 90240.

Tabela 4 - Analiza HU1 iz bagera "Demag", starije generacije

Karakteristike HU 1	Radni sati					
	Svjež (0 h)	600 h	830h	1108h	1300h	1800h
V <sub>40 °C</sub> , mm <sup>2</sup> /s	46,37	42,39	41,01	40,53	42,73	41,89
V <sub>100 °C</sub> , mm <sup>2</sup> /s	8,8	7,16	6,89	6,76	6,99	6,76
IV	148	131	126	127	122	117
Kiselinski broj, mg KOH/gr	0,35	0,36	0,36	0,36	0,30	0,34
Deemulgivnost na 54 °C, minuta	13	18	26	23	30	23
Sklonost ka pjenjenju, mL/min						
24 oC	0/0	50/5	100/50	150/30	100/20	100/50
94 oC	0/0	20/0	60/10	50/10	150/70	50/20
24 oC	0/0	30/0	100/30	150/50	60/70	110/50
75 oC ( radna)	0/0	10/0	50/10	160/10	120/10	50/20
Klasa zaprljanosti ISO 4406/99						
≥4 μm (c)	18	18	19	20	22	23
≥6 μm (c)	16	17	17	18	20	20
≥14 μm (c)	13	14	14	15	14	15

Tabela 5 - Analiza HU2 ulja iz bagera novije generacije, Komatsu PC 3000

Karakteristike Hidrauličnog ulja HU2	Radni sati						
	Svjež (0 h)	1000 h	1800 h	2928 h	3648 h	4910 h	5600 h
V <sub>40 °C</sub> , mm <sup>2</sup> /s	45,54	44,70	44,72	43,94	42,82	42,76	42,70
V <sub>100 °C</sub> , mm <sup>2</sup> /s	8,86	8,46	8,43	8,28	8,12	8,12	8,10
IV	178	168	168	167	167	167	166
Kiselinski broj, mg KOH/gr	0,68	0,61	0,56	0,55	0,59	0,57	0,57
Deemulgivnost na 54 °C, min	4	7	8	3	6	3	8
Sklonost ka pjenjenju, (mL/ stabilnost u min)							
24 °C	0/0	0/0	10/0	10/0	10/0	0/0	10/0
94 °C	0/0	0/0	20/0	10/0	30/0	20/0	20/0
24 °C	0/0	0/0	10/0	0/0	10/0	0/0	10/0
75 °C ( radna)	0/0	5/0	20/0	10/0	30/0	20/0	20/0
Klasa čistoće ISO 4406/99							
≥4 μm (c)	18	18	19	20	19	19	19
≥6 μm (c)	16	15	17	18	17	18	17
≥14 μm (c)	13	14	14	15	14	14	15

U tabeli 5 prikazani su rezultati ispitivanja uzoraka hidrauličnog ulja HU2 koje je korišteno u sistemu bagera Komatsu PC 3000. Osobine bagera su: kapacitet kašike: 15 m<sup>3</sup>, sa mogućnosti zahvatanja i 17,4 m<sup>3</sup>; svi putujući ili radni pokreti izvršavaju se hidraulički.

Hidraulične pumpe snabdijevaju se hidrauličnim uljem iz rezervoara kapaciteta od 2900 L, mada je ukupna zapremina hidrauličnog ulja u čitavom sistemu bagera 4400 L.

Za operacije korišćenja kašike i kretanja bagera zadužene su tri glavne pumpe. To su klipno-aksijalne pumpe promjenljivog protoka (maksimalni protok glavne pumpe iznosi 2730 L/min i maksimalni pritisak od 31 MPa za rad kašike, a za funkciju transporta pritisak iznosi 37 MPa). Bager je težak oko 256 tona.

Uzorci hidrauličnog ulja koje se nalazi u bagerima su periodično uzimani sa mjesta gdje se nalazi povratni ventil i dopremani su u laboratoriju na analizu. U većini slučajeva bageri su radili do vremena uzimanja uzoraka, ulje je cirkulisalo, tako da se oni mogu smatrati kao prosječni uzorci [4].

Rezultati analiziranih uzoraka iz eksploatacije hidrauličnog ulja oznake HU1 pokazuju da su tokom korišćenja ulja narušene karakteristike testa pjenjenja, vrijednost indeksa viskoznosti pada i došlo je do povećanja nečistoća. Ulje je kontamini-

rano radi same degradacije ulja, ali i radi lošijih zaptivki i filtera. Nakon 1800 sati korišćenja data je preporuka da se izvrši filtracija [5].

Kod starije generacije bagera preporuka proizvođača opreme za interval zamjene ulja iznosila je i manje od 2000 moto časova rada [3].

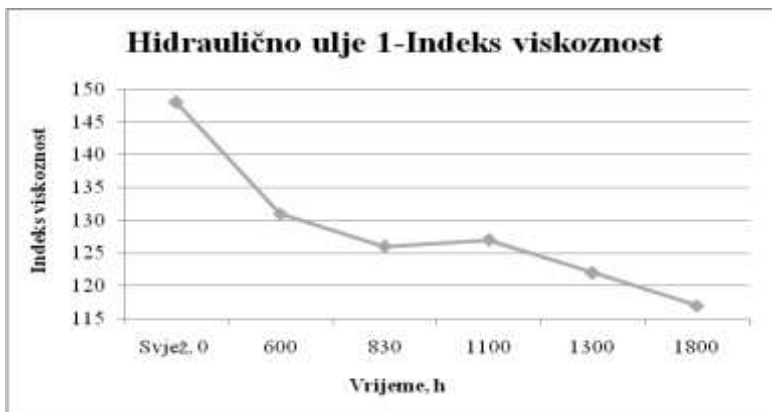
Hidraulično ulje HU2 korišćeno je u novijoj generaciji bagera, gdje su OEM proizvođači pumpi i ostalih dijelova hidrauličnog sistema u svojim zahtjevima tražili da interval zamjene ulja bude preko 5000 moto časova rada. Ulje je trebalo ispuniti dodatne zahtjeve specifikacija koje su ranije navedene [2]. Takvo ulje je formulisano, ispitano u domaćim i inostranim laboratorijama i primjenjivano u hidrauličnim sistemima bagera [5].

Iz rezultata analiza uzoraka ulja iz eksploatacije, koji su periodično uzorkovani sve do preko 5000 moto časova rada bagera, sve performanske karakteristike bile su zadovoljavajuće. Nije došlo do formiranja taloga, ulje je ostalo u gradaciji viskoznosti, pad indeksa viskoznosti nije bio značajan, tako da je ulje u svim klimatskim uslovima moglo obavljati svoju funkciju [6].

Degradacija ulja nije prekomjerna, izmjereni sadržaj i veličina nečistoća nisu bili značajani, ulje nije pjenilo, tako da je data preporuka za filtraciju, ulje je nastavilo obavljati svoju funkciju u hidrauličnom sistemu [7].



Slika 2 - Indeks viskoznosti ulja HU1 i HU2 do 1800 moto časova



Slika 3 - Promjena indeksa viskoznosti ulja HU1 do 1800 moto časova

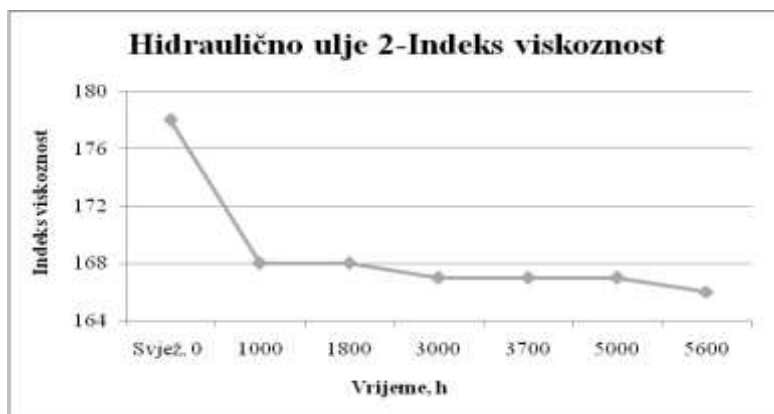
Na slici 2 je prikazano poređenje indeksa viskoznosti ulja HU1 i HU2, samo do 1800 moto časova rada bagera, odnosno dok su vršene analize uzoraka ulja iz sistema gdje je korišteno HU2. Značajna je razlika u padu indeksa viskoznosti (IV) kod ulja HU1 u odnosu na ulje HU2.

Pad indeksa viskoznosti kod analiziranih uzoraka ulja HU1 u periodu rada do 1800 moto časova prikazano je na slici 3.

Hidraulično ulje HU2 formulirano je sa novom generacijom polimera za poboljšanje indeksa vis-

koznosti, koji daje bolju stabilnost na smicanje, što utiče na smanjenje kontaminacije ulja uzrokovanu degradacijom polimera i hidrolizom paketa aditiva, te time i na smanjenje pjenjenja.

Kretanje vrijednosti indeksa viskoznosti ulja HU2 od početka korištenja do 5600 moto časova prikazano je na slici 4. Ulje HU2 je i pored oštih uslova rada pokazalo odličnu smičnu stabilnost, zadržavši vrijednost IV iznad 160 jedinica.



Slika 4 - Promjena indeksa viskoznosti (IV) ulja HU2 do 5600 moto časova

### 3. ZAKLJUČCI

Poslednjih desetak godina došlo je do velikih promjena u konstrukcijama teške mehanizacije koje u svom sastavu imaju hidraulične sisteme. To se posebno odrazilo na povećane zahtjeve prema svim dijelovima hidrauličnih sistema, posebno pumpi, a time i hidrauličnim fluidima.

U ovom radu prikazana su eksploataciona ispitivanja uzoraka dva hidraulična ulja, koja su svako u svom vremenu korištenja ispunjavala vrijednosti karakteristika koje su zahtijevale tadašnje specifikacije i zahtjevi proizvođača pumpi koje su ugrađivane u bagere, te ostalih dijelova (ventili, crijeva, rezervoari, filteri).

Nove formulacije hidrauličnog ulja namenjenih za korištenje u hidrauličnim sistemima teške mehanizacije, prilikom formuliranja, pored analiza fizičko-hemijskih karakteristika, prolaze kroz mnogobrojne dodatne testove koji su osmislili upravo OEM proizvođači. Interval zamjene uljnog punjenja je produžen na preko 5000 moto časova rada bagera. Time se značajno utiče na smanjenje količine korišćenih ulja. Na svim dijelovima hidrauličnog sistema ne dolazi do nakupljanja taloga i stvaranja lakova, što značajno utiče na njihovu trajnost.

Za korisnika je velika ušteda kod nabavke ulja, produženje trajanja filtera, crijeva, zaptivki, te utrošenog vremena za servisiranje.

Razvoj i primjena jednog takvog ulja prikazan je kroz rezultate analize hidrauličnog ulja oznake HU2.

### LITERATURA

- [1] Loos A., Roßrucker T.: Hydraulic Fluids and International Specifications, UNITI, Mineral Oil Technology Congress, Stuttgart, 2014, Presentation
- [2] Rating of hydraulic fluids for Rexroth hydraulic components (pumps and motors), Bosch Rexroth, 2013, 1-6
- [3] M. Dugić, P. Dugić (2011) Uticaj onečišćenja na funkcionalne karakteristike hidrauličkih ulja, Goriva i maziva, Vol. 50, Broj 1, 22-34. Zagreb
- [4] M. Dugić, P. Dugić, Z. Petrović: Važnost laboratorijskog praćenja stanja hidrauličnih fluida koji se koriste u rudarskoj mehanizaciji, I Međunarodna konferencija Termonoenergetika i održivi razvoj, TENOR 2010, Ugljevik, BIH
- [5] M. Dugić, P. Dugić, N. Jeremić, R. Macura: Problematics in Usage of Hydraulic Oils in Mining Mechanization, The 42 International October Conference on Mining and Metallurgy, 10-13 October 2010, Kladovo, Serbia
- [6] Barber A., Filippini B., Profflet R.: A Fluid Solution to Preventing Varnish Formation, STLE Annual Meeting, Cleveland, Ohio, USA, 2008, Presentation
- [7] ISO 4406:1999 Hydraulic fluid power - Method for coding the level of contamination by solid particle

**ABSTRACT**

## DEVELOPMENT OF HYDRAULIC FLUID FOR HEAVY MACHINERY

*Various classifications and specifications for hydraulic fluids are prescribed, that were developed by standardization organizations, whose demands define quality levels and appointed methods for its testing. Hydraulic fluids quality demands are defined by constructors and manufacturers of hydraulic equipment (OEM – Original Equipment Manufacturer). Development of specifications for hydraulic oils, in this case aimed for heavy machinery, are in accordance with changes in equipment construction for hydraulic systems, especially pumps, hoses and filters materials and changes in reservoir volume for hydraulic fluids. In this paper we presented the rise in demands trends for heavy machinery hydraulic oils quality, shown through changes in fluid composition and its functional characteristics.*

**Key words:** *classifications, specifications, hydraulic fluids*

*Scientific paper*

*Paper received: 15. 01. 2015.*

*Paper revised: 22. 02. 2015.*

*Paper accepted: 27. 03. 2015.*