

MARICA DUGI ¹, PERO DUGI ¹, BRANKA
DUGI KOJI ¹, ZORAN PETROVI ², VLADAN MI ¹ ²

Originalni nau ni rad
UDC:621.89.094
doi:10.5937/ZasMat1502232D

Razvoj hidrauličnih fluida za tešku mehanizaciju

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

Ključne riječi: klasifikacije, specifikacije, hidrauli ni fluidi

1. UVOD

Pojam hidrauli nog sistema možemo definisati kao cjelinu sastavljenu od ve eg broja hidrauli nih komponenata koje imaju zadatak da ulaznu, mehani ku energiju transformišu u hidrauli nu, zatim da je transportuju do mjesta potrošnje, gdje se ponovo pretvara u mehani ku energiju i predaje mehanizmu, mašini ili transportnom sredstvu. Prenos energije vrši se hidrauli nim fluidom.

Za hidrauli ne fluide propisane su brojne klasifikacije i specifikacije koje su izradile organizacije za standardizaciju (npr. ISO, DIN), iji zahtjevi definišu kvalitetne nivoe i utvr ene metode za njihovo ispitivanje. Zahtjeve za kvalitet hidrauli nih ulja definišu i konstruktori i proizvo a i hidrauli ne opreme (OEM – Original Equipment Manufacturer).

Razvoj specifikacija odvijao se u skladu sa promjenama u konstrukciji opreme kod hidrauli nih sistema, u ovom slu aju hidrauli nih ulja namijenjenih za tešku mehanizaciju. Pedesetih godina dvadesetog vijeka proizvedeni su prvi hidrauli ni bageri (npr. Demag B504) ije pumpe su ostvarivale pritisak ispod 10 MPa a kapacitet kašike bio je 0,4 m³ [1].

U radu je prikazan trend rasta zahtjeva za kvalitet hidrauli nih ulja za tešku mehanizaciju. Uporeivani su zahtjevi po etnih i sadašnjih specifikacija i rezultati ispitivanja karakteristika hidrauli nih ulja koja su korištena u hidrauli nim 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 uvoenja novih testova za ispitivanje i razvoja novih metoda. Novije specifikacije koje su donijeli OEM

proizvo a i pored osnovnih, ve postoje ih testova, uvode i ispitivanja hidroliti ke i termi ke stabilnosti, antihabaju e testove na krilnim, klipnim i klipno-aksijalnim pumpama [2]. U skladu sa tim zahtjevima mijenjale su se i formulacije hidrauli nih fluida. Dolazi do pove anja broja aditiva i promjena u hemijskom sastavu aditiva koji uti u na pojedine funkcionalne karakteristike.

Najnovija generacija hidrauli nih ulja namijenjenih za tešku mehanizaciju formulisana je tako da ispunjava, pored zahtjeva standardnih specifikacija i specifi ne zahtjeve proizvo a a opreme za hidrauli ne sisteme.

Takvo hidrauli no ulje treba, pored ispunjavanja zahtjeva primjene, imati i produženi interval zamjene, koji se danas kre e preko 5000 radnih sati.

Razvoj specifikacija koje uklju uju ispitivanje hidrauli nih fluida na razli itim konstrukcijama pumpi (od po etka korištenja hidrauli nih fluida) prikazan je u slijede em 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: ¹Rafinerija ulja Modri a, Stepe Stepanovi a 49, Modri a, BiH, ²Tehnološki fakultet Zvornik, Karakaj bb, Zvornik, BiH

Rad primljen 15. 01. 2015.

Rad revidovan: 22. 02. 2015.

Rad prihva en: 27. 03. 2015.

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

Klasifikacija hidrauli nih fluida ISO 6743/4 prvi put je urađena 1982. godine i nije obuhvatala hidrauli ne fluide koji manje ugrožavaju okolinu. To je uključeno u reviziju izdatu 1999. godine. Osnovne specifikacije za hidrauli ne 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 hidrauli na ulja gradacije viskoznosti ISO VG 46, koja se koriste u hidrauli nim sistemima bagera koji rade na površinskom kopu rudnika mrkog uglja. Hidrauli ni sistemi su izloženi teškim uslovima rada, u estalim i velikim promjenama temperatura, protoka i pritiska hidrauli nog ulja, vibracijama i

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

Prema svom sastavu, svojstvima i primjeni, ova hidrauli na 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 hidrauli na ulja, u radu oznaka HU1 i HU2. Oba ulja proizvedena su od kombinacije solventno-rafinisanih i hidrokrekovanih mineralnih baznih ulja, sa dodacima: aditiva protiv oksidacije, habanja, korozije, pjenjenja i poboljšiva a indeksa viskoznosti. Razlika ova dva ulja je u hemijskom sastavu paketa aditiva i u vrsti polimera za poboljšanje indeksa viskoznosti. Razlike u formulacijama uti u i na ispunjavanje karakteristika koje su potrebne kod pojedinih specifikacija, pogotovo zahtjeva OEM proizvo a a 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 hidrauli na ulja dio 1 HL: Mineralna bazna ulja sa dodatkom inhibitora korozije i oksidacije, bez antihabaju ih i EP-aditiva dio 2 HLP: Fluidi na bazi mineralnih ulja uz dodatak inhibitora korozije i oksidacije, kao i antihabaju ih aditiva dio 3 HVLP: fluidi sa dodatkom poboljšiva a indeksa viskoznosti		
Osnovne karakteristike	Funkcionalne karakteristike	Antihabaju e performanse
- Viskoznost	Filtrabilnost	-FZG
- isto a ulja	Pjenjenje	-V104 Krilna pumpa
- Sadržaj vrstih estica	Otpuštanje vazduha	
- Sadržaj pepela	Deemulgivnost	
- Sadržaj vode	Kompatibilnost elastomera	
- Neutralizacioni broj	Korozija elika	
- Ta ka te enja	Bakar korozija 3h/100 °C	
- Ta ka paljenja	Oksidaciona stabilnost (1000 h min.)	
	Smi na stabilnost	
Nema zahtjeva za termi ku i hidroliti ku 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 ra en je FZG test u laboratorijama proizvo a a sirovina, po metodi FZG gear test A 8.3/90, DIN 51354/2. Ulje

HU1 izdržalo je više od 10 stepeni testnog optere enja 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 raeni 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 hidrauličnog ulje HU2 analizirano je u laboratorijama proizvođača sirovina i na Parker/Denison T6H20C hibridnoj pumpi. Na slici 1. prikazana je aparatura na kojoj su raeni testovi.



Slika 1 - Fotografija Parker/Denison T6H20C hibridne pumpe

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

- 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 pumpe ova specifikacija poštirila je mnoge karakteristike i razvila nova ispitivanja [2].

Testovi su raeni na klipno – aksijalnim pumpama visokih pritisaka.

Ova specifikacija zahtijeva:

- strožije vrijednosti isto e 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; odli ne 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

Eaton Vickers V 104 – C	
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
Eaton Vickers 35VQ25	
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
Parker/Denison T6H20C Hybrid Pump	
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
Bosch Rexroth RD/RE 90240, Fluid Test RFT-APU-CL	
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 i 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 m³. Sadržaj uljnog punjenja bio je oko 800 L. Analize uzoraka iz sistema pomenutog bagera, uzimanih nakon određenih motornih radova, navedene su u tabeli 4 [3].

Ulje HU2 namijenjeno je za korištenje u hidraulicnim 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 počinjali nabavljati i bagere najnovije generacije, u kojima se hidraulicnim 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 _{40 °C} , mm ² /s	46,37	42,39	41,01	40,53	42,73	41,89
V _{100 °C} , mm ² /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
Deemulzivnost 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 Hidraulicnog ulja HU2	Radni sati						
	Svjež (0 h)	1000 h	1800 h	2928 h	3648 h	4910 h	5600 h
V _{40 °C} , mm ² /s	45,54	44,70	44,72	43,94	42,82	42,76	42,70
V _{100 °C} , mm ² /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
Deemulzivnost 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 isto e 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 hidrauli nog ulja HU2 koje je korišteno u sistemu bagera Komatsu PC 3000. Osobine bagera su: kapacitet kašike: 15 m³, sa mogu nosti zahvatanja i 17,4 m³; svi putuju i ili radni pokreti izvršavaju se hidrauli ki.

Hidrauli ne pumpe snabdijevaju se hidrauli -nim uljem iz rezervoara kapaciteta od 2900 L, ma da je ukupna zapremina hidrauli nog ulja u itavom sistemu bagera 4400 L.

Za operacije koriš enja kašike i kretanja bage- ra zadužene su tri glavne pumpe. To su klipno- aksijalne pumpe promjenljivog protoka (maksimalni protok glavne pumpe iznosi 2730 L/min i maksi- malni pritisak od 31 MPa za rad kašike, a za funk- ciju transporta pritisak iznosi 37 MPa). Bager je težak oko 256 tona.

Uzorci hidrauli nog ulja koje se nalazi u bage- rima su periodi no uzimani sa mjesta gdje se nalazi povratni ventil i dopremeni su u laboratoriju na analizu. U ve ini slu ajeva bageri su radili do vremena uzimanja uzoraka, ulje je cirkulisalo, tako da se oni mogu smatrati kao prosje ni uzorci [4].

Rezultati analiziranih uzoraka iz eksploatacije hidrauli nog ulja oznake HU1 pokazuju da su tokom koriš enja ulja narušene karakteristike testa pjenjenja, vrijednost indeksa viskoznosti pada i do- šlo je do pove anja ne isto a. Ulje je kontamini-

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

Kod starije generacije bagera preporuka pro- izvo a a opreme za interval zamjene ulja iznosila je i manje od 2000 moto asova rada [3].

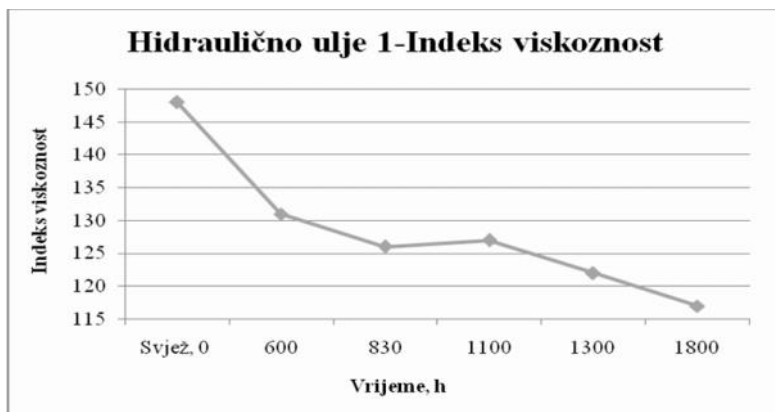
Hidrauli no ulje HU2 koriš eno je u novijoj generaciji bagera, gdje su OEM proizvo a i pumpi i ostalih dijelova hidrauli nog sistema u svojim zahtjevima tražili da interval zamjene ulja bude preko 5000 moto asova rada. Ulje je trebalo ispu- niti dodatne zahtjeve specifikacija koje su ranije navedene [2]. Takvo ulje je formulisano, ispitano u doma im i inostranim laboratorijama i primjenjivano u hidrauli nim sistemima bagera [5].

Iz rezultata analiza uzoraka ulja iz eksploata- cije, koji su periodi no uzorkovani sve do preko 5000 moto asova rada bagera, sve performansne karakteristike bile su zadovoljavaju e. Nije došlo do formiranja taloga, ulje je ostalo u gradaciji viskoznosti, pad indeksa viskoznosti nije bio zna ajan, tako da je ulje u svim klimatskim uslovima moglo obavljati svoju funkciju [6].

Degradacija ulja nije prekomjerna, izmjereni sadržaj i veli ina ne isto a nisu bili zna ajani, ulje nije pjenilo, tako da je data preporuka za filtraciju, ulje je nastavilo obavljati svoju funkciju u hidrauli nom sistemu [7].



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



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

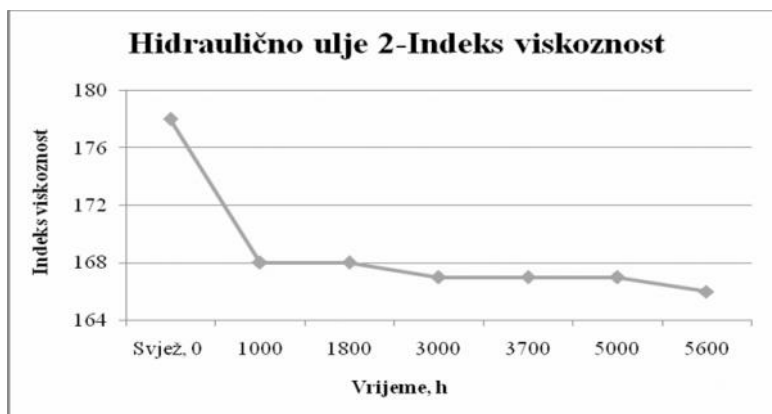
Na slici 2 je prikazano pore enje indeksa viskoznosti ulja HU1 i HU2, samo do 1800 moto asova rada bagera, odnosno dok su vršene analize uzoraka ulja iz sistema gdje je korišteno HU2. Zna ajna je razlika u padu indeksa viskoznosti (IV) kod ulja HU1 u odnosu na ulje HU2.

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

Hidrauli no ulje HU2 formulirano je sa novom generacijom polimera za poboljšanje indeksa vis-

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

Kretanje vrijednosti indeksa viskoznosti ulja HU2 od po etka korištenja do 5600 moto asova prikazano je na slici 4. Ulje HU2 je i pored oštih uslova rada pokazalo odli nu smi nu stabilnost, zadržavši vrijednost IV iznad 160 jedinica.



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

3. ZAKLJU CI

Poslednjih desetak godina došlo je do velikih promjena u konstrukcijama teške mehanizacije koje u svom sastavu imaju hidrauli ne sisteme. To se posebno odrazilo na pove ane zahtjeve prema svim dijelovima hidrauli nih sistema, posebno pumpi, a time i hidrauli nim fluidima.

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

Nove formulacije hidrauli nog ulja namenjenih za korištenje u hidrauli nim sistemima teške mehanizacije, prilikom formuliranja, pored analiza fizi ko-hemijskih karakteristika, prolaze kroz mnogobrojne dodatne testove koji su osmislili upravo OEM proizvo a i. Interval zamjene uljnog punjenja je produžen na preko 5000 moto asova rada bagera. Time se zna ajno uti e na smanjenje koli ine koriš enih ulja. Na svim dijelovima hidrauli nog sistema ne dolazi do nakupljanja taloga i stvaranja lakova, što zna ajno uti e 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 hidrauli nog ulja oznake HU2.

LITERATURA

- [1] Loos A., Roßbrucker 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. Dugi , P. Dugi (2011) Uticaj one iš enja na funkcionalne karakteristike hidrauli kih ulja, Goriva i maziva, Vol. 50, Broj 1, 22-34. Zagreb
- [4] M. Dugi , P. Dugi , Z. Petrovi : Važnost laboratorijskog pra enja stanja hidrauli nih fluida koji se koriste u rudarskoj mehanizaciji, I Me unarodna konferencija Termoenergetika i održivi razvoj, TENOR 2010, Ugljevik, BIH
- [5] M. Dugi , P. Dugi , N. Jeremi , 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.