

Valentina Petković, Omer Kovač, Mirko Petković

ISSN 0350-350X

GOMABN 51, 4, 329-340

Izlaganje sa skupa / Conference paper

PREDNOSTI HC BAZNIH ULJA U FORMULACIJI TURBINSKIH ULJA

Sažetak

U radu su prikazani utjecaji različitih tipova/grupa baznih ulja (HC, SN i kombinacija HC/SN ulja) na oksidacijsku stabilnost turbinskih ulja, kao i na ostale relevantne karakteristike koje utječu na vijek trajanja turbinskih ulja u eksploataciji.

Hidrokrekirana bazna ulja dobivaju se reakcijama hidrogenizacije i hidrokrekiranja. Ovako dobivena bazna ulja odlikuju se dobrom termooksidacijskom stabilnošću, visokim indeksom viskoznosti, niskim sadržajem sumpora te visokim stupnjem zasićenih spojeva.

Hidrokrekirana bazna ulja grupe III i grupe II pokazala su izvanredna svojstva u formulacijama turbinskih ulja.

1. Turbinska ulja

Osnovna funkcija turbinskog ulja je podmazivanje turbinskih postrojenja hidro, termo i plinskih elektrana koje kao pogonski agregat koriste vodu, ugljen, mazut ili plin. Pored toga, koriste se i za podmazivanje drugih strojeva, kao što su lakše opterećeni reduktori, vijčani kompresori i druge tribološke cjeline, ali taj segment primjene turbinskih ulja u ukupnoj potrošnji zauzima manje značajno mjesto. Osim uloge podmazivanja, turbinska ulja imaju ulogu hlađenja ležajeva, zupčastih prijenosnika turbine, kao i brtvljenja radi osiguranja pouzdanog rada kontrolnog i regulacijskog sustava. Za formulaciju turbinskih ulja najčešće se koriste ulja mineralne osnove s povećanom oksidacijskom stabilnošću i aditivima protiv oksidacije, korozije i trošenja. Za turbinska ulja je vrlo bitna oksidacijska stabilnost zbog katalitičkog djelovanja bakra na ova ulja u primjeni. Budući da ova ulja često dolaze u kontakt s vodom, moraju imati iznimna deemuulzijska svojstva-sposobnost dobrog odvajanja vode. Osim toga, vrlo je važno da turbinska ulja imaju smanjenu tendenciju stvaranja pjene i visoku sposobnost izdvajanja zraka.

U praksi susrećemo tri osnovna tipa turbina: vodene, parne i plinske turbine. Svaka od navedenih turbina ima svoje tipične režime i uvjete rada, a to su prije svega širok raspon brzina, opterećenja i temperature. Konstrukcija turbina, uvjeti rada, opterećenja, radne temperature, dolijevanje ulja i nečistoće, glavni su faktori koji određuju performance turbinskih ulja i njihov životni vijek.

Tablica 1: Prikaz uvjeta rada turbinskih ulja [2]

Vrsta turbine	Vodena	Parna	Plinska
Kritični dijelovi turbine	ležajevi, usmjeravajuće lopatice, sustav regulacije	ležajevi, sustav regulacije	ležajevi, reduktori, sustav regulacije
Tipični broj okretaja, o/min.	50-600	>3000	3000-7000
Maks. temperatura ulja, °C	75 - 90	80 - 150	150 - 250
Temperatura ulja u spremniku, °C	40-60	45-65	50-95
Nepovoljni utjecaji	voda zrak	para zrak	zrak visoka temperatura

Ako je poznat mehanizam hidrodinamičkog podmazivanja kliznih ležajeva, kod kojih turbinsko ulje u osnovnom tumačenju ne obavlja funkciju podmazivanja (ono razdvaja površine rukavca i posteljice ležaja silom unutrašnjeg tlaka), tada se može postaviti sasvim jednostavno pitanje, a to je: što to čini turbinsko ulje specifičnim?

Odgovor se može naći u poznavanju:

- zahtjeva koje turbinsko ulje mora zadovoljiti sa stajališta karakteristika i radnog mjesta za podmazivanje,
- konstrukcije sustava za podmazivanje,
- specifičnih karakteristika konstrukcije turbinskog postrojenja kao i njihove vrijednosti,
- uvjeta eksploatacije,
- specifičnih karakteristika konstrukcije turbinskog postrojenja i njegove vrijednosti,
- složenog postupka zamjene ležaja kod otkaza (vrijeme i sredstva), i
- visoke vrijednosti uljnog punjenja.

2. Pregled specifikacija

U svijetu postoje specifikacije koje se najčešće primjenjuju, a koje su definirane ISO, ASTM, IP, BS i DIN- standardima. Kvaliteta turbinskih ulja propisana je sljedećim specifikacijama: ISO 8068, ASTM D 4304, DIN 51515 Dio 1 i 2, i BS 489.

Osim toga veliki svjetski proizvođači imaju svoje standarde (OEM) kojima se bliže definiraju potrebne karakteristike koje turbinsko ulje mora zadovoljiti za upotrebu na turbinama koje su proizveli. Tako su poznate specifikacije sljedećih proizvođača:

- GEK turbine specification,
- Mitsubishi Heavy Industry Turbine Specifications: 600-87182,
- US Seel Turbine Standard Requirements, OEM Turbine Specification,
- Simens: TLV 9013 04/01,
- GEC Alstom: TDI 039, TDI 126, NBA P50001,
- US Military MIL-PRF-17331J.

Najčešće turbinska ulja moraju ispuniti zahtjeve više različitih specifikacija. Budući da novije specifikacije u skladu s uvjetima primjene pooštavaju kriterije za kvalitetom turbinskih ulja, pred proizvođačima je zadatak da definiraju formulacije koje će zadovoljiti traženu kvalitetu, prije svega glede produženja vijeka trajanja.

3. Eksperimentalni dio

U prvom dijelu ovog rada izvršena su glavna fizikalno-kemijska ispitivanja hidrokrekiranih baznih ulja kao i solventnih neutralnih baznih ulja. U drugom dijelu rada formulirana su turbinska ulja od navedenih baznih ulja i odgovarajućeg tipa aditiva, te su provedena opsežna ispitivanja i doneseni zaključci.

3.1 Mineralna bazna ulja

Mineralna bazna ulja dobivaju se različitim postupcima obrade frakcija sirove nafte, a mogu se podijeliti na konvencionalna, hidrorafinirana, hidrokrekirana i hidroizomerizirana. Prema dominantnom strukturnom sastavu nafte iz koje su dobivena, mineralna bazna ulja se dijele na naftenska bazna ulja i parafinska bazna ulja.

Tablica 2: Prikaz fizikalno-kemijskih karakteristika upotrebljenih baznih ulja

Fizikalno-kemijska karakteristika	Metoda	Bazno ulje HC 1	Bazno ulje HC 2	Bazno ulje SN 1	Bazno ulje SN 2	Bazno ulje SN 3
Viskoznost na 40 °C, (mm ² /s)	ISO 3104	33,21	42,63	32,54	82,48	112,91
Viskoznost na 100 °C, (mm ² /s)	ISO 3104	6,02	7,01	5,42	9,68	11,88
IV	ISO 2909	128	124	100	94	93
Točka tečenja (°C)	ISO 3016	-9	-7	-9	-12	-5
Točka paljenja (°C)	ISO 2592	246	256	213,3	256	268
Boja (ASTM)	ISO 2049	L1,5	L2,0	200	L1,0	L1,5
Kbr (mg KOH/g)	ISO 6618	0,005	0,005	0,18	0,005	0,005
Koks (% m/m)	ISO 6615	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04
Deemulgivnost na 54 °C (min.)	ISO6614	2' (40:40:0)	2' (40:40:0)	2' (40:40:0)	8' (40:40:0)	5' (40:40:0)
Sadržaj sumpora, % m/m	ISO 8754	0,0023	0,0029	0,334	0,148	0,0015
IR analiza:						
Ca (% m/m)	CEI IEC 590	3,55	4,14	6,59	5,9	6,49
Cp (% m/m)		67,45	68,25	63,43	63,43	63,43
Cn (% m/m)		29	27,61	29,98	30,67	30,08
Gustoća na 15 °C (kg/m ³)	ASTM D5002	842,6	850,1	868,2	884,0	880,0

Za razliku od procesa solventne rafinacije gdje dolazi do izdvajanja nepoželjnih spojeva iz osnovne smjese ugljikovodika, kod procesa hidrokrekiranja dolazi do pretvorbe nepoželjnih spojeva u poželjne ugljikovodične smjese. Ovako dobivena bazna ulja (HC ulja) odlikuju se dobrom termooksidacijskom stabilnošću, visokim IV, niskim sadržajem sumpora, visokim udjelom zasićenih spojeva.

Za formulaciju turbinskih ulja viskoznih gradacija ISO VG 32, 46 i 68 korištena su bazna ulja koja su namiješana u sljedećem odnosu:

- TU 32 HC; 100 % HC 1,
- TU 32 SN; 100 % SN 1,
- TU 46 HC; 100 % HC 2,
- TU 46 SN; 60 % SN 1 + 40 % SN 2,
- TU 68 SN; 20 % SN 1 + 80 % SN 2,
- TU 68 (HC+SN); 51 % HC 2 + 49 % SN 3.

U tablici 2 dane su osnovne fizikalno-kemijske karakteristike navedenih hidrokrekiranih baznih ulja - HC i solventnih neutralnih baznih ulja - SN.

3.2 Aditivi

U postupku formulacije turbinskih ulja viskoznih gradacija ISO VG 32, 46 i 68 korišten je bespepelni multifunkcionalni paket aditiva (PA). Osnovni sastav ovog multifunkcionalnog aditiva je kombinacija inhibitora oksidacije, inhibitora korozije i deaktivatora metala. Ovaj aditiv je proizvođač ispitao i označio kao djelotvoran u koncentraciji od 0,50 % m/m. Njegovom primjenom u formulaciji turbinskih ulja osiguravaju se vrlo visoke performanse, kao što su:

- visoka oksidacijska stabilnost,
- dobra termička stabilnost,
- izvrsna hidrolitička stabilnost,
- dobra deemulzivna svojstva,
- sprječavanje formiranja taloga, i
- dobra zaštita od korozije i hrđe.

3.3 Ispitivanje fizikalno-kemijskih karakteristika turbinskih ulja

Ispitivanje turbinskih ulja provođeno je u Ispitnom laboratoriju koji je akreditiran prema zahtjevima standarda BAS ISO/IEC 17025, prema standardnim metodama navedenim u tablicama 3.1, 3.2 i 3.3, a posebna pažnja je posvećena ispitivanju oksidacijske stabilnosti koja izravno utječe na vijek trajanja maziva.

3.3.1 Testovi oksidacijske stabilnosti

Na svim formuliranim turbinskim uljima izvršena su ispitivanja oksidacijske stabilnosti u skladu sa sljedećim standardnim metodama:

- (1) ASTM D 943 koja se u stručnim krugovima navodi kao TOST metoda (*Turbine Oil Stability Test*),
- (2) IP 280, oksidacijska stabilnost turbinskih ulja (CIGRE test), i
- (3) ASTM D 2272, RPVOT (*Rotating Pressure Vessel Oxidation Test - Test oksidacije pomoću rotirajuće bombe pod tlakom*).

a) Oksidacijska stabilnost ulja po ASTM D 943 (TOST)

Metoda ASTM D 943 se koristi za ocjenu oksidacijske stabilnosti inhibiranih ulja u prisutnosti kisika, vode, metala (Cu i Fe) pri povišenoj temperaturi. Princip metode je sljedeći: uzorak ulja 300 (ml) sa 60 (ml) destilirane vode reagira s kisikom čiji je protok $3 \pm 0,1$ L/h u prisutnosti Cu-Fe katalizatora (dvostruki namotaj) na temperaturi od $95 \pm 0,2$ °C.

Test traje dok vrijednost TAN-a (kiselinskog broja) ne dostigne 2 mg KOH / g ulja ili više. Broj sati do dostizanja vrijednosti 2 mg KOH / g predstavlja vrijeme oksidacije. Za praćenje ovog testa svakih sedam dana se uzima uzorak test ulja (turbinsko) i to 3 ml iz oksidacijske ćelije s kondenzatorom kako bi se pratila promjena kiselinskog broja, tj. oksidacija. Da bi se tijekom testa održavala konstantna razina ulja u test tubama, po potrebi se dodaje destilirana voda.

b) Test oksidacije pomoću rotirajuće bombe pod tlakom po ASTM D2272 (RPVOT)

Ova ispitna metoda koristi bombu s kisikom pod tlakom za procjenu oksidacijske stabilnosti novih turbinskih ulja ili turbinskih ulja u upotrebi, koja imaju jednak sastav, tj. (bazna ulja i aditivi) u prisutnosti vode i namotaja bakarnog katalizatora, na temperaturi od 150 °C. Ispitno ulje, voda i namotaj bakarnog katalizatora, smješteni u pokrivenu staklenu posudu, smještaju se u bombu opremljenu priborom za mjerenje tlaka. Bomba se puni kisikom dok tlak na mjerачu ne pokaže 620 kPa (6,2 bara), i smješta se u uljnu kupelj konstantne temperature podešene na 150±0,1 °C ili na metalnu ploču podešenu na 150±0,1 °C i rotira aksijalno brzinom od 100 rpm (okretaja u minuti) pod kutom od 30° u odnosu na podlogu. Broj minuta potreban da se dostigne određen pad tlaka na mjerачu predstavlja oksidacijsku stabilnost ispitnog uzorka. Test je završen nakon pada tlaka većeg od 175 kPa (1,75 bara) ispod maksimalnog. Pad tlaka od 175 kPa obično, ali ne uvijek, ukazuje na period brzog pada tlaka tipa indukcije.

c) Oksidacijska stabilnost turbinskih ulja po IP 280 (CIGRE test)

Ispitna metoda IP 280 daje mjeru tendencije starenja turbinskih ulja u specifičnim uvjetima oksidacije. Princip metode je sljedeći:

- u uzorak ulja od 25 g se dozira bakreni i željezov naftenat kao katalizator,
- suhi kisik prolazi 164 h kroz reakcijske tube s uljem - protok kisika je 1±0,1L/h,
- temperatura testa je 120±0,5 °C.

Stupanj pogoršanja se izražava kao ukupni (totalni) oksidacijski produkti (TOP), % m/m, gdje su: ukupni produkti oksidacije (TOP), isparive kiseline (VA), topljive kiseline (SA) i sadržaj taloga (S).

Isparive kiseline: voda koja je služila za apsorpciju isparivih kiselina uz indikator fenolftalein titrira se s alkoholnom otopinom 0,1 M KOH nakon završetka testa, a izraz je sljedeći:

$$VA = \frac{A \times 5,61 \times M}{25} \quad (4.1)$$

Topljive kiseline: prikupi se otopina n-heptana nakon filtracije taloga u 500 ml odmjerne posude i dopuni do oznake n-heptanom. Zatim se odrede 3 (tri) kiselinska broja sa 100 ml ove otopine, a izraz za proračun je sljedeći:

$$SA = \frac{A \times 5,61 \times M}{5} \quad (4.2)$$

Talag: smjesu 25 g ostarenog ulja i 300 ml n-heptana ostaviti da stoji 24 sata, zatim se filtrira kroz prethodno izvagan guč lončić. Isprati sa 150 ml n-heptana.

Talag se suši do konstantne mase (a). Talog na zidovima tube otopi se u kloroformu, suši i važe (b). Ukupan talog jednak je:

$$S (\%m/m) = \frac{(a + b)}{25} \times 100 \quad (4.3)$$

Ukupni produkti oksidacije (TOP) se računaju pomoću sljedećeg izraza:

$$TOP (\%m/m) = \frac{180(SA + VA)}{561} + S \quad (4.4)$$

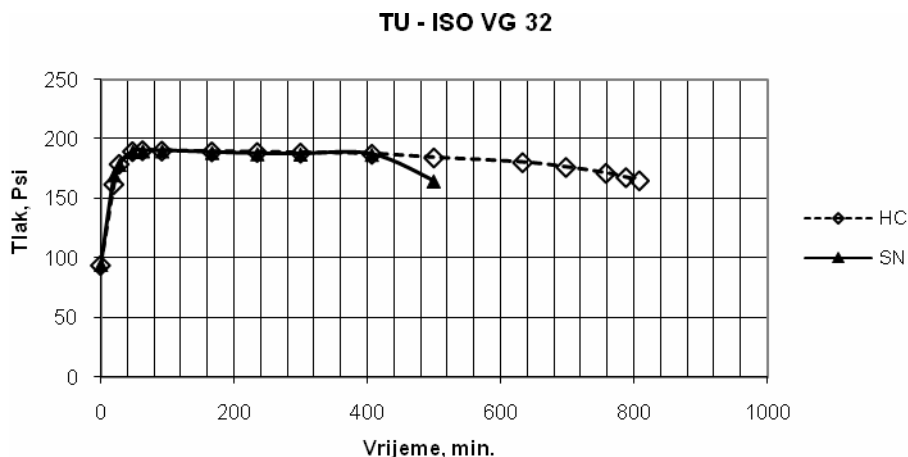
3.4 Turbinska ulja viskozne gradacije ISO VG 32

U tablici 3.1 prikazane su fizikalno-kemijske karakteristike turbinskih ulja viskozne gradacije ISO VG 32.

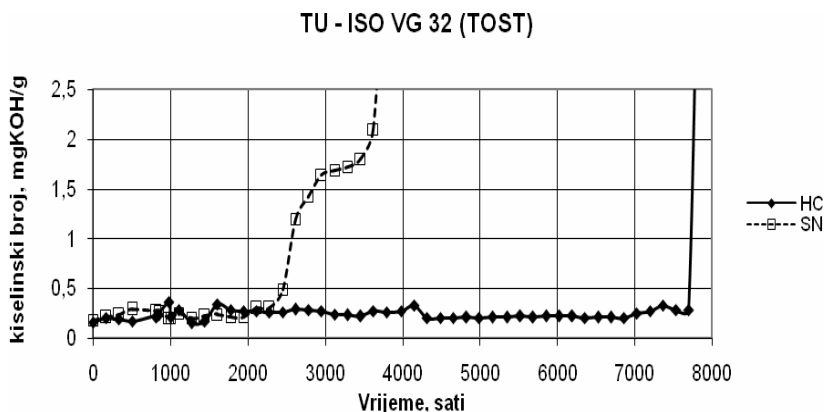
Tablica 3.1: Fizikalno-kemijske karakteristike turbinskih ulja ISO VG 32

Fizikalno-kemijska karakteristika	METODA	TU 32-HC	TU 32-SN	Zahtjev ISO 8068
				ISO VG 32
Viskoznost na 40 °C (mm ² /s)	BAS ISO 3104	32,81	32,54	28,8 - 35,2
Viskoznost na 100 °C (mm ² /s)	BAS ISO 3104	5,96	5,42	-
IV	BAS ISO 2909	128	100	min. 90
Točka tečenja (°C)	BAS ISO 3016	-7	-9	maks. -6
Točka paljenja (°C)	ISO 2592	238,8	213,3	min. 170
Voda po KF (ppm)	ISO 12937	49,6	200	maks. 200
Kbr (mgKOH/g)	ISO 6618	0,16	0,18	maks. 0,2
Pjenjenje na: 24 °C (ml/ml) 94 °C (ml/ml) 24 °C (ml/ml)	ISO 6247	30/0 10/0 30/0	280/0 30/0 170/0	maks. 450/0 50/0 450/0
Deemulgivnost na 54 °C (min.)	ISO 6614	5'(40:40:0)	5'(40:40:0)	maks. 30 min.
Korozija na Cu (3 h, 100 °C), klasa	ASTM D 130	1a	1a	maks. 1
SIV na 50 °C (min.)	ISO 9120	1	3	maks. 5
RPVOT (min.)	ASTM D 2272	808	500	navodi se
Oksidacijska stabilnost - TOP (% m/m) - talog (% m/m)	IP 280	0,25 0,08	0,35 0,17	0,4 0,25
Oksidacijska stabilnost, TOST, vrijeme za Kbr = 2 mgKOH/g	ASTM D 943	7800 h	3600 h	min. 3500 h

Uzorak TU 32-HC je formuliran korištenjem HC baznog ulja i 0,5 %m/m aditiva, a uzorak TU 32-SN je formuliran korištenjem SN baznog ulja i 0,5 %m/m aditiva.



Slika 1.1: Promjena tlaka u ovisnosti o vremenu trajanja oksidacijskog testa (RPVOT)



Slika 1.2: Promjena kiselinskog broja u ovisnosti o vremenu trajanja oksidacijskog testa (TOST)

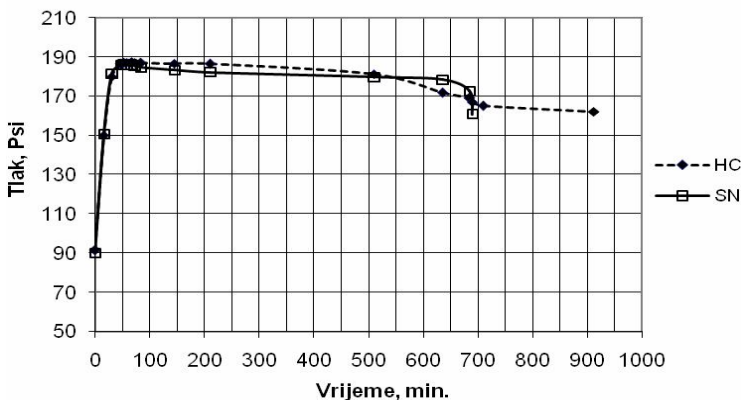
3.5 Turbinska ulja viskozne gradacije ISO VG 46

U tablici 3.2 prikazane su fizikalno-kemijske karakteristike turbinskih ulja viskozne gradacije ISO VG 46, gdje je uzorak TU 46-HC formuliran korištenjem HC baznog ulja i 0,5 %m/m aditiva, a uzorak TU 46-SN je formuliran korištenjem SN baznog ulja i 0,5 %m/m aditiva.

Tablica 3.2: Fizikalno-kemijske karakteristike turbinskih ulja ISO VG 46

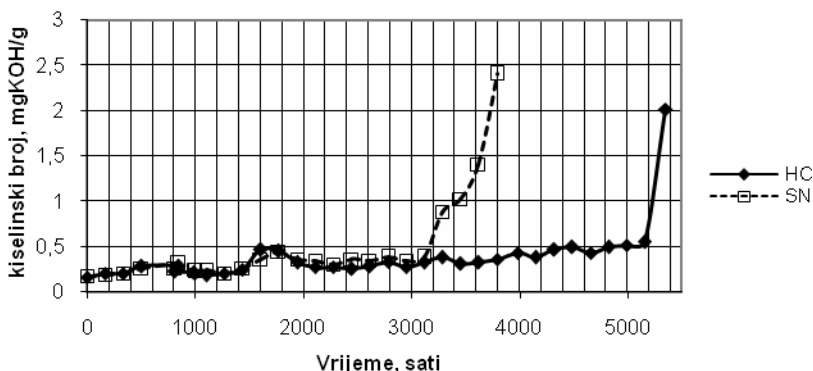
Fizikalno kemijska karakteristika	METODA	TU 46-HC	TU 46-SN	Zahtjev ISO 8068
				ISO VG 46
Viskoznost na 40 °C (mm ² /s)	BAS ISO 3104	45,62	45,13	41,4 - 50,6
Viskoznost na 100 °C (mm ² /s)	BAS ISO 3104	7,22	6,62	-
IV	BAS ISO 2909	119	97	min. 90
Točka tečenja (°C)	BAS ISO 3016	-10	-12	maks. -6
Točka paljenja (°C)	ISO 2592	246,8	225	min. 170
Voda po KF (ppm)	ISO 12937	51,8	64	maks. 200
Kbr (mgKOH/g)	ISO 6618	0,19	0,17	maks. 0,2
Pjenjenje na: 24 °C (ml/ml) 94 °C (ml/ml) 24 °C (ml/ml)	ISO 6247	10/0	40/0	maks. 450/0
		10/0	30/0	50/0
		50/0	150/0	450/0
Deemulgivnost na 54 °C (min.)	ISO 6614	5'(40:40:0)	12'(40:40:0)	maks. 30 min.
Korozija Cu (3 h, 100 °C)	ASTM D 130	1a	1a	maks. 1
SIV na 54 °C (min)	ISO 9120	1,5	2,8	maks. 5
RPVOT (min.)	ASTM D 2272	912	690	navodi se
Oksidacijska stabilnost: - TOP (% m/m) - talog (% m/m)	IP 280	0,11	0,42	0,5
		0,018	0,19	0,3
Oksidacijska stabilnost, TOST, vrijeme za Kbr = 2 mgKOH/g	ASTM D 943	5350 h	3750 h	min. 3000 h

TU - ISO VG 46



Slika 2.1: Promjena tlaka u ovisnosti o vremenu trajanja oksidacijskog testa (RPVOT)

TU - ISO VG 46 (TOST)



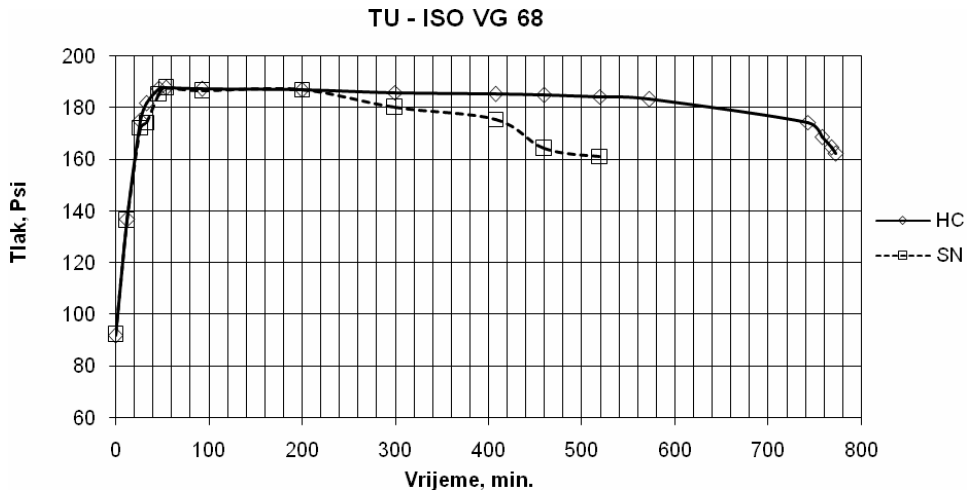
Slika 2.2: Promjena kiselinskog broja u ovisnosti o vremenu trajanja oksidacijskog testa (TOST)

Tablica 3.3: Fizikalno-kemijske karakteristike turbinskih ulja ISO VG 68

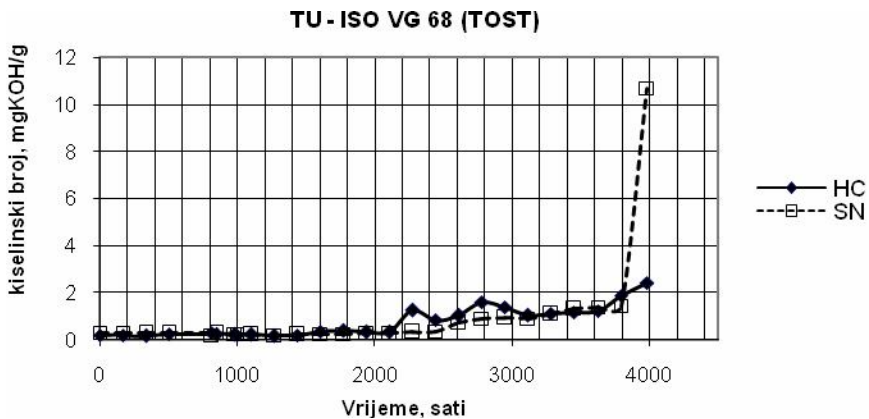
Fizikalno-kemijska karakteristika	METODA	TU 68 (HC+SN)	TU 68-SN	Zahtjev ISO 8068
				ISO VG 68
Viskoznost na 40 °C (mm ² /s)	BAS ISO 3104	63,82	63,37	61,2 - 74,8
Viskoznost na 100 °C (mm ² /s)	BAS ISO 3104	8,67	8,75	-
IV	BAS ISO 2909	108	111	min. 90
Točka tečenja (°C)	BAS ISO 3016	-6	-9	maks. -6
Točka paljenja (°C)	ISO 2592	266,3	256,5	min. 170
Voda po KF (ppm)	ISO 12937	67,9	183	maks. 200
Kbr (mgKOH/g)	ISO 6618	0,2	0,30	maks. 0,2
Pjenjenje na: 24 °C (ml/ml) 94 °C (ml/ml) 24 °C (ml/ml)	ISO 6247	20/0	150/0	maks. 450/0
		15/0	20/0	50/0
		25/0	290/0	450/0
Deemulgivnost na 54 °C (min.)	ISO 6614	10'(40:40:0)	10'(40:40:0)	maks. 30 min.
Korozija na Cu (3 h, 100 °C), klasa	ASTM D 130	1a	1a	maks. 1
SIV na 54 °C (min.)	ISO 9120	2,8	5,8	maks. 6
RPVOT (min.)	ASTM D 2272	774	520	navodi se
Oksidacijska stabilnost: - TOP (% m/m) - talog (% m/m)	IP 280	0,084	0,16	0,5
		0,02	0,04	0,3
Oksidacijska stabilnost, TOST, vrijeme za Kbr = 2 mgKOH/g	ASTM D 943	3980 h	3520 h	min. 2500 h

3.6 Turbinska ulja viskozne gradacije ISO VG 68

U tablici 3.3 dane su fizikalno-kemijske karakteristike turbinskih ulja viskozne gradacije ISO VG 68, gdje je uzorak TU 68-(HC+SN) formuliran korištenjem HC i SN baznog ulja i 0,5 % m/m aditiva, a uzorak TU 68-SN je formuliran korištenjem SN baznog ulja i 0,5 % m/m aditiva.



Slika 3.1: Promjena tlaka u ovisnosti o vremenu trajanja oksidacijskog testa (RPVOT)



Slika 3.2: Promjena kiselinskog broja u ovisnosti o vremenu trajanja oksidacijskog testa (TOST)

4. Rasprava rezultata

Rezultati ispitivanja dani u tablicama pokazuju da se sve propisane karakteristike nalaze u okviru predviđenih standarda. Ispitivana turbinska ulja pokazuju mnogo veće vrijednosti indeksa viskoznosti od propisanih, čime se postiže manja promjena viskoznosti s promjenom temperature, a time i bolje podmazivanje u širem temperaturnom intervalu. Osim toga, sva ispitivana ulja pokazuju iznimna deemulzijska svojstva. Očigledno je da ulja u kojima ima i klasičnih baznih ulja imaju nešto slabija deemulzijska svojstva. Sva ispitivana ulja imaju smanjenu tendenciju stvaranja pjene, a također i brzo izdvajanje već prisutnog zraka, što je od velikog značenja u primjeni turbinskih ulja.

Na osnovi oksidacijskog toka TOST prikazanog na prethodnim slikama, može se zapaziti da u dugom vremenskom intervalu ne dolazi do značajnijih oksidacijskih promjena i da su razdoblja dostizanja granične propisane vrijednosti kiselnog broja od 2 mg KOH / g, za sva ulja, daleko iznad propisanih vrijednosti - ISO VG 32 / 46 / 68 – 3500 h / 3000 h / 2500 h. Međutim, kod turbinskih ulja (viskozne gradacije ISO VG 32 i 46) formuliranih na osnovi hidrokrekiranih baznih ulja grupe III, taj interval je i 2 do 3 puta dulji. Interval dostizanja granične propisane vrijednosti kiselnog broja od 2 mg KOH / g, za formulirano turbinsko ulje ISO VG 68 (kombinacija HC i SN ulja), također je iznad propisanih vrijednosti od 2500 h.

Na osnovi rezultata oksidacijskog testa CIGRE, može se zapaziti da u propisanom vremenskom intervalu i uvjetima testa ne dolazi do značajnijih oksidacijskih promjena i da su intervali dostizanja granične propisane vrijednosti ukupnih produkata oksidacije (TOP) od 0,4 % m/m, 0,5 % m/m, 0,5 % m/m, za sva ulja viskozne gradacije ISO VG 32, 46 i 68, ispod propisanih vrijednosti. Također je očigledno da je za turbinska ulja formulirana na osnovi HC ulja, ta vrijednost (TOP) znatno manja u odnosu na ulja koja su formulirana na osnovi SN ulja. Ova činjenica se može objasniti u sposobnosti HC ulja da dobro otapaju nastale produkte oksidacije i sposobnosti da ih dugo drže dispergiranim. Kod turbinskih ulja formuliranih na osnovi hidrokrekiranih baznih ulja grupe III, taj sadržaj/vrijednost je i do 2 puta manja kada je u pitanju sadržaj taloga, a za TOP i do 4 puta.

Na osnovi rezultata oksidacijskog testa RPVOT, može se zapaziti da se u propisanim uvjetima testa vrijeme potrebno da se zabilježi pad tlaka od 175 kPa kreće iznad 750 min, i to za sva ulja, tj. viskozne gradacije ISO VG 32, 46 i 68, a koja su formulirana na osnovi HC ulja.

5. Zaključci

1. Sva ispitivana turbinska ulja u potpunosti ispunjavaju zahtjeve specifikacija, npr. ISO 8068, DIN 51515, ASTM D 4304, BS 489.
2. Ispitivana turbinska ulja (viskozne gradacije ISO VG 32, 46 i 68) formulirana na osnovi hidrokrekiranih baznih ulja pokazuju izvanredna deemulzijska svojstva, smanjenu tendenciju stvaranja pjene, a također i brzo izdvajanje već prisutnog zraka.

3. Turbinska ulja viskozne gradacije ISO VG 32 i 46 formulirana na osnovi hidrokrekiranih baznih ulja imaju mnogo bolja oksidacijska svojstva u odnosu na klasična SN ulja, a samim tim i duže razdoblje zamjene.
4. Turbinska ulja viskozne gradacije ISO VG 68 formulirana na osnovi HC i SN ulja imaju također bolja oksidacijska svojstva u odnosu na klasična SN ulja, a samim tim i duže razdoblje zamjene.
5. Korišteni paket aditiva u koncentraciji od 0,5 % m/m pokazao se vrlo učinkovitim u HC uljima, a posebno je to izraženo na testu RPVOT.
6. Turbinska ulja formulirana s HC uljima zadovoljavaju većinu OEM specifikacija proizvođača turbina u pogledu zahtjeva za RPVOT.

Literatura/References

- [1] S. M. Sokolović: „Tehnologija proizvodnje i primena tečnih maziva“, Novi Sad, 1998.
- [2] F. N. Farkas, K. Baumann, T. Leimeter: „Poboljšanje termooksidacijske stabilnosti ulja za plinske turbine“, *Goriva i maziva*, 47, 3: 209-231, 2008.
- [3] V. Savić, M. Jocanović: „Karakteristike, primjena i održavanje čistoće turbinskih i transformatorskih ulja“ Novi Sad, 2005.
- [4] ISO 8068 (Sept. 2006), ASTM, IP, DIN 51515 Teil 1,2.
- [5] ASTM D 943: „Standard Test Method for Oxidation Characteristics of Inhibited Mineral Oils“, 2002.
- [6] ASTM D 2272: „Standard Test Method for Oxidation Stability of Steam Oil Rotating Pressure Vessel

ADVANTAGES OF HC BASE OILS IN TURBINE OIL FORMULATIONS

Abstract

This paper presents the effects of different types / groups of base oils (HC, SN and HC/SN combinations) on the oxidative stability of turbine oils, as well as on other relevant characteristics that affect the service life of turbine oils. Hydrocracked base oils are obtained by hydrogenation and hydrocracking reactions. Resulting base oils are characterized by good thermal and oxidation stability, high viscosity index, low sulfur content and high levels of saturated compounds. Hydrocracked base oils of group III and group II showed excellent properties regarding turbine oil formulations.

Ključne riječi: aditivirana mineralna bazna ulja, oksidacijska stabilnost, pjenjenje

Key words: mineral base oil containing additives, oxidative stability, oil foaming

Autori/Authors

Valentina Petković (e-adresa: vanja@modricaoil.com), Omer Kovač, Mirko Petković
Rafinerija ulja Modriča, Modriča, Bosna i Hercegovina

Primljeno/Received

03.10.2011.