

DIJAGNOZA STANJA VAZDUHOPLOVNIH MOTORA PRIMJENOM ANALIZE AVIO GORIVA, ULJA I MAZIVA

mr Karadžić Radoje, dipl. ing., Vojska Crne Gore, e-mail: karadzic.radoje@yahoo.com
prof.dr. Miodrag Bulatović, Mašinski fakultet Podgorica, 81000 Podgorica, e-mail:
bulatovm@yahoo.com
mr Jelenko Milaković, dipl.ing., Vojska Crne Gore, e-mail: jelenkomil@yahoo.com

REZIME

Rad prikazuje jednu od pouzdanih metoda tehničke dijagnostike sistema. U radu je prikazano praćenje i utvrđivanje stanja primjenom dijagnostike goriva, ulja i maziva u konceptu preventivnog održavanja prema stanju, primijenjene u vazduhoplovnim sistemima GTM Astazou III B. Ukazana je visoka efikasnost korišćenja navedene metode, ne samo u procesima održavanja vazduhoplovnih motora nego i u drugim vazduhoplovnim sistemima.

Ključne riječi: dijagnostika, avio ulje, avio gorivo, održavanje prema stanju

1. ISPITIVANJE GORIVA I MAZIVA

Uobičajno je da se u praksi često govori o konvencionalnoj ili klasičnoj laboratorijskoj tehnici i metodologiji kontrole kvaliteta goriva i maziva sa jedne i sa druge strane o modernoj instrumentalnoj tehnici koja je posljednjih godina toliko usavršena da u potpunosti pruža željene podatke.

Laboratorije za goriva i maziva, istražuju, ispituju tečne naftne derivate goriva, ulja za podmazivanje, mazive masti, sintetičke fluide, rashladne i specijalne tečnosti.

U Laboratorijama se primenjuju metode ispitivanja u skladu sa nacionalnim i svjetskim standardima u cilju ocjene kvaliteta ispitivanih proizvoda i praćenja promjena kvaliteta u toku primjene i skladištenja.

S obzirom na kompleksnost ove problematike, u praksi se u zavisnosti od opremljenosti pojedinih laboratorija, koriste kombinovano sve poznate metode ispitivanja promjena svojstava goriva i maziva u toku eksploatacije.

Daljim usavršavanjem metoda, navedena ispitivanja su se proširila i na određivanje kontaminacije maziva, kao i određivanje same hemijske promjene ulja i to ne samo kvalitativno već i kvantitativno.

Neke od savremenih metoda su: gasna hromatografija, atomska apsorpciona i emisiona spektroskopija, infracrvena spektroskopija, ultraljubičasta spektroskopija, masena spektroskopija, nuklearna magnetna rezonancija i druge.

Sve ove metode, primijenjene izolovano, daju određene informacije o ispitivanom organskom jedinjenju. Međutim, njihova puna snaga i u mnogo čemu komplementarnost, sagledava se tek kombinovanjem podataka, kada pojedinačne informacije i pojedini djelovi strukture počinju da se uklapaju u jednu logičku cjelinu.

Ako se ima odgovarajuće iskustvo u pogledu tumačenja dobijene analize, sa priličnom tačnošću može se zaključiti šta se dešava sa mazivom u eksploataciji i kakve se eventualno, mjere moraju preduzimati.

Sadržaj elemenata u ulju određuje se u posebnoj prostoriji, gdje se nalazi oprema za spektralnu analizu ulja.

Za spektralnu analizu ulja potrebno je doneseni uzorak odmjeriti, tako da je spremna određena količina za spaljivanje i žarenje.

Ulje se spaljuje na temperaturi od 600° C do 800° C zavisno od elemenata za koje se radi analiza. Ulje se spaljuje u specijalnoj peći koja se nalazi u pripreмноj prostoriji, za spektralnu analizu.

Dobijeni ostatak od spaljivanja i žarenja se tretira kisjelinama, da bi se doveo u rastvoreni oblik, pogodan za usisavanje u aparat. Za svaki element potrebna je odgovarajuća kisjelinna.

Rastvor sagorijeva u plamenu vazduh-acitilena i daje signal lampi kojeg obrađuje mikroprocesor u aparatu. Aparat obezbjeđuje integrisano čitanje u vrijednostima apsorbance, koncentracije ili emisionog intezitete. Aparat kojim se mjeri koncentracija metalnih elemenata je atomsko apsorpcioni spektrofotometar, oznake AAS PERKIN-ELMER model 2380.

Veoma značajnu ulogu u dijagnostici stanja vazduhoplovnih motora ima spektralna analiza ulja. S obzirom da se obrtanje rotora kompresora vrši na uljom filmu debljine oko 10 μm, izuzetno je važno da motorsko ulje bude odgovarajućeg kvaliteta, čisto i bez vlage.

Iskustva su potvrdila da motorsko ulje nosi veoma važne znakove o ispravnosti motora.

Spektralnom analizom se stičevid u intezitet trošenja (habanja) ležajeva, zupčanika, prečištača i kućišta agregata u uljnom sistemu motora, odnosno može se preventivno otkriti pojava nenormalnog rada pojedinih dijelova.

Laboratorije ispituju fizičko-hemijskih karakteristika svih vrsta tečnih goriva

2. ANALIZA AVIO ULJA

Spektralna analiza goriva i ulja je relativno nova metoda za otkrivanje trošenja sastavnih djelova sistema koji se podmazuju uljem. Ona omogućava da se kod djelova koji se podmazuju uljem, daje veoma rano upozorenje da je u procesu trošenja došlo do kvalitetno nepoželjne promjene. Na osnovu ispitivanja broja, količine, veličine i porijekla čestica koje se nalaze u ulju, dolazi se do zaključka o stepenu trošenja. Nakon toga vrši se identifikacija mjesta trošenja.

Iskustva su potvrdila da motorsko ulje nosi veoma važne znakove o ispravnosti motora, a spektralna analiza ulja pretvara te znakove u dragocene informacije, koje pomažu da se donesu pravilne odluke o eksploataciji motora i o procedurama održavanja.

Spektralna analiza se pokazala kao veoma efikasna metoda u praćenju stanja motora, jer njeni rezultati pravovremeno ukazuju kada dolazi do degradacije radnih sposobnosti komponenata u sistemu za podmazivanje i da pri određenim granicama sastava metalnih čestica treba preduzeti odgovarajuće postupke ili procedure održavanja.

Veoma značajnu ulogu u dijagnostici stanja vazduhoplovnih motora ima spektralna analiza ulja. S obzirom da se obrtanje rotora kompresora vrši na veoma tankom uljnom filmu izuzetno je važno da motorsko ulje bude odgovarajućeg kvaliteta, čisto i bez vlage.

Savremeni vazduhoplovni motori su izloženi visokim složenim opterećenjima, zbog čega se zahtijeva povišena pažnja u ostvarenju njihovog pouzdanog rada. Zbog toga, kako u letu, tako i poslije svakog leta dužno je ostvariti analizu njihovog rada i prognozirati tehničko stanje.

2.1. Rezultati analize avio ulja

VOJNOTEHNIČKI INSTITUT
SEKTOR ZA MATERIJALE I ZAŠTITU
Centralna laboratorija za goriva i maziva

ANALIZA ULJA Br. 3

Po zahtjevu: VP 5040 Podgorica

Int.br.30/7231 od 10.12.2007.god

Vrsta materijala: **ULJE FLUID 5 MA** helikopter ev.br.12635

motor ASTAZOU IIIB/XIVM br. 388

Gustina na 15 °C, g/cm ³	0,902	Izgled.....bistar,proziran
Viskoznost, mm ² /s • na 40°C	63,85	Boja .....AST L 3,0 Korozivnost na bakar, 120 °C/3 časa.....lb
• na 100°C.....	.....8,92	Antihabajuće osobine:
Indeks viskoznosti.....	.....112	
Tačka paljenja,°C.....	.....	• indeks opterećenje-istrošenje, N.....
• otvoreni sud (COC)	.....min 182	• granično opterećenje zarivanja,N.....
• zatvoreni sud (MP)	.....ne radi se	• srednji prečnik otiska.mm.....
Tačka stinjanja-tečenja, °C TAN, mg KOH/g.....	.....-36.....ne radi se	(1200min", 400N, 60 minuta)
TBN, mg KOH/g..... > 10		Sadržaj elemenata, ug/g
TBN (po ASTM D2896), mg KOH/g		• bakar..... 1,05
Sadržaj sulfatnog pepela.....0,02%		• gvožđe..... 1,2
Sadržaj koksa,.....	.....0,02%	• magnezijum..... 1,81
Sadržaj vode,.....	.....0,02%	• hrom..... 0,7
Sadržaj nečistoća.....		• nikl..... 0,7
Pjenušanje, ml		
• na 24 °C,.....	.....180/30	
• na 93,5 °C.....	.....50/0	
• na24°C (posle 93,5 °C), .....180/30		Odvajanje vode od ulja (deemulzivnost)
Ispitane karakteristike dostavljenog uzorka odgovaraju zahtjevima za ulje FLUID 5 MA		

2.2. Zaključak dijagnostike avio ulja

Na osnovu rezultata sprovedene uljne dijagnostike može se zaključiti sledeće:

- utvrđene su dozvoljene granice sadržaja šest ključnih elemenata u ulju: gvožđa, bakra, nikla, cinka, hroma i magnezijuma.
- rezultati dobijene analize ne predstavljaju adekvatno stanje u kome se motor nalazi, jer je analiza urađena posle izmjene ulja tj. posle određenog broja radnih časova kao što proizvođač propisuje.
- znatno veći sadržaj habajućih elemenata bi se nalazio u ulju da je analiza urađena prije izmjene ulja, pa je to i jedan od uslova da se ovom metodom kvalitetno prati stanje motora.
- dijagnostika omogućava donošenje ocjene stanja protočnog trakta GTM;
- na osnovu nađenog stanja može se zaključiti da je uvođenje analize ulja GTM, u sadašnjim uslovima eksploatacije, nužno i opravdano;

GT motor broj 388, sa stanovišta Uljne dijagnostike, ispravan je za daljnju eksploataciju. Imajući u vidu uslove eksploatacije, predlaže se sledeća Uljna dijagnostika, **nakon 50 časova rada ili 12 meseci nakon zadnjeg pregleda, u zavisnosti šta prije istekne**, kao i njena primjena na ostalim složenim tehničkim sistemima u Ratnom Vazduhoplovstvu Vojske Crne Gore.

3. ANALIZA AVIO GORIVA

Veoma značajnu ulogu u dijagnostici stanja vazduhoplovnih motora ima spektralna analiza avio goriva.

Iskustva su potvrdila da avio gorivo koje nije u granicama propisanih standarda negativno utiče na radne i proračunske performanse motora, a preko njega i dalje, utiče na borbenu sposobnost manevra aviona, posebno u ekstremnim borbenim uslovima na gornjoj granici radnih opterećenja.

Po tehnološkom postupku, izvršena je spektralna analiza ulja i goriva iz *GTM ASTAZOU IIIB serijski broj 388*, helikoptera H-42 ev. br. 12635, u Centralnoj Laboratoriji za goriva i maziva VTI Srbije u Žarkovo.

3.1. Rezultati analize avio goriva

VOJNOTEHNICKI INSTITUT
SEKTOR ZA MATERIJALE I ZAŠTITU
Centralna laboratorija za goriva i maziva

ANALIZA GORIVA Br. 39

Po zahtjevu: VP 5607 Podgorica

Int.br.30/997-1 od 13.12.2007.god

Vrsta materijala: **GORIVO MLAZNO GM-1**

uzorak broj 25 Proizv. RNP 2006

AC PA 593-42/27-93 PA Iz PC-7

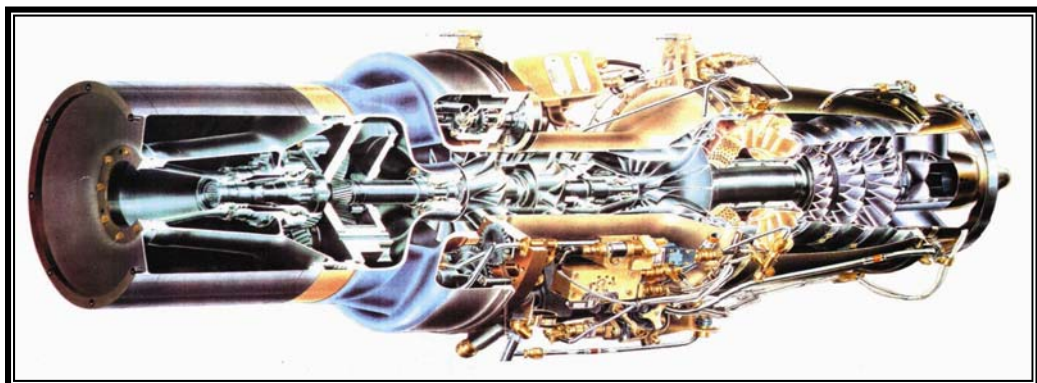
Gustina na 15 C, g/cm ³	0,799	Tačka paljenja (MP), °C.....55
Izgled.....	bistar, proziran	Tačka mržnjenja, °C .....ispod -50
		Tačka dimljenja,mm.....
Boja.....	bezbojan	Postojeća smola, mg/100ml.....0,4
		Potencijalna smola, mg/100 ml.....
Sadržaj vode,.....	0	Anilinska tačka, °C.....62,6
• Sadržaj nečistoća	0	Sadržaj aromata,%(v/v).....12,0
Destilacija:	168	Sadržaj olefina,%(v/v).....
-10% predestiliše do °C	179	Sadržaj sumpora,%m/m.....
-20% predestiliše do °C	184	Sadržaj merkaptanskog sumpora,%.....0
-50% predestiliše do °C	198	Doktor test.....negativan
-90% predestiliše do °C	224	Kiselost ostatka destil.....
-Kraj, °C	250	Kiseline i baze rastvorljivije u vodi.....0
-Ostatak,%(v/v)	1,0	Kinematska viskoznost na -20°C, mm/s ²
-Gubitak,%(v/v)	0,5	Korozivnost na bakarnoj traci 2h/100°C....1a
-Predestiliše do 250°C,%(v/v)	98,5	Korozivnost na srebrnoj traci 4h/50°C
Reakcija sa vodom:		Konstanta AT.....6655
-premena zapremine, ml	1,0	Donja toplotna vrednost, MJ/kg.....
-izgled granične površine	1b	
-razdvajanje	2	
Ispitane karakteristike uzorka odgovaraju zahtjevima SNO 0476 za goriva za mlazne motore GM-1.		

3.2. Zaključak dijagnostike avio goriva

Na osnovu rezultata sprovedene analize avio goriva GM 1 može se zaključiti da je ispitano gorivo karakteristika koje odgovaraju zahtjevima propisanog i usvojenog standarda za goriva za mlazne motore.

Imajući u vidu uslove eksploatacije, predlaže se vršenje redovnih kontrola avio goriva:

- spektralne analize avio goriva, iz rezervoara Pogonskog skladišta ***jednom u tri mjeseca***,
- ***svakodnevna*** kontrola organoleptičkih svojstava i kontrola na prisustvo vode i drugih primjesa, po izvoženju cisterne avio goriva na startnu liniju prije punjenja vazduhoplova gorivom, od strane dežurnog rukovodioca letjenja na aerodromu Golubovci.



Slika 1. Djelimični presjek GTM ASTAZOU III B/XIVM

4. ZAKLJUČAK

Spektralna analiza motorskog ulja nam daje sadržaj i vrstu metalnih čestica, što nam omogućuje da sagledamo stvarno stanje pokretnih djelova uređaja. U zavisnosti od procenta i sadržaja metalnih čestica saznajemo da li dolazi do habanja pojedinih pokretnih djelova i kakvo je njihovo podmazivanje.

Spektralnom analizom avio goriva GM 1 uočavanje promjene fizičko hemijskih karakteristika goriva koje mogu imati negativne uticaje na ispravnost helikoptera, prvenstveno na rad motora, snagu i potisak, odnosno borbene mogućnosti helikoptera.

Analize pokazuju da se, kroz kontinualne i povremene kontrole tj. dijagnostikom goriva i maziva, a na osnovu njih i preduzimanjem odgovarajućih postupaka ili procedura održavanja, može uticati na operativnu gotovost vazduhoplovnih sredstava.

Sprovedene analize ukazuju nam na opravdane mogućnosti primjene dijagnostičkih metoda u praćenju parametara stanja vazduhoplovnih sredstava.

Uticaj na ponašanje pouzdanosti ukazuju na pogodnost i potrebu primjene sistematske dijagnostike goriva i maziva na kritičnim sistemima vazduhoplova kao načina rješavanja problema.

Rezultati prethodnih analiza su u funkciji donošenja strategijskih odluka o održavanju sa ciljem povišenja efektivnost vazduhoplovnih sredstava.

5. LITERATURA

- [1] Karadžić Radoje, Istraživanja povišenja efektivnosti helikoptera primjenom održavanja po stanju, magistarski rad, Podgorica, 2009
- [2] Bulatović Miodrag, Održavanje i efektivnost tehničkih sistema, Monografija, Mašinski fakultet, Podgorica, 2008.

