



ULJNI SERVIS – MJERA ZA OSIGURANJE PUNE POGONSKE SPREMNOSTI I POUZDANOSTI RADA

Bruno ANTOLOVIĆ, dipl. ing., predstavništvo HYDAC, Velika Gorica, Hrvatska
Dragan GRGIĆ, dipl. ing., HYDAC, Pasching, Austrija

Rezime

Siguran rad i puna funkcionalnost hidrauličke opreme za regulaciju, upravljanje i podmazivanje u direktnoj je vezi sa čistoćom i kvalitetom ulja u primjeni. Ispunjenje zahtjeva proizvođača hidrauličke, a posebice regulacijske opreme u pogledu čistoće i kvalitete radnog medija u uljnom sistemu, preduvjet je stalne pogonske spremnosti agregata, sigurnog rada regulacijske i upravljačke opreme i dugotrajne primjene ulja u velikim sistemima. **Uljni servis** – niz mjera usmjerenih na postizanje navedenih ciljeva – jedna je od opcija koja u posljednje vrijeme daje sve bolje rezultate.

Ključne riječi: kontaminacija, monitoring, uljni servis, proaktivna strategija

Summary

Safe work and full functionality of hydraulic equipment used for regulation, guidance and lubrication depends on cleanliness and quality of operating fluid. If we comply with the requests for cleanliness and quality of operating medium in hydraulic system, given by hydraulic equipment producers, we will ensure permanent operating capability, safe work of regulation and guidance equipment and long-term oil use in large systems. Carrying out **oil service** measures - directed to obtain mentioned aims - in recent times gives better and better results.

1. UVOD

Kada je mašina u pogonu, kontaminacija hidrauličkog, radnog medija mora se obavezno uzeti u obzir, bez obzira da li se radi o elektro-hidrauličkom upravljanju, prenosu snage ili podmazivanju i hlađenju.

Danas je dobro poznata činjenica da je 70-80% ispada hidrauličkih sistema uzrokovano prevelikom kontaminacijom radnog medija. U praksi, najvažniji faktor koji utječe na životni vijek i primjenjivost hidrauličkog medija je upravo kontaminacija čvrstim česticama i vodom.

Posljedice toga su pojava trošenja i oštećenja hidrauličkih komponenti, koja mogu dovesti do učestalih zastoja i povećanja operativnih troškova izazvanih kvalitetom radnog medija. Ukoliko se sistematski provodi kontrola kontaminacije

hidrauličkog medija i provode specifične mjere *uljnog servisa* može se postići značajno povećanje pogonske spremnosti, pouzdanosti rada, životnog vijeka hidrauličkih elemenata i ekonomičnosti radnog procesa.

Neke od mjera *uljnog servisa* koje su donijele pozitivne rezultate primjenom u energetici, brodogradnji i papirnoj industriji bit će prikazane u nastavku rada.

2. IZVORI I POSLJEDICE KONTAMINACIJE RADNOG FLUIDA

U osnovi, mjere *uljnog servisa* koje su opisane odnose se na monitoring i održavanje u prihvatljivim granicama sadržaja mehaničkih onečišćenja i vode. Upravo ova dva parametra sami možemo kontrolirati i na njih utjecati u proizvod-

nom procesu. Eliminacijom čvrstih čestica i vode, koju možemo provesti raznim fizikalnim metodama, nećemo narušiti osnovnu formulaciju proizvođača ulja, ali ćemo eliminirati glavne katalizatore starenja ulja i zaštititi svoju opremu.

Neki od osnovnih izvora kontaminacije radnog fluida:

- rezervoari ulja su napunjeni uljem koje nije dovoljno čisto,
- u novim sistemima nije izvršeno kvalitetno ispiranje (flushing),
- akumulacija uljnog taloga u rezervoaru zbog neredovitog čišćenja,
- okolna atmosfera je veoma kontaminirana,
- visoka relativna vlažnost okolnog zraka, voda od vanjskog pranja sistema,
- nedovoljan broj ljudi u održavanju (!).

Kada govorimo o kontaminaciji ulja vodom, potrebno je razlikovati, s jedne strane kondenzat, a sa druge strane prodor vode u ulje spolja. Kondenzacija vode uzrokovana je temperaturnim razlikama u hidrauličkom rezervoaru. Prodor vode može biti izazvan oštećenjem hladnjaka, zaptivki ili propuštanjem rezervoara. Ulja mineralne osnove stare brže kada je prisutna voda u ulju, pri čemu čvrste čestice, kao katalizatori procesa, višestruko povećavaju brzinu starenja ulja. Uljni aditivi rapidno se troše za vrijeme rada, što ubrzano skraćuje životni vijek ulja. Pogoršavaju se sposobnost izdvajanja zraka (pjenjenje) i sposobnost podmazivanja, što kod regulacijskih sklopova može dovesti do upravljačke nepreciznosti, a kod sistema podmazivanja ležaja do vibracija, ubrzanog trošenja i buke.

Prema preporukama proizvođača kotrljajućih ležaja, prihvatljivi sadržaj vode u ulju za dugotrajni pogon kreće se između 0,03 i 0,05% (300 do 500 ppm), dok je gornja granica prihvatljivosti za kratkotrajni pogon 0,1% (1000 ppm).

Posljedice koje povećana kontaminacija ulja može izazvati, ako su prisutni:

- grube čestice ($>15 \mu\text{m}$) – iznenadni ispadi komponenata,
- fina onečišćenja ($5-15 \mu\text{m}$) – trošenje i oštećenje komponenata, unutarnje propuštanje, upravljačka nepreciznost, blokiranje ventila,
- fina onečišćenja ($<2-5 \mu\text{m}$) – akumuliranje taloga topivih i netopivih u ulju, ubrzano starenje ulja,
- voda u ulju – korozija, povećano trošenje i oštećenje komponenata, ubrzano starenje ulja.

Karakteristične veličine čestica korištene u opisu (2, 5, 15, 25, 50 μm) granične su veličine i

prema ISO 4406:1991 i NAS 1638:1964 standardnim metodama, do nedavno korištenim za određivanja *razreda čistoće* hidrauličkih ulja i opće prihvaćenim u hidraulici. Treba istaknuti da je od decembra 1999. godine na snazi novi standard koji nosi oznaku ISO 4406/1999, pa je potrebno ukratko obrazložiti promjene. Pri kalibraciji brojača čestica koristi se ispitni prah čije čestice imaju točno određen oblik i veličinu. Nakon prekida proizvodnje (1992.) ranije korištenog praha ACFTD koji nije bio normiran, razvijen je novi ispitni prah ISO MTD, normiran u skladu s ISO 12103-1. Zbor različite definicije oblika i veličine čestica u novom ispitnom prahu, preuzete su nove početne vrijednosti (>4 , >6 , >14 , >21 , >38 , $>70 \mu\text{m}_{(c)}$) *razreda čistoće*.

Zbog svega navedenog, umjesto ranije ISO 4402 metode, usvojena je nova metoda kalibriranja brojača čestica određena normom ISO 11171. Ni u novom standardu SAE AS 4059:2001 nije više prisutan spektar podjele veličine čestica poznat iz NAS 1638 norme (2-5 μm , 5-15 μm , 15-25 μm , 25-50 μm ...). Nova SAE AS 4059 norma ima točno isti sadržaj kao ISO 4406:1999 i daje dodatne informacije o podjeli čestica po veličini u 12 *razreda*. Većina proizvođača hidrauličkih komponenata u tehničkim specifikacijama svojih proizvoda navodi za koju vrstu hidrauličkog medija je predviđena pojedina komponenta, odnosno koji *razred čistoće* ulja se mora održavati u sistemu da bi se osigurala njena (i njegova) puna funkcionalnost. Za sada se zahtjevi daju u skladu sa starom ISO 4406/1991 normom, ali se očekuje da će većina uskoro preći na iznova formuliranu ISO 4406/1999 normu.

Iako podatak o traženom (zahtjevanom) *razredu čistoće* projektanti koriste pri odabiru sistemskih filtera, česti su slučajevi da izbor načina i finoće filtriranja ne zadovoljava zahtjeve najosjetljivije komponente u sistemu.

3. ULJNI SERVIS – MJERE ZA OTKLANJANJE IZVORA I IZBJEGAVANJE POSLJADICA KONTAMINACIJE RADNOG FLUIDA

Cilj dobrog *uljnog servisa* nije samo jednokratno rješavanje problema, već i istraživanje i eliminacija njihovih uzroka. Uz primjenu opreme neophodne za provođenje dijagnostike i pružanje kvalitetnih usluga, podrazumijeva se i konzalting koji donosi najbolje rješenje za korisnika.

Za ocjenu kontaminacije ulja čvrstim česticama u skladu sa ISO 4406 i NAS 1638 standardima, koriste se elektronički brojači čestica

ili mikroskopske analize. U terenskim uvjetima, za ocjenu sadržaja vode u ulju koristi se WasserTest Kit, čija očitavanja pouzdano mogu usmjeriti korisnika kako dalje postupiti s uljem. U uvjetima kada je to moguće, provodi se analiza metodom Karl Fischera. Reprezentativni uzorci se uzimaju neposredno na terenu i provode potrebne analize za ocjenu primjenskog stanja ulja. Posebnu pažnju potrebno je posvetiti mjestu i načinu uzimanja uzoraka, jer je u praksi više puta potvrđeno da je loše uzorkovanje izazvalo mnoge nedoumice.

Kod većih punjenja uzorci ulja dodatno se, barem jednom svake godine, dostavljaju u laboratorij proizvođača ulja radi ocjene fizikalno-kemijskih karakteristika ulja. Ova usluga spada u besplatni servis proizvođača ulja i ne naplaćuje se posebno. Rješenja za pojedinačne probleme nude razni mobilni ili stacionarni sistemi za filtriranje i odvodnjavanje ulja. Izbor opreme ovisit će o uvjetima rada agregata i rezultatima monitoringa kontaminacije ulja kroz duži vremenski period.

U posljednje vrijeme najraširenije je filtriranje u paralelnom, pokrajnom vodu u kojem uvjeti pritiska, protoka i brzina strujanja osiguravaju najbolji efekat filtriranja. U usporedbi s drugim oblicima filtriranja ugradnjom sistemskim filtera, troškovi su ponekad i trostruko niži. U osnovi, najbolje rezultate daje kombinacija dobro odabranih i dimenzioniranih sistemskih filtera i filtriranja u pokrajnom vodu. Zbog toga, novi agregati nekih proizvođača, već u startu imaju ugrađenu motor-pumpa-filter grupu, ponekad u kombinaciji s hladnjakom, za filtriranje u paralelnom vodu.

Izdvajanje vode još uvijek se najčešće provodi centrifugiranjem, ali sve je više novih uređaja koji vodu iz ulja izdvajaju vakuumsom destilacijom.

HYDAC proizvodi novu generaciju uređaja FAM – Fluid Aqua Mobil koja je našla široku primjenu u energetici, papirnoj i metalnoj industriji. Maksimalni protoci kreću se do 70 l/min, što zadovoljava zahtjeve vrlo velikih uljnih punjenja.

U sistem mogu biti integrirani filterski elementi finoće do 2 μm apsolutno, što uz dobro odvodnjavanje osigurava lako postizanje i održavanje vrlo zahtjevnih razreda čistoće. Kod ovakvih uređaja izdvajanje vode provodi se u vakuumskoj komori, pri čemu se u uvjetima podpritiska snižava

temperatura isparivanja vode u ulju. Radne temperature značajno su niže nego kod centrifugalnih separatora (40-50°C u usporedbi sa 70-80°C kod centrifuge). Ovakvi uređaji su vrlo djelotvorni do sadržaja vode u ulju do 4%.

Centrifugalni separatori, u usporedbi s navedenim uređajem, imaju znatno više pogonske troškove, osobito kod velikih uljnih punjenja, ne odvajaju efikasno čvrste čestice (klarifikacija), ne otplinjavaju i odvajaju samo vodu koja nije vezana.

Optimiranje u poslovima održavanja hidraulike može dovesti do značajnih ušteda. S jedne strane imperativ nam je povećanje raspoloživosti, dok s druge strane očekujemo smanjenje troškova poslovanja. Na prvi pogled, ove dvije stvari je vrlo teško pomiriti, ali detaljnija analiza pokazuje da je i to moguće. Na žalost, do sada u kalkulacijama troškova često nisu bili obuhvaćeni troškovi zastoja pojedine mašine kod ispada, već samo troškovi materijala i rada potrebnog za popravak. Ukupna bilanca sastavljala bi se tek kasnije, obično nakon jednogodišnje realizacije, pa ako je bila imalo pozitivna više nikoga nisu zabrinjavali podaci o troškovima zastoja.

Privatizacija bivših državnih (javnih) poduzeća i nemilosrdna tržišna utakmica u uvjetima globalizacije tržišta nametnula je racionalizaciju troškova održavanja, pa se u bilansu uzimaju i svi ostali relevantni troškovi. Što je još bitnije, voditelji službi održavanja trude se da određene investicije u održavanje opravdaju proračunom ušteda i iskazivanjem mogućeg povećanja pouzdanosti i raspoloživosti.

Primjer proračuna smanjenja troškova - primjer mašina za brizganje plastike pokazuje kolike uštede se mogu osvariti dosljednom primjenom mjera *uljnog servisa*.

4. ZAKLJUČAK

Dosljednim provođenjem navedenih mjera *uljnog servisa* dugoročno se osiguravaju uvjeti za siguran rad i punu pogonsku spremnost i pouzdanost rada hidrauličke opreme, smanjuju troškovi održavanja opreme kroz uštede na neplaniranim ispadima, gubicima uslijed zastoja, rezervnim dijelovima i ljudskom radu (proaktivno održavanje).

Broj mašina za brizganje: n h6	50
Radnih sati svake mašine na godinu	5000
Troškovi pogona mašine po satu	51 EUR
Raspoloživost prije početka primjene mjera <i>uljnog servisa</i>	90%
Zbroj sati zastoja godišnje	25000 h

35% izazvano je hidrauličkim greškama	8750 h
od čega je 70% izazvano kvalitetom hidrauličkog medija	6125 h
⇒ troškovi zastoja izazvanih kvalitetom hidrauličkog medija	312375 EUR
⇒ troškovi za njihovo otklanjanje	249900 EUR
Ukupno:	562275 EUR
HYDAC garantira da se 90% troškova zastoja izazvanih kvalitetom hidrauličkog medija može izbjeći primjenom mjera <i>uljnog servisa</i>	
Ušteda:	506000 EUR
Raspoloživost nakon primjene mjera uljnog servisa:	92,2%