

Proizvodnja hidravličnega olja boljše stopnje čistosti

Milan KAMBIČ

Izvleček: Sveža hidravlična olja že vsebujejo določeno število trdnih delcev. Glede potrebne stopnje čistosti sicer ustrezajo zahtevam standarda DIN 51524, toda za uporabo v sodobnih hidravličnih sistemih in napravah brez dodatne filtracije niso neposredno uporabna. To dodatno filtracijo zato običajno opravijo uporabniki sami na mestu uporabe, in sicer ob nalivanju olja in pred zagonom hidravličnih naprav.

Obstaja tudi druga možnost za doseg potrebne stopnje čistosti svežega hidravličnega olja. To je proizvodnja hidravličnih olj z boljšo stopnjo čistosti, kot je standardna. Vendar so bili doslej takšni primeri bolj izjema kot pravilo. Podjetje Olma, d. d., se je zato odločilo, da uporabnikom ponudi tudi to možnost. Glede na pomen čistosti tako hidravličnih sestavin kot uporabljanega hidravličnega olja v sodobnih hidravličnih napravah je tudi povpraševanja po bolj čistem hidravličnem olju vse več.

Prispevek obravnava proizvodnjo mineralnega hidravličnega olja z boljšo stopnjo čistosti, vpliv finosti uporabljenih filtrskih elementov in števila prečrpavanja pri filtraciji. Z uporabo ustrezne opreme in primernim postopkom dela lahko odslej uporabnikom ponudimo izredno kvalitetno stopnjo čistosti hidravličnega olja, tako da je neposredno uporabno tudi v najbolj občutljivih hidravličnih sistemih.

Ključne besede: hidravlika, olje, čistost, filtracija

■ 1 Uvod

Kontrola kontaminacije hidravličnega olja z mehanskimi delci je učinkovit način za izboljšanje zmožljivosti in zanesljivosti, podaljšanje življenjske dobe in zmanjšanje obratovalnih stroškov vseh sistemov v fluidni tehniki. Pri proizvodnji hidravličnega olja smo to dosegli z dodatno namestitvijo ustreznih filtrskih elementov na primerna mesta v proizvodnem procesu. Dosežene stopnje čistosti svežega hidravličnega olja so izjemne. Za uspešno uporabo tako čistih olj pa je izrednega pomena, da se ob proizvodnji dosežene stopnje čistosti med transportom, skladiščenjem in polnjenjem hidravličnih naprav bistveno ne poslabšajo.

Mag. Milan Kambič, univ. dipl. inž., Olma, d. d., Ljubljana

Začetna stopnja kontaminacije hidravličnega sistema seveda ni odvisna le od čistosti hidravličnega olja, ampak je vsota kontaminantov v sestavljenem sistemu (S) in hidravličnem fluidu (F), torej ($N_{SF} = N_S + N_F$) [1–2]. Pri tem je začetna kontaminacija sestavljenega sistema vsota začetne kontaminacije vseh komponent in kontaminacije, ki izvira iz montaže sistema, kar prikazuje enačba (1):

$$N_S = \left(\sum_{i=1}^n N_{Ci} \right) + N_{SAS} \quad (1)$$

Če pogledamo še podrobneje, je kontaminacija vsake komponente hidravličnega sistema vsota kontaminacije vseh njenih sestavnih delov in kontaminacije, ki izvira iz montaže komponente, kar prikazuje enačba (2):

$$N_C = \left(\sum_{i=1}^n N_{Pi} \right) + N_{CAS} \quad (2)$$

Podobno bi lahko rekli, da je kontaminacija svežega dobavljenega hidravličnega olja vsota kontaminacije samega olja in kontaminacije embalaže. Zaradi tega smo pri proizvodnji hidravličnega olja boljše čistosti posvetili dodatno skrb tudi čistosti embalaže.

1.1 Čistost svežih hidravličnih olj

V nobeni od najbolj uveljavljenih mednarodnih specifikacij za hidravlična olja še nekaj let nazaj ni bila zajeta zahteva o potrebni stopnji čistosti svežega hidravličnega olja. Proizvajalci olj glede stopnje čistosti potemtakem niso imeli nobenih obveznosti [3].

V zadnji verziji standarda DIN 51524 (velja od aprila 2006), ki predpisuje minimalne zahteve za hidravlična olja, je vključena tudi zahteva o minimalni potrebni stopnji čistosti

Preglednica 1. Izmerjene stopnje čistosti svežih hidravličnih olj [4]

Vzorec olja	Razred čistosti		Vzorec olja	Razred čistosti	
	ISO 4406	NAS 1638		ISO 4406	NAS 1638
A-V 1	18/16/12	8	B-V 1	20/18/14	10
A-V 2	18/16/12	8	B-V 2	20/18/14	10
A-V 3	18/16/12	8	B-V 3	20/18/14	10
A-V 4	18/15/12	7	B-V 4	20/18/14	10
A-S 1	18/16/13	8	B-S 1	20/18/14	10
A-S 2	18/16/13	9	B-S 2	20/18/14	10
A-S 3	18/16/13	8	B-S 3	20/18/14	10
A-S 4	18/16/13	8	B-S 4	20/18/14	10
A-T 1	18/15/12	7	B-T 1	20/18/14	10
A-T 2	18/15/12	8	B-T 2	20/18/14	10
A-T 3	17/15/12	8	B-T 3	20/18/14	10
A-T 4	17/15/12	7	B-T 4	20/18/14	10
C-V 1	20/19/17	12	D-V 1	17/16/12	7
C-V 2	20/19/17	12	D-V 2	17/16/12	7
C-V 3	20/19/17	12	D-V 3	17/16/12	7
C-V 4	20/19/17	12	D-V 4	17/16/12	7
C-S 1	20/19/16	12	D-S 1	17/15/12	7
C-S 2	20/19/17	12	D-S 2	17/16/12	7
C-S 3	20/19/17	12	D-S 3	17/15/12	7
C-S 4	20/19/16	11	D-S 4	17/15/12	7
C-T 1	20/19/16	12	D-T 1	17/16/12	7
C-T 2	20/19/17	12	D-T 2	17/16/12	7
C-T 3	20/19/17	12	D-T 3	17/16/12	7
C-T 4	20/19/16	11	D-T 4	17/16/12	7
E-V 1	20/18/15	10	E-S 3	20/18/15	10
E-V 2	20/18/15	10	E-S 4	20/18/15	10
E-V 3	20/18/15	10	E-T 1	20/18/15	10
E-V 4	20/18/15	10	E-T 2	20/18/15	10
E-S 1	20/18/15	10	E-T 3	20/18/15	10
E-S 2	20/18/15	10	E-T 4	20/18/15	10

svežega hidravličnega olja na mineralni osnovi. Ta mora znašati vsaj 21/19/16 (ISO 4406:1999). Glede na to, da je ta zahteva celo manj kvalitetna od stopnje čistosti svežih olj, ki so jih že doslej prodajali nekateri proizvajalci (preglednica 1), ni prinesla bistvenega izboljšanja čistosti svežega olja. Morda so se le nekoliko bolj izenačile čistosti olj različnih proizvajalcev.

O pomenu stopnje čistosti svežega hidravličnega olja smo pisali že na 3. konferenci Slotrib, kjer so bili prikazani rezultati primerjalne meritve stopnje čistosti nekaterih olj na slovenskem trgu [4]. Povzetek rezultatov prikazuje *preglednica 1*.

Ne glede na to, da je od omenjenih primerjalnih meritev minilo več kot 10 let in da podobne primerjave v zadnjih letih nismo opravili, pa na osnovi posameznih meritev stopnje čistosti svežih hidravličnih olj vemo, da razmere tudi danes niso bistveno drugačne. To pomeni, da so sveža hidravlična olja tudi danes še vedno neprimerna za neposredno upo-

rabo v sodobnih hidravličnih napravah (čeprav ustrezajo zahtevam standarda DIN 51524), še zlasti zato, ker se tudi zahteve po boljši čistosti hidravličnih sestavin in olja zaostčujejo. Prav tako še vedno obstajajo razlike med različnimi proizvajalci, saj nekateri v pretirani želji po nizki ceni ponujajo vprašljiv nivo kvalitete »svežega« hidravličnega olja.

1.2 Potrebna stopnja čistosti hidravličnega olja

Potrebno stopnjo čistosti hidravlične tekočine za določen namen predpisujejo oz. priporočajo proizvajalci strojev in hidravličnih naprav, in sicer predvsem glede na vgrajene sestavne dele. Kadar omenjenih po-

Preglednica 2. Priporočene stopnje čistosti za ventile

VENTIL		
Trak	p ≤ 210 bar	p > 210 bar
Potni ventili	20/18/15	19/17/15
Tlačni ventili	19/17/14	19/17/14
Tokovni ventili	19/17/14	19/17/14
Protipovratni ventili	20/18/15	20/18/15
Vgradni ventili	18/16/13	17/15/12
Dvopotni ventili-Krmilni vložki	18/16/14	17/15/13
Hidavlično daljinsko krmiljenje	18/16/13	17/15/12
Proporcionalni potni in tlačni ventili	17/15/12	16/14/11
Proporcionalni tokovni ventili	17/15/13	17/15/13
Proporcionalni vgradni ventili	17/15/13	16/14/11
Servoventili	16/14/11	15/13/10

datkov nimamo, lahko kot smernice upoštevamo splošna priporočila [3]. Preglednica 2 prikazuje splošna priporočila za ventile, ki so najbolj občutljivi elementi v hidravličnem sistemu.

Vidimo, da so potrebne, zahtevane stopnje čistosti, npr. za servoventile, bistveno višje, kot znašajo povprečne stopnje čistosti svežih hidravličnih olj, in neprimerno bolj kvalitetne, kot je zahteva standarda DIN 51524. Potrebno stopnjo čistosti lahko dosežemo in vzdržujemo z dodatnim filtriranjem [5]. To dodatno filtriranje mora izvesti uporabnik med polnjenjem hidravličnega olja, pred zagonom hidravličnega sistema in med rednim obratovanjem. Vsi uporabniki nimajo potrebne opreme za to dodatno filtriranje, poleg tega pa tudi tisti, ki jo imajo, želijo že v začetku uporabiti čim bolj čisto olje in tako znižati stroške dodatne filtracije. Zato se vse bolj pogosto pojavljajo želje po boljši stopnji čistosti svežega hidravličnega olja. Podjetje Olma, d. d., se je odločilo, da uporabnikom hidravličnih olj ponudi tudi takšno hidravlično olje.

■ 2 Izboljšanje stopnje čistosti svežega hidravličnega olja

2.1 Uporabljena oprema

Stopnjo čistosti svežega hidravličnega olja smo izboljšali z dodatnim



Slika 1. Nalepka hidravličnega olja boljše stopnje čistosti

filtriranjem, kjer smo uporabili dva različno fina filtrska elementa istega proizvajalca, oba bolj fina, kot jih sicer uporabljamo pri redni proizvodnji. Za on-line meritve stopnje čistosti olja smo uporabili avtomatski števec delcev Internormen CCS2, poleg tega pa še zunanjo črpalko Internormen TSS1. Za laboratorijske meritve stopnje čistosti pa smo poleg avtomatskega števca delcev Internormen CCS2 uporabili še stekle-

nični analizator Internormen BSS1.

2.2 Postopek dela

Sveže olje Hydrolubric VG 46, š. 8565 (polizdelek), smo dodatno filtrirali, in sicer v enem primeru skozi fin filtrski element A, v drugem primeru pa skozi še finejši filtrski element B istega proizvajalca. V obeh primerih smo izmerili stopnjo čistosti po 2 in po 4 prečrpavanjih ter na ta način ugotovili vpliv števila prečrpavanj na doseženo stopnjo čistosti.

Uporabili smo takšen način filtracije, da je celotna količina olja dejansko večkrat šla skozi filtrski element. Dodatno smo z izpiranjem/filtriranjem odstranili tudi kontaminacijo embalaže. Pri uporabi filtrskega elementa A smo med vsakim prečrpavanjem merili stopnjo čistosti z avtomatskim števcem delcev, po drugem in četrtem prečrpavanju pa odvzeli še vzorca olja za laboratorijsko meritve stopnje čistosti. Pri uporabi filtrskega elementa B pa smo opravili štiri prečrpavanja in po drugem ter četrtem prečrpavanju odvzeli vzorca olja za laboratorijsko meritve stopnje čistosti. Ker smo v primeru uporabe filtrskega elementa A videli, da pri filtraciji nastaja precej zračnih mehurčkov, smo on-line meritve



Slika 2. Označitev soda z oljem boljše stopnje čistosti

v tem primeru opustili. Pri laboratorijskih meritvah stopnje čistosti s pomočjo stekleničnega analizatorja BSS je možno vzorec olja pred meritvijo odzračiti in tako dobiti bolj realne rezultate.

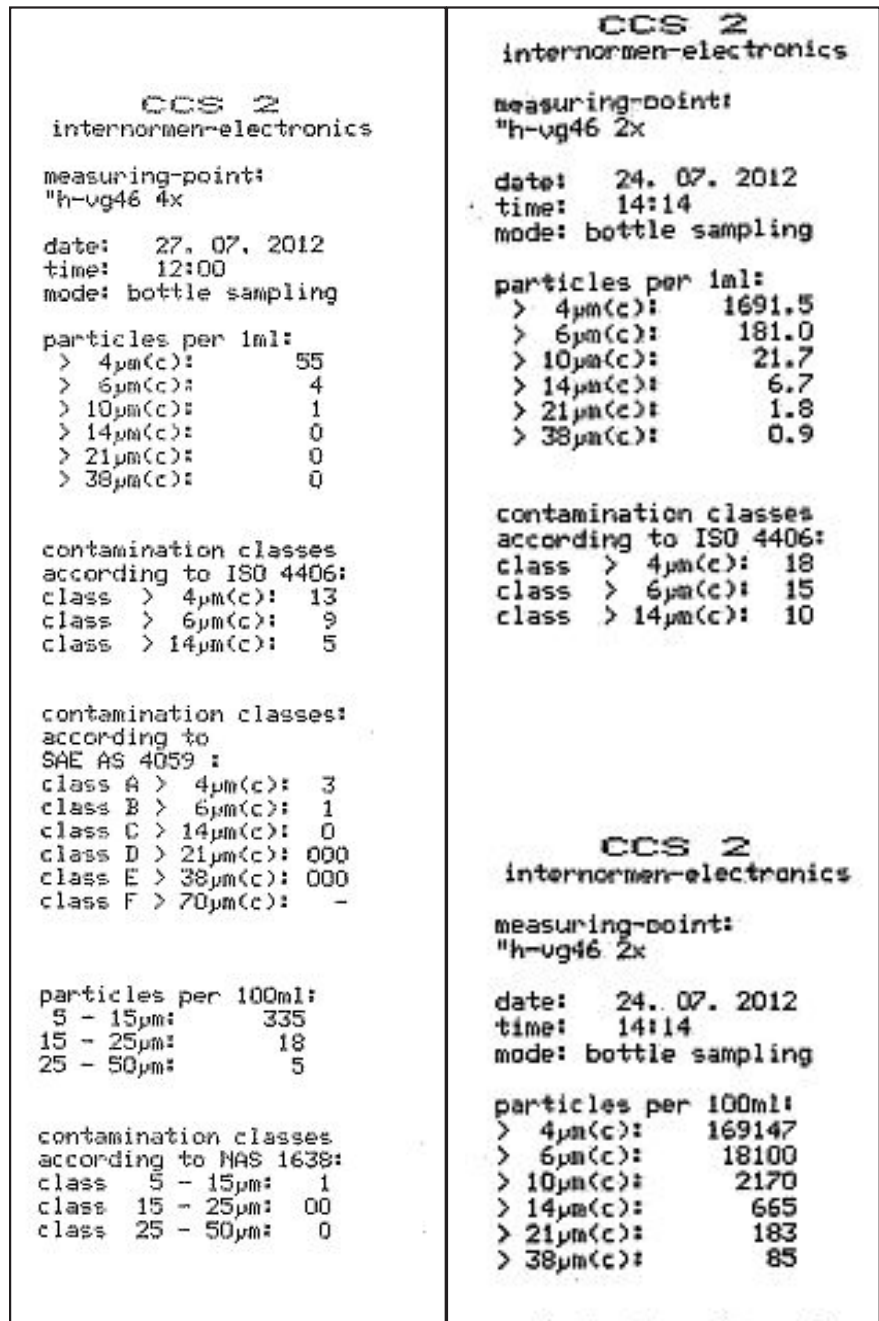
Izpis rezultatov meritve stopnje čistosti nalepimo na embalažo, tako da je vsaka embalaža razen z običajnimi nalepkami opremljena še s tem izpisom kot »certifikatom«, iz katerega je razvidna dosežena stopnja čistosti. Na sliki 1 je prikazana nalepka hidravličnega olja z boljšo stopnjo čistosti, slika 2 pa prikazuje primer označitve soda z oljem boljše stopnje čistosti.

■ 3 Rezultati dodatne filtracije

Rezultati izmerjenih stopenj čistosti so prikazani v preglednici 3.

Vidimo, da smo pri embalaži 1 in 2 v laboratoriju (off-line) izmerili boljšo stopnjo čistosti (to velja še zlasti za območje večjih delcev) kot pri on-line meritvah, kar sicer ni običajno. To pripisujemo dejstvu, da so pri on-line meritvah zračni mehurčki, nastajajoči med dodatnim filtriranjem, kvarili rezultat meritve. Zaradi tega razloga smo kasneje opravljali le laboratorijske meritve, pri katerih s predhodnim odzračanjem dobimo bolj realne rezultate.

Vidna je drastična razlika v doseženi stopnji čistosti med filtrskima vložkoma A in B, medtem ko število prečrpavanje nima posebnega vpliva in



Slika 3. Certifikata o doseženi stopnji čistosti

Preglednica 3. Izmerjene stopnje čistosti olja Hydrolubric VG 46 NAS6

Povzetek izmerjenih stopenj čistosti po dodatni filtraciji svežega hidravličnega olja						
Embalaža	Število prečrpavanje	Filtrski element	Stopnja čistosti ISO 4406:99		Stopnja čistosti NAS 1638	
			On-line	Off-line	On-line	Off-line
Sveže olje	0	/	19/16/11		8	
1	4	A	19/16/12	19/15/9	8	6
2	2	A	18/15/11	18/15/10	7	6
3	2	B		14/10/6		2
3	4	B		13/9/4		1
4	2	B		12/9/5		0
4	4	B		13/9/5		1

razlika v doseženi stopnji čistosti pri dveh in štirih prečrpavanjih v splošnem ne presega 1 stopnje. Pri uporabi filtrskega vložka A smo dosegli stopnjo 6 po standardu NAS 1638. Po standardu ISO 4406, ki upošteva tudi manjše delce, je vpliv filtracije v področju manjših delcev praktično zanemarljiv. Pri uporabi filtrskega vložka B pa zelo učinkovito odstranimo tudi manjše delce, zato z lahkoto dosežemo izredno kvalitetne stopnje čistosti že po dveh prečrpavanjih. Slika 3 prikazuje podroben izpis rezultatov/certifikat meritve stopnje čistosti pri štirikratnem prečrpavanju in uporabi filtrskega vlož-

ka B (levo) in dvakratnem prečrpavanju in uporabi filtrskega vložka A (desno). Razlika v doseženi stopnji čistosti in številu delcev je očitna. Takšni izpisi/certifikati so priloženi vsaki embalaži, v kateri dobavljamo olje boljše stopnje čistosti.

■ 4 Zaključek

Z uporabo dodatne filtracije svežega olja smo dosegli pričakovan rezultat, to je izredno izboljšanje stopnje čistosti (to smo za primerjavo izmerili pri enem od sodov iz redne proizvodnje).

Rezultat dodatne filtracije je zelo odvisen od finosti filtrskega elementa, zelo malo pa od števila prečrpavanj. Zato je potrebno za bodoče delo uporabljati bolj finega od obeh filtrskih elementov, in sicer tako dolgo, dokler padec tlaka na filtru ne bo presegel dopustne meje (vgrajen indikator padca tlaka) oziroma dokler se rezultat filtracije ne bo poslabšal. Meritve stopnje čistosti med filtracijo niso smiselne, ker je rezultat

popačen zaradi ustvarjanja zračnih mehurčkov. V bodoče se lahko opravi filtriranje olja, po končanem zadnjem prečrpavanju pa se na predpisan način opravi vzorčenje za meritev stopnje čistosti olja v laboratoriju. Uspeh dela se potrdi z laboratorijsko meritvijo stopnje čistosti. Izpisek te meritve služi kot certifikat in dokazilo o doseženi stopnji čistosti in spremlja vsako dobavljeno embalažo.

Odslej lahko na opisan način izdelamo bolj čisto hidravlično olje. Pri opisanem delu smo uporabili le viskoznostno gradacijo ISO VG 46. Ocenjujem, da tudi ostale viskoznostne gradacije ne bi dosti spremenile razmer.

Za zanesljivo obratovanje hidravličnega sistema je poleg kvalitetne stopnje čistosti hidravličnega olja enako pomembna stopnja čistosti vseh ostalih komponent. To moramo še zlasti upoštevati pri novih hidravličnih sistemih.

Literatura

- [1] C. Peuchot, New tools to optimize management of cleanliness requirements of fluid power systems, Zbornik prispevkov mednarodne konference Fluidna tehnika 2009, Maribor, Slovenija, 2009, 75–84.
- [2] C. Peuchot, New international standards on fluid power system contamination control, Zbornik prispevkov mednarodne konference Fluidna tehnika 2009, Maribor, Slovenija, 2009, 53–66.
- [3] D. Lovrec, M. Kambič, Hidravlične tekočine in njihova nega, Univerza v Mariboru, Maribor, 2007.
- [4] M. Kambič, B. Kus and L. Vidmar, Stopnja čistosti svežih hidravličnih olj, Proceedings - SLO-TRIB'98, Ljubljana, Slovenija, 1998, 195–203.
- [5] M. Kambič, A. Hrobat, Spremljanje kontaminacije hidravličnih tekočin: pogled v zakulisje – določanje vrste, količine in izvora kontaminantov. *Ventil*, Vol. 13 (2007), 414–418.

Production of hydraulic oil with better cleanliness level

Abstract: Fresh hydraulic oils already contain a certain number of particles. Although they meet the requirements of DIN 51524 regarding the necessary cleanliness level, they are not directly applicable for use in modern hydraulic systems and devices without additional filtration. This additional filtration is therefore normally done by users on the site before starting of the hydraulic system.

There is also another option to achieve the necessary cleanliness level of fresh hydraulic oil. This is the production of hydraulic oils with better purity as standard. However, so far such cases are the exception rather than the rule. Company Olma d.d. has therefore decided to offer users even this option. Given the importance of cleanliness of hydraulic components and hydraulic oil in the hydraulic system is the modern demand for more clean hydraulic oil all over.

This paper deals with the production of mineral hydraulic oil with a better cleanliness level, influence of the fineness of filter elements and number of filtration cycles. By using of appropriate equipment and appropriate method of work we can now offer customers an extremely high cleanliness level of hydraulic oil, so that it is directly applicable even in the most sensitive hydraulic systems.

Key words: hydraulics, oil, cleanliness, filtration

