

Diagnostika in vzdrževanje hidravličnih tekočin

Milan KAMBIČ

Izvleček: Postopni razvoj je privedel do tega, da dandanes uporabljamo veliko število različnih vrst hidravličnih tekočin. V nadaljevanju bo glavni poudarek namenjen diagnostiki in vzdrževanju stanja mineralnih olj in težko vnetljivih hidravličnih tekočin, saj omenjeni skupini predstavljata največji delež vseh hidravličnih tekočin. Vpliv kontaminantov na delovanje in uporabno dobo hidravličnih sistemov ter strojev in naprav je ključen in že dolgo časa poznan. Eno od pomembnih diagnostičnih opravil je zato redno nadzorovanje stopnje čistosti in vzdrževanje v priporočenem območju, seveda pa na zanesljivost obratovanja in uporabno dobo opreme vplivajo tudi drugi parametri, na osnovi katerih lahko zanesljivo ocenimo trenutno stanje in se odločimo o nadaljnjih vzdrževalnih ukrepih. Prispevek zato obravnava tudi nekatera vprašanja, pomembna za vzdrževanje stanja hidravličnih tekočin, kot so dopustna vsebnost vode v svežem in rabljenem hidravličnem olju, možnost mešanja različnih vrst hidravličnih tekočin, posebnosti vzdrževanja težko vnetljivih hidravličnih tekočin HFA in HFC in najpogostejše napake pri uporabi hidravličnih tekočin.

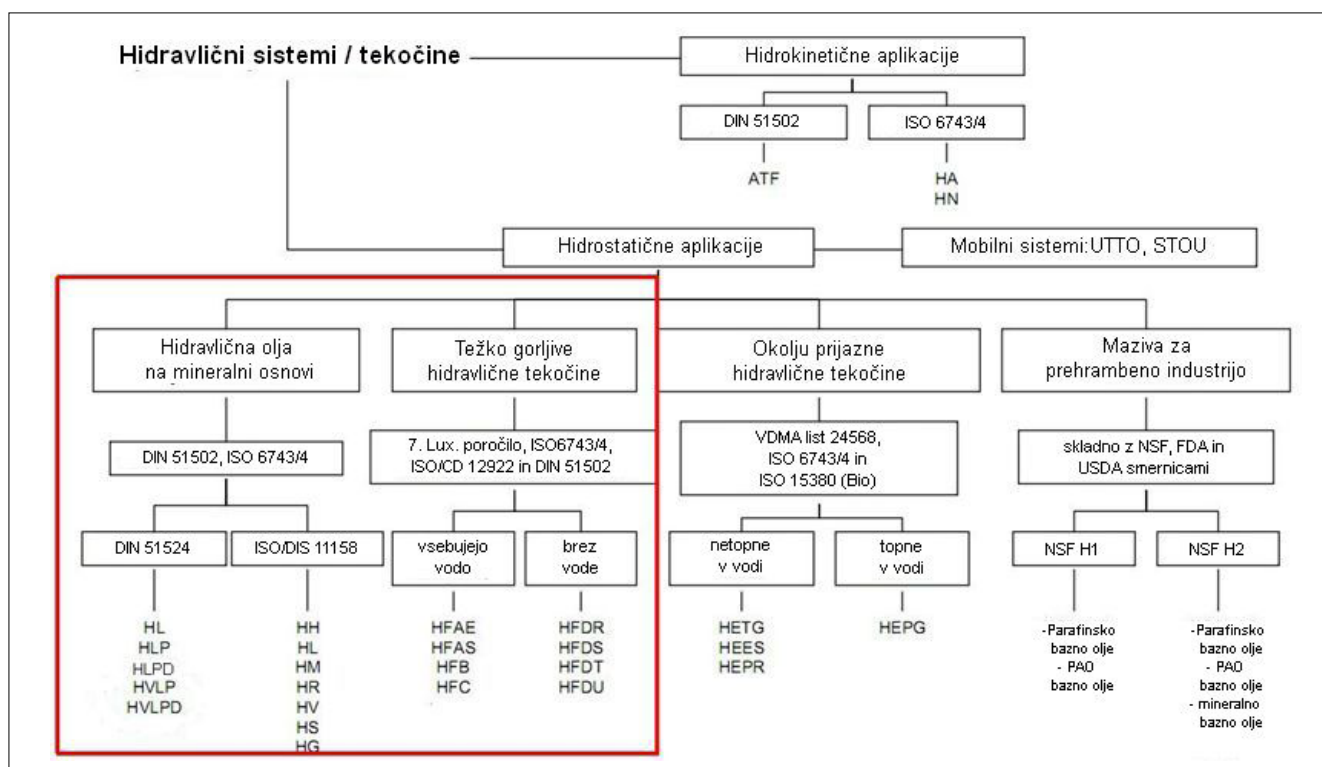
Ključne besede: hidravlična tekočina, diagnostika, vzdrževanje, vsebnost vode, zračni mehurčki

1 Uvod

Dandanes v hidravlični opremi pretežno uporabljamo mineral-

na olja različnih lastnosti in kvaliteten nivojev ter težko vnetljive tekočine [1]. Ti dve skupini pred-

stavljata več kot 90-odstotni delež celotne porabe hidravličnih tekočin, zato sta na *sliki 1*, kjer je pri-



Slika 1. Pregled različnih vrst hidravličnih tekočin

Dr. Milan Kambič, univ. dipl. inž., Olma d. o. o., Ljubljana

kazan pregled različnih vrst hidravličnih tekočin, označeni z rdečim pravokotnikom in jima bomo tudi v nadaljevanju posvetili največjo pozornost. Seveda pa poznamo še veliko drugih vrst hidravličnih tekočin.

■ 2 Stopnje čistosti hidravličnih tekočin

Kontaminacija hidravličnih tekočin je neizogiben pojav, saj del kontaminantov pride v hidravlično tekočino že med njeno proizvodnjo. Del kontaminantov lahko pride v tekočino med transportom, skladiščenjem in polnjenjem hidravličnih naprav ter med samo uporabo, npr. z »dihanjem« rezervoarja. Del jih lahko pride v tekočino tudi ob montaži nečistih gradnikov ali pa z nečisto montažo tovarniško očiščenih gradnikov. Obe skupini vzrokov poimenujemo vneseni kontaminanti. Določeni kontaminanti pa nastanejo med obratovanjem hidravlične naprave in so običajno posledica obrabe – t. i. generirani kontaminanti. Pri tem gre za različne vrste kontaminantov – ne samo za trde, temveč tudi za tekoče in plinaste. V nadaljevanju bomo tovrstnim kontaminantom najprej posvetili svojo pozornost.

Glede na to, da kontaminacije s trdimi delci ne moremo popolnoma preprečiti, je zato pomembno, da znamo izmeriti stopnjo (ne)čistosti hidravlične tekočine, saj na ta način ugotovimo, ali je še primeren za nadaljnjo uporabo [1], [2].

Hidravlični sistem/sestavina	ISO 4406:1999	NAS 1638
PARKER		
vse komponente	18/16/13	7
BOSCH REXROTH		
klasična hidravlika	21/18/14	9-10
proporcionalna hidravlika	20/18/14	9
regulacijska hidravlika	19/17/13	7-8
servo hidravlika	19/17/13	7
GS HYDRO		
klasična hidravlika	18/16/13	7
proporcionalna hidravlika	17/15/12	6
servo hidravlika	15/13/10	4

Slika 2. Zahteve Parker, Bosch Rexroth, GS Hydro

Hidravlični sistem/sestavina	ISO 4406:1999	NAS 1638
SCHRÖDER INDUSTRIES		
zobniške črpalke	19/17/14	9
batne črpalke	18/16/13	8
krilne črpalke	19/17/14	9
direktno upravljani ventili	19/17/14	9
proporcionalni ventili	18/16/13	8
servo ventili	16/14/11	5
MOOG		
servo ventili, splošno priporočilo	17/15/12	< 6
proporcionalni ventili	18/16/13	< 7
batne radialne črpalke	19/17/14	9

Slika 3. Zahteve Schröder Industries, Moog

Potrebno stopnjo čistosti hidravlične tekočine za določen namen predpisujejo/priporočajo proizvajalci strojev oz. hidravličnih naprav, in sicer predvsem glede na vgrajene gradnike (komponente) naprave. Te podatke najdemo oz. jih moramo poiskati v podatkovnih

listih proizvajalca za vsako vgrajeno komponento posebej. Kadar teh podatkov nimamo, lahko kot smernice upoštevamo splošna priporočila različnih proizvajalcev hidravlične opreme [1], [3]. Nekaj priporočil prikazujeta *sliki 2* in *3*.

Poudariti je potrebno, da se vedno ravnamo po najboljčutljivejšem gradniku, kar pomeni, da moramo doseči in vzdrževati vsaj takšno stopnjo čistosti, kot jo ta gradnik zahteva.

Glede same čistosti hidravličnih olj na mineralni osnovi standard DIN 51524 iz leta 2006 zahteva najmanj stopnjo 21/19/16 (ISO 4406: 1999). Čeprav ima večina svežih hidravličnih olj boljšo stopnjo čistosti od zahtevane po tem standardu [4], pa v primeru servoventilov in proporcionalnih ventilov večinoma ne dosega zahtev proizvajalcev hi-



Slika 4. Razkorak med zahtevano in dejansko stopnjo čistosti svežega hidravličnega olja

dravlične opreme, ki so prikazane na slikah 2 in 3. Potrebna stopnja čistosti za servoventile znaša namreč okoli 16/14/11. Razkorak med zahtevami sodobne in precizne hidravlične opreme in dejanskim stanjem je po podatkih iz literature lahko celo tako velik, kot je prikazan na *sliki 4*. Ta razkorak v praksi najpogosteje zmanjšujemo z dodatnim filtriranjem svežih hidravličnih olj, v nekaterih primerih pa z uporabo olj boljše stopnje čistosti [3].

Dandanes stopnjo čistosti najenostavneje določamo z avtomatskimi števci delcev. Z meritvami smo ugotovili, da na izmerjene stopnje čistosti lahko zelo vplivajo pogoji med samo meritvijo, na primer pretok in tlak olja, poleg tega pa tudi zračni mehurčki in/ali voda v olju [5].

■ 3 Diagnostika hidravličnih tekočin

Stopnja čistosti svežih in rabljenih hidravličnih olj je izredno pomemben podatek. Za zanesljivo oceno stanja rabljene hidravlične tekočine pa potrebujemo podatke tudi o drugih parametrih. Poznamo več načinov nadzora stanja, npr. enostavnejše meritve na mestu uporabe tekočine (on-site meritve), meritve, izvedene v laboratorijih, ki so tudi najpogosteje uporabljane (off-line meritve), in sodobne, v zadnjem času vse pogosteje uporabljene in uporabne kontinuirane meritve (on-line meritve). Seveda pa pogosto uporabimo tudi kombinacijo omenjenih načinov, kar je običajno celo najboljša možnost.

■ 3.1 Off-line nadzor stanja

V primeru off-line meritev v lastnem ali zunanemu laboratoriju je pomembno, da stanja ne ocenjujemo le na osnovi ene same analize, temveč spremljamo trend spremembe posameznih parametrov. V ta namen moramo opravljati periodične analize vzorcev. Za zanesljivo oceno stanja moramo poznati začetno stanje olja, izrednega pomena pa je reprezentativnost vzorcev. Vsa sodobna oprema in znanje nam namreč ne bosta omo-

gočila ugotovitve dejanskega stanja, če odvzeti vzorec ne bo odražal stanja celotne polnitve olja. Za reprezentativnost vzorca so pomembni:

- način odvzema (statični, dinamični),
- mesto odvzema,
- čas odvzema ter
- čistost uporabljene embalaže.

Vsak vzorec olja odvezamemo na enak način, z istega mesta in ob enakem času (režimu obratovanja).

Dinamični odvzem vzorca iz cevovoda med obratovanjem ima prednost pred statičnim iz rezervoarja. Tega opravljamo zato le izjemoma, in sicer na približno 2/3 višine nivoja olja v rezervoarju. Pri dinamičnem odvzemu je pomembno, da je mesto vzorčenja v toku olja in ne morda v mrtvih conah.

Mesto odvzema vzorca je odvisno od namena vzorčenja. Običajno želimo iz sistema pridobiti čim več podatkov, zato moramo odvzem opraviti pred morebitnim povratnim filtrskim elementom, ki nam filtrira večji del delcev in tako odstrani večji del za nas pomembnih podatkov. Seveda pa je včasih, ko nas zanima učinkovitost filtrskega elementa, potrebno vzorec odvzeti pred filtrskim elementom in za njim.

Vzorčenje opravljamo vsakokrat v stabilnih pogojih obratovanja, ko je olje ogreto na delovno temperaturo. Če vzorčenje med obratovanjem ni možno, ga opravimo čim prej po zaustavitvi, preden se kontaminanti začno posedati.

Za vzorčenje uporabljamo suho in čisto namensko embalažo. Pred odvzemom reprezentativnega vzorca prvo količino olja iz merilnega/odvzemnega mesta zavržemo zaradi možnih nakopičenih kontaminantov v merilnem priključku, kar bi lahko pripeljalo do napačnih rezultatov meritev stopnje čistosti.

Ostali parametri, ki nam v primeru reprezentativnega vzorca olja omogočajo zanesljivo oceno stanja, so kemijske narave:

- kinematična viskoznost (40 °C, 100 °C),
- indeks viskoznosti,
- gostota,
- plamenišče,
- nevtralizacijsko število,
- vsebnost vode,
- vsebnost mehanskih nečistoč (skupno, porazdelitev po velikosti, elementna sestava ...),
- drugi (videz, barva, vonj ...).

Poročilo o analizi mora poleg ustreznih enot in navedbe uporabljenih metod vsebovati tudi komentar rezultatov in mnenje o stanju, saj si v nasprotnem primeru uporabniki morda ne bodo znali ustrezno razlagati dobljenih rezultatov. Rezultati analize in mnenje o stanju so osnova za določitev potrebnih vzdrževalnih ukrepov (na primer dodatna filtracija, vgradnja drugačnih filtrskih elementov, menjava polnitve ...).

Uporabniki olj večkrat ne verjamejo v verodostojnost rezultatov meritev in pravilnost mnenja o stanju. Za ta sum ni pravega razloga, saj vedno obstaja možnost pridobitve »drugega mnenja«. Zaradi tega proizvajalci tekočine in tudi izvajalci laboratorijskih meritev ne bodo podajali napačnih/zavajajočih zaključkov, v katerih bi predlagali menjavo polnitve, pa čeprav ta ne bi bila potrebna. Lahko pa seveda tudi pri takšnem »drugem mnenju« pride do napak, še posebej v primerih, ko je bil vzorec za »drugo mnenje« odvzet na drugem mestu, ob drugačnih obratovalnih pogojih in/ali čez nekaj časa. Vsak od teh vzrokov ima lahko za posledico različne rezultate in temu primerne zaključke. Prav tako pa je potrebno biti pozoren tudi na uporabljeno metodo – standard, saj različni laboratoriji določenih parametrov ne merijo vedno po isti metodi. V tem primeru lahko pride do napačne interpretacije. Tako je potrebno pri zahtevanju »drugem mnenju« – primerjalnem testiranju, zapisati tudi metodo, po kateri želimo rezultat.

Tovrstnih zapletov in napačnih interpretacij običajno ni pri on-line

nadzoru stanja. Lahko pa pride do napačne interpretacije stanja in napačnih zaključkov, ki pa imajo v tem primeru druge vzroke.

■ 3.2 On-line nadzor stanja

V zadnjih letih se je kot odlična alternativa opisanega off-line načina začel uveljavljati tudi on-line nadzor stanja. Glavna prednost tega načina je namreč izredno kratek odzivni čas, saj zaradi različnih senzorjev, ki merijo stanje kontinuirano ali v kratkih časovnih intervalih in so vgrajeni v hidravlično napravo, praktično v vsakem trenutku poznamo aktualno stanje hidravlične tekočine. Tako vzdrževalnemu osebu preostaja več časa do nastopa kritičnih okvar in jih v večini primerov lahko prepreči.

Slika 5 prikazuje različne vrste senzorjev, namenjenih on-line nadzoru stanja.

On-line spremljanje stanja ima seveda tudi svoje omejitve, med katerimi je treba poudariti predvsem omejeno število senzorjev oz. veličin, ki jih lahko spremljamo. Prav tako se parametri, ki jih merimo z on-line senzorji, običajno razlikujejo od parametrov, ki jih določamo z laboratorijskimi analizami, zato neposredna primerjava med njimi ni mogoča. Ne nazadnje pa je za interpretacijo meritev običajno treba izvesti kalibracijo senzorjev, ki je veljavna le za posamezno vrsto hidravlične tekočine.

Zaradi omenjenih omejitev je on-line spremljanje stanja hidravličnih tekočin za razliko od meritev tlaka ali temperature veliko bolj kompleksno. Stanje olja namreč ni odvisno le od posameznega parametra, temveč od več hkrati. V odvisnosti od obremenitve, vrste olja in drugih mejnih pogojev se stanje olja tudi spreminja [6].

Pri načrtovanju in izvajanju oddaljenega nadzora stanja hidravličnih naprav je za doseg kvalitativnih merilnih podatkov ključnega pomena več dejavnikov, kot npr.:



Slika 5. Različni senzorji za on-line nadzor stanja

- izbira ustreznih senzorjev,
- ustrezna vgradnja senzorjev,
- ustrezno mesto zajemanja vzorca iz hidravličnega sistema (reprezentativnost vzorca),
- ustrezna povezava senzor–enota za zajemanje in obdelavo podatkov,
- dodatni ukrepi za izboljšanje natančnosti in verodostojnosti meritev.

■ 4 Vzdrževanje hidravličnih tekočin

Vzdrževanje ustreznega stanja hidravličnih tekočin mora biti stalna aktivnost, kajti tudi tedaj, ko stanje ne zahteva nujnih vzdrževalnih posegov (dodatna filtracija, sušenje olja, menjava polnitve), moramo opravljati redne kontrole nivoja olja, temperatur, tlakov, padca tlaka na filtrskih elementih, stopnje čistosti tekočine, netesnosti ipd.

Poleg trdih kontaminantov, ki so bili podrobneje omenjeni v 2. poglavju in jih na še dopustnem nivoju vzdržujemo z vgrajenimi filtrskimi elementi, po potrebi pa tudi z dodatno filtracijo, veliko pozornost namenjamo tudi drugi vrsti zelo pogosto prisotnih kontaminantov v hidravlični tekočini, tj. količini vlage/vode. To seveda ne velja za tekočine na osnovi vode, kot so tekočine HFA in HFC, temveč za mineralna hidravlična olja in težko vnetljive tekočine vrste HFD, kjer je

dopustna vsebnost vode zelo nizka. Seveda pa količino vode (pogosto z meritvijo viskoznosti) nadzorujemo tudi pri tekočinah vrste HFC, saj se zaradi izparevanja vode njena količina običajno niža, viskoznost tekočine pa posledično viša. Tudi pri vrsti HFA so potrebne redne kontrole koncentracije, saj ta zelo vpliva na mazalne lastnosti, sposobnost zaščite pred korozijo ipd.

V nadaljevanju bo omenjeno tudi mešanje hidravličnih tekočin, in sicer tako mešanje iste vrste tekočine kot tudi različnih vrst tekočin.

■ 4.1 Dopustna vsebnost vode

Analize vzorcev hidravličnih olj večkrat potrdijo prisotnost manjše ali večje količine vode. Tako proizvajalci hidravlične opreme kot proizvajalci maziv in delovnih fluidov običajno tolerirajo manjšo količino vode v olju. Enotno veljavnega priporočila o mejnih vrednostih pa ni. Različni viri navajajo sprejemljive vrednosti v območju med 0,05 % in 0,3 % prostornine polnitve hidravlične naprave [5].

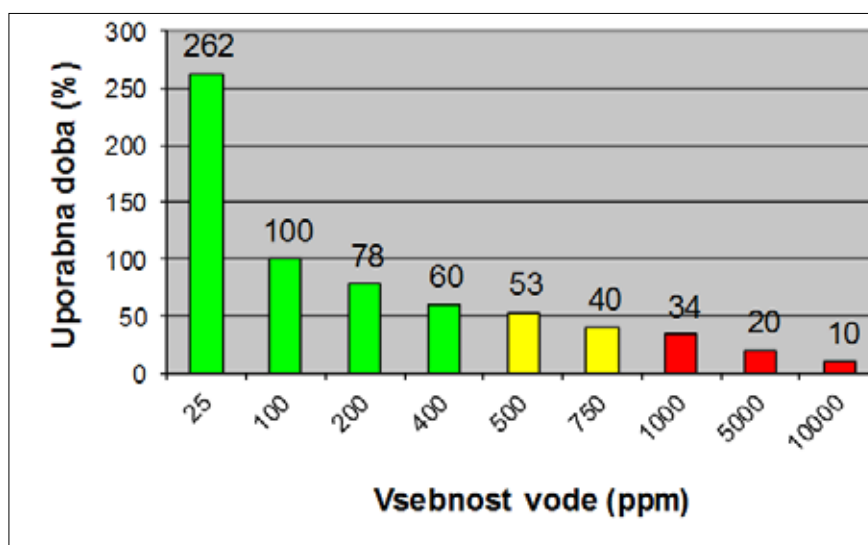
Kratek in jednat odgovor na vprašanje o sprejemljivi vsebnosti vode je: v hidravličnem fluidu naj ne bo vode, če pa vseeno je, naj bo njena vsebnost čim nižja. Tudi najmanjša količina vode vpliva na kemijske lastnosti olja in učinkuje na kovin-

ske površine hidravličnih sestavin in rezervoarja v napravi, kar prikazuje *slika 6*. S slike je jasno razvidno, da je pri prej navedeni okvirni zgornji dopustni vsebnosti vode v rabljenem hidravličnem olju 0,1 % oziroma 1000 ppm uporabna doba strojnega dela le še tretjina nazivne. Pri vsebnosti vode 0,05 % ali 500 ppm (kar je zgornja dopustna vsebnost vode v svežem mineralnem hidravličnem olju po standardu DIN 51524) pa uporabna doba strojnega dela znaša le še polovico nazivne. Preprosto povedano: raven škode na olju in stroju je odvisna od količine in časa prisotnosti vode v olju, napravi. Zato cilj ne sme biti le zagotavljanje vsebnosti vode pod zgornjo dopustno mejo, temveč obratovanje naprave brez vode ali z minimalno možno vsebnostjo vode [7]. O neugodnem vplivu vode se tudi lahko prepričamo, če pogledamo v že omenjene podatkovne liste za posamezen gradnik: dovoljene obratovalne vrednosti (npr. za tlak) so v primeru uporabe tekočin na osnovi vode veliko nižje kot v primeru uporabe mineralnih olj.

Izčrpen odgovor na zastavljeno vprašanje o dopustni vsebnosti vode (tam, kjer je ni že v osnovni tekočini) je zapleten. Tudi aditivi v nekaterih hidravličnih oljih, še zlasti tisti proti obrabi (AW – Anti Wear), lahko vplivajo na točnost kazanja instrumentov, ki jih običajno uporabljamo za ugotavljanje onesnaženja z vodo.

V praksi je priporočljivo sistematično spremljati trend parametrov, določenih z analizami olja, in najprej ugotoviti, ali količina vode v določenih časovnih intervalih narašča, pada ali je stabilna. Če iz rezultatov analize ugotovimo, da se je vsebnost povečala, je olje treba zamenjati ali vodo odstranjevati z ustreznimi izločevalniki, kot so: vakuumske naprave, centrifuge, absorpcijski filtri ali kakšni drugi separatorji.

Pri tem je po odstranjevanju vode iz olja z analizo treba ugotoviti, ali je olje še primerno za nadaljnjo uporabo. Z odstranjevanjem vode se namreč pri določenih pogojih izlo-



Slika 6. Vpliv vode na uporabno dobo sestavin

čijo tudi aditivi – t. i. izčrpavanje oz. izločanje aditivov.

Prav tako je treba ugotoviti vir oz. vire onesnaževanja z vodo in opraviti potrebne spremembe, popravila ali korekcije na napravi, da bi se preprečilo ponovno vstopanje vode v olje, napravo. Običajni vzroki onesnaženja z vodo so dolivanje nečistega fluida, neučinkoviti ali pokvarjeni odzračevalni filtri, slabo zatesnjeni pokrovi za dolivanje, netesni oljni hladilniki, neustrezno izpiranje naprave, kondenzacija vlage v notranjosti naprave, rezervoarja ipd. [7].

■ 4.2 Zračni mehurčki in penjenje

Vzroki pojava pen, vdiranja zraka v hidravlični sistem ali izločanja raztopljenega zraka iz hidravličnega olja so dokaj kompleksni in medsebojno povezani, saj so lahko različni in tesno povezani s samo zasnovo naprave, uporabljenim medijem in obratovalnimi parametri naprave.

Če se zrak v obliki pen pojavlja pri svežem, čistem mineralnem olju, je pojav pen treba iskati na sami hidravlični napravi. Vzroki so lahko različni in so povezani z zasnovo hidravlične naprave. Omenimo na kratko samo nekatere:

- premajhen rezervoar ali premajhna polnilna odprtina rezer-

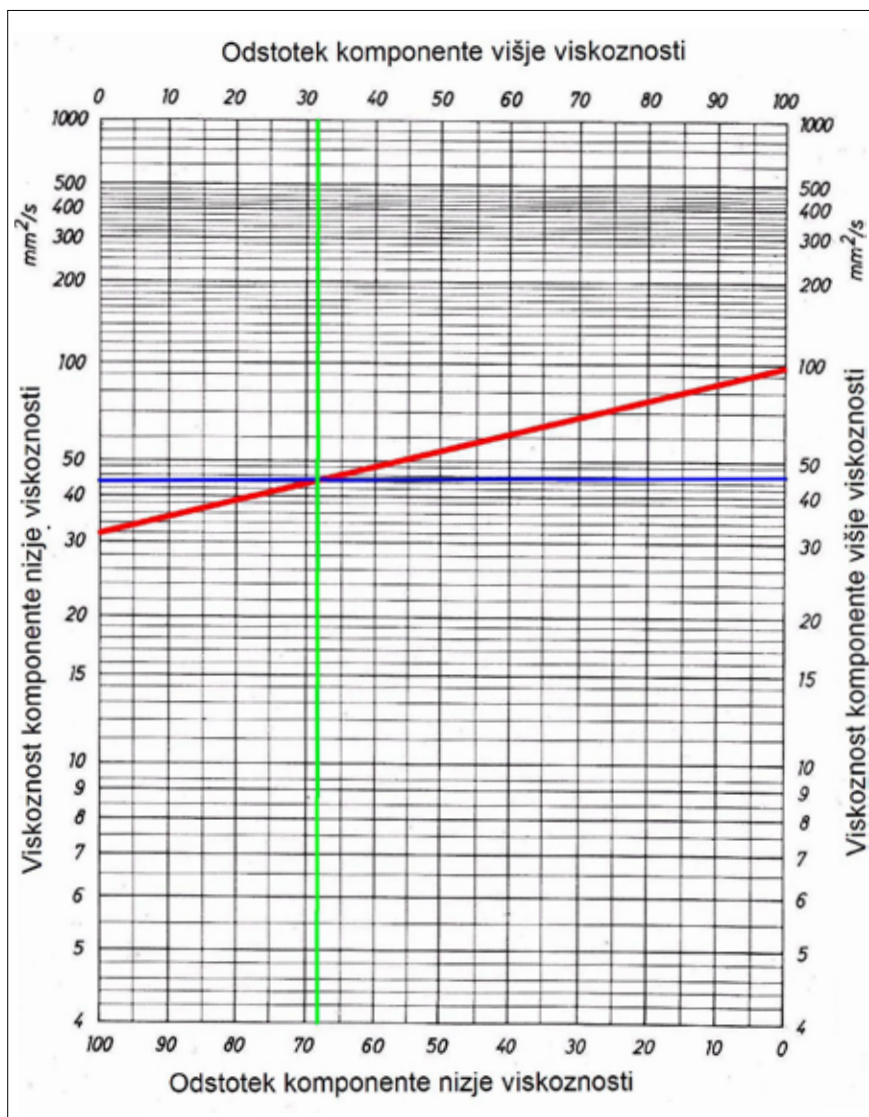
voarja, ki povzroča vrtinčenje olja in s tem absorpcijo zraka,

- črpalka sesa zrak skozi netesno mesto na črpalki ali na sesalnem vodu,
- povratni vod ni speljan pod površino tekočine. Tako tekočina, ki se vrača, pada na gladino olja in s sabo zajema zrak, ki na ta način prispe v olje in povzroči nastanek pen oz. mehurčkov, ki jih kasneje poseša črpalka,
- preslabo odzračevanje na novo napolnjene naprave. Tako ostanejo v cevovodu zračne blazine, ki pod tlakom preidejo v raztopino in se ob razbremenitvi pokažejo v obliki pen,
- topnost plinov v mineralnem olju v primeru, če ima hidravlična naprava vgrajen hidravlični akumulator.

Omenjena povezanost prisotnosti zraka z gradniki in samo izvedbo hidravličnega sistema je na nekaj primerih podrobneje pojasnjena v drugi strokovni literaturi [8].

■ 4.3 Mešanje hidravličnih tekočin

Mešanje hidravličnih tekočin je možno le izjemoma. Ena od takšnih izjem je mešanje istih vrst hidravličnih tekočin z različno viskoznostjo. To možnost večkrat uporabimo, kadar nimamo na razpolago olja določene viskoznostne gradacije, imamo pa olji z nižjo in višjo grada-



Slika 7. Diagram mešanja

cijo od zelene. V tem primeru lahko potrebna deleža olja nižje in višje gradacije viskoznosti določimo z diagramom mešanja (slika 7).

V prikazanem primeru želimo z mešanjem doseči viskoznostno gradacijo ISO VG 46, in sicer z uporabo olj ISO VG 32 in ISO VG 100. V diagramu obe razpoložljivi viskoznosti

povežemo s premico in v presečišču te premice z zeleno viskoznostjo (v našem primeru ISO VG 46) potegnemo navpičnico ter enostavno odčitamo potreben delež olja višje viskoznosti na zgornjem delu diagrama, delež olja nižje viskoznosti pa na spodnjem delu diagrama. Za dosego zelene viskoznostne gradacije ISO VG 46 bi tako potrebovali

eno tretjino olja ISO VG 100 in dve tretjini olja ISO VG 32.

Lahko pa si seveda pomagamo tudi s spletnimi orodji (aplikacijami), s katerimi lahko na hiter in enostaven način določimo potrebna razmerja mešanja posameznih gradacij.

Prikazani primer pa je na žalost praktično edini, kjer je mešanje hidravličnih tekočin možno. Hidravličnih tekočin različnih vrst nikakor ne smemo mešati.

Mešanje mineralnega olja in tekočine vrste HFC ni možno zaradi visoke vsebnosti vode v HFC. Enako velja za tekočino vrste HFD in tekočino vrste HFC. Načeloma je sicer možno mešanje mineralnega olja in tekočine HFD, saj nobena vode ne vsebuje, pa tudi v kemijskem smislu sta združljivi. Vendar bi z dodajanjem mineralnega olja v tekočino HFD zelo ogrozili varnost pred požarom, ki jo zagotavlja tekočina HFD.

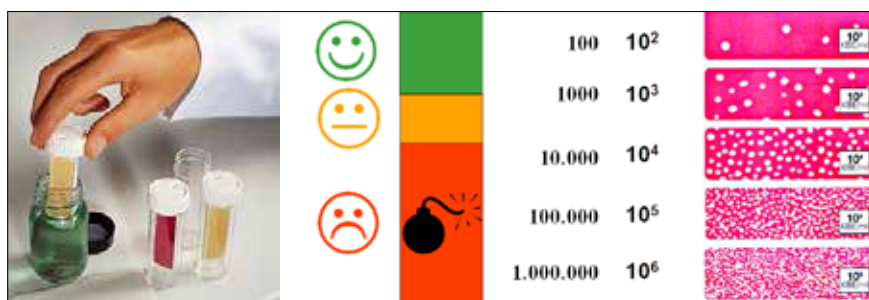
V primeru neželenega mešanja različnih vrst hidravličnih tekočin je treba ravnati po navodilih proizvajalcev hidravličnih tekočin, ki imajo predvidene postopke sanacije za vsak posamezen primer.

4.4 Vzdrževanje tekočin vrste HFA

Nadzor stanja in vzdrževanje je v tem primeru podobno kot pri tekočinah za obdelavo kovin, ki jih mešamo z vodo, saj gre za emulzije oziroma raztopine. Med različnimi meritvami in vzdrževalnimi ukrepi bi poudarili pomen rednega nadzora koncentracije (navadno z refraktometri, včasih tudi s titracijo) in vzdrževanja v priporočenem območju ter občasnega določanja števila mikroorganizmov (navadno s potopnimi valji, kar prikazuje slika 8), po potrebi dodajanja biocidov.

4.5 Vzdrževanje tekočin vrste HFC

Zaradi izhlapevanja vode se pri tej vrsti tekočin viskoznost med uporabo večkrat postopoma dviga. V določenih primerih lahko viskoznost



Slika 8. Določanje števila mikroorganizmov

naraste nad priporočeno ISO VG gradacijo. Viskoznost lahko vrnemo v priporočeno območje z dolivanjem ustrezne količine destilirane vode. Pri tekočinah HFC je smiselna tudi občasna kontrola vrednosti pH in stopnje čistosti (kjer pa imamo težave, saj običajni avtomatski števeci delcev niso primerni za tovrstne tekočine), manj običajna pa je kontrola števila mikroorganizmov.

■ 4.6 Najpogostejše napake pri uporabi

Na osnovi naših dolgoletnih izkušenj na področju uporabe hidravličnih tekočin so najpogostejše napake uporabnikov naslednje:

- skladiščenje (odprto skladišče, pokončna lega, ki omogoča t. i. »dihanje sodov«),
- polnjenje hidravličnih sistemov brez ustrezne filtracije olja,
- ni nadzora stanja oljnih polnitve,
- nenamenska, »umazana« embalaža, ki jo uporabimo za vzorčenje,
- neupoštevanje mnenja proizvajalca glede stanja in morebitnih priporočil o potrebnosti menjave.

Priporočljivo je skladiščenje v zaprtih, temperiranih prostorih s temperaturo nad 5 °C. Sode po možnosti skladiščimo v ležečem položaju, da tako preprečimo t. i. »dihanje sodov«. Tako prvo polnjenje hidravličnih sistemov kot kasnejša dolivanja izvedemo preko filtrirnih agregatov, na katerih

uporabimo tako fin filter element, kot je najbolj fin originalno vgrajen filter element. Oljne polnitve moramo redno nadzorovati sami ali pa s pomočjo dobavitelja/proizvajalca hidravlične tekočine, ki največkrat svoje usluge ponuja celo brezplačno. Pomen namenske in čiste embalaže za vzorčenje je ključen za pravilno interpretacijo rezultatov in realno oceno stanja. Na žalost veliko uporabnikov ne zaupa v poštenost mnenja proizvajalca hidravlične tekočine, še posebej tedaj, ko ta priporoči celotno menjavo polnitve. Kot je bilo že omenjeno, razloga za dvom v poštenost na tem mestu ni, saj se vsak proizvajalec zaveda, da uporabnik lahko opravi tudi vzporedne analize v drugih laboratorijih, zato si prikrojavanja rezultatov lastnim interesom nikakor ne bo dovolil.

■ 5 Sklep

Za nemoteno obratovanje hidravličnih sistemov in naprav je ključnega pomena primerna stopnja čistosti, ki jo podajajo proizvajalci hidravlične opreme. Poleg tega pa pri nadzoru stanja spremljamo tudi trend drugih parametrov, na primer vsebnosti vlage/vode in ostalih, saj je zanesljiva ocena stanja tekočine, posredno pa hidravlične naprave, možna le s spremljanjem trenda različnih parametrov. Nabor parametrov, ki so vključeni v sistem nadzora stanja tekočine, je odvisen tudi od vrste tekočine, zato se ti pri te-

kočinah vrste HFA in HFC razlikujejo od parametrov, ki jih nadzorujemo pri mineralnih hidravličnih oljih. Navedene so najpogostejše napake pri uporabi hidravličnih tekočin, predvsem zato, da jih v prihodnosti ne bi ponavljali.

Viri

- [1] Lovrec, D., Kambič, M.: Hidravlične tekočine in njihova nega, Univerza v Mariboru, 2007.
- [2] Kambič, M., Hrobat, A.: Spremljanje kontaminacije hidravličnih tekočin, Ventil 13(2007) 6, str. 414–418.
- [3] Kambič, M.: Proizvodnja hidravličnega olja boljše stopnje čistosti, Slotrib 2012, Zbornik predavanj, str. 211–220.
- [4] Kambič, M., Kus, B., Vidmar, L.: Stopnja čistosti svežih hidravličnih olj, Slotrib 1998, Zbornik predavanj, str. 195–203.
- [5] Kambič, M., Tič, V.: Vpliv kontaminantov na izmerjene stopnje čistosti hidravličnih tekočin, 7. Industrijski forum IRT 2015, Zbornik, str. 121–126.
- [6] Tič, V., Kambič, M.: On-line nadzor stanja maziv, 6. Industrijski forum IRT 2014, Zbornik, str. 151–157.
- [7] Kambič, M.: Kolikšna je sprejemljiva vsebnost vode v hidravličnem olju?, Ventil 12(2006) 2, str. 106–106.
- [8] Lovrec, D.: Vzroki za prisotnost zraka v hidravličnem sistemu, Ventil 22(2016)4, str. 310–317.

Diagnosics and maintenance of hydraulic fluids

Abstract: The gradual development has led to the fact that today we use many different types of hydraulic fluids. In the paper the main emphasis will be on diagnostics and maintenance of mineral oils and fire resistant hydraulic fluids, because this group represents the largest share of all hydraulic fluids. The impact of contaminants on the performance and service life of hydraulic systems, machines and devices is critical and has long been known. One of the most important diagnostic tasks is therefore regularly monitoring the cleanliness level and its maintenance in the recommended range. Of course, the operational reliability and service life of equipment is also influenced by other parameters, based on which we can reliably assess the current situation and decide on further maintenance actions. This presentation discusses some other issues, important for maintaining the state of hydraulic fluids, such as admissible water content in fresh and used hydraulic oil, the possibility of mixing different types of hydraulic fluids, specialty maintenance HFA and HFC types of fire resistant hydraulic fluids and most common mistakes in the use of hydraulic fluids.

Keywords: hydraulic fluid, diagnostics, maintenance, water content, air bubbles