

Tribološke in funkcionalne omejitve univerzalnih motornih olj v hidravličnih sistemih

Franc Majdič

Izvleček:

Univerzalno motorno olje lahko deluje zadovoljivo tudi kot hidravlično olje. Če je univerzalno motorno olje uporabljeno kot hidravlično samo zaradi njegovega visokega indeksa viskoznosti (VI) – torej zaradi stabilne kinematične viskoznosti ne glede na temperaturne spremembe, potem to ni prava rešitev. Vse je seveda povezano z dodatki, ki dvigujejo indeks viskoznosti. Ti dodatki so relativno velike molekule, ki pri nizkih temperaturah ne zgostijo olja, pri višjih temperaturah pa tvorijo dolge verige molekul, kar posledično povečuje kinematično viskoznost olja. Prvi dodatki za povečanje indeksa viskoznosti, ki so bili uporabljeni v letu 1940, so bili iz stopljene gume. Dobri so bili za uporabo v motornem olju. Dodatki za dviganje indeksa viskoznosti so se v letih razvoja zelo izboljšali. Vendar so kljub temu tudi danes še vedno občutljivi na strižne napetosti med pretakanjem. Z vidika strižnih napetosti so hidravlične kapljevine najbolj obremenjene, zato se uporabljajo izboljševalci skupine VI.

Ključne besede:

motorno olje, hidravlično olje, dodatki, indeks viskoznosti

V zadnjem prispevku o vzdrževanju hidravličnih naprav smo pisali o razliki med namenskimi in univerzalnimi hidravličnimi olji. Hidravlično olje je drugačno od vseh drugih maziv, ker mora zagotavljati dve glavni funkciji: prenos energije in mazanje. Poleg omenjenega pa mora preprečevati penjenje, izločanje zračnih mehurčkov, mora biti termično, oksidacijsko in hidrolitično stabilno, imeti mora dobre protiobrabne lastnosti, dobro filtrabilnost in demulzibilnost, nuditi mora dobro korozijsko zaščito in stabilno viskoznost ter zagotavljati ustrezno debelino mazalnega filma. Vse to je zelo pomembno za zagotavljanje dolge uporabne dobe hidravličnih sistemov.

Izboljševalci skupine VI so dragi dodatki za pripravo uporabnih olj. Čeprav bi bilo mogoče izdelati univerzalno motorno olje, ki bi bilo stabilno na strižne obremenitve in bi ga lahko uporabljali v hidravličnem sistemu, bi bilo to preveč za uporabo v motorju, saj bi zato še dodatno povečalo njegovo ceno [1].

Če povzamemo: dodatki skupine VI izboljšajo motorna olja ter olja za avtomatske in ročne menjalnike, ki pa niso tipično strižno stabilni, ko se uporabljajo v hidravličnih sistemih. To pomeni, da se pri uporabi teh olj v hidravličnih sistemih dodatki skupine VI sčasoma izrabijo in izgubijo svojo ključno lastnost izboljšave indeksa viskoznosti.

Če temperaturno področje uporabe hidravličnega sistema dikтира uporabo univerzalnega (večgradnega) olja, motorno olje

ni najbolj primerno za to. V takem primeru priporočamo uporabo univerzalnega (večgradnega) hidravličnega olja [2, 3].

Uporaba detergentov in dodatkov cinka

Dodatki cinka (ZDDP) so protiobrabni in protioksidacijski. Dodatki detergentov pa skrbijo za razprševanje netopnih snovi, kot so npr. saje. To preprečuje odlaganje delcev znotraj omejenih površin.

Delci v suspenziji se lahko ujamejo v filtri, če so dovolj veliki, ali pa se odstranijo ob menjavi olja. V dizelskih motorjih izločene saje in mulj povzročajo, da olje hitro postane črno. Če se tako olje ne menja dovolj pogosto, sajaste tvorbe tvorijo obrabo sklopov ventilov in drugih elementov. Prav tako je težava, če je olje nasičeno s sajami in se te začnejo odlagati na notranjih delih motorja.

Tudi detergenti stremijo k temu, da nase vežejo manjšo količino vode, namesto da bi jo izločili. Veliko je govora o smiselnosti uporabe detergentov z namenom izločanja ali neizločanja vode. Pri hidravličnih oljih je izločanje vode nujno. Tako se izločena voda lahko izpusti iz hidravličnega rezervoarja. Podjetje Caterpillar (*slika 1*) ima nasprotni pogled. V mobilni hidravliki obstaja velika verjetnost, da prosta voda pride v hidravlični sistem. Zato v podjetju Caterpillar trdijo, da je boljše obdržati emulzirano vodo v olju [1].

Veliko proizvajalcev hidravličnih komponent se strinja s Caterpillarjem. Bosch-Rexroth, eden izmed svetovno prepoznavnejših proizvajalcev hidravličnih komponent, je v svojih tehničnih navodilih z naslovom »Hidravlične kapljevine na naftni osnovi za aksialne batne enote« zapisal: »Naslednje kapljevine so primerne za mobilne stroje: HLP-kapljevine z dodanimi

Izr. prof. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



© The Authors 2026. CC-BY 4.0

<https://doi.org/10.5545/Ventil-32-2026-4.30>



1 Caterpillarjevi mobilni stroji za vožnjo in delo zunaj cestnih površin

detergenti.« V istem dokumentu je tudi opozorilo, da preveč emulgirane vode v mineralnem hidravličnem olju lahko povzroči nastanek pare pri visoko obremenjenih komponentah. To pa vsekakor ni zaželeno. Podjetje Caterpillar priporoča uporabo lastnega mineralnega hidravličnega olja z oznako HYDO ADVANCE 10 kot prvo izbiro ali pa motorno olje za dizelske motorje po specifikaciji API-CD ali boljše. Odsvetujejo pa uporabo industrijskega hidravličnega olja, ki vsebuje premalo cinka in izloča vodo, kar Caterpillar ne priporoča. Tovarniško priporočeno olje HYDRO vsebuje vsaj 1200 ppm (angl. *parts per million*) cinka. Motorna olja za dizelske motorje po specifikaciji API CG-4 in CH-4 imajo 1400 ppm cinka. Večina industrijskih hidravličnih kapljev in ima vsebnost cinka zelo nizko, v območju med 300 ppm in 600 ppm. Za kvalitetno hidravlično olje pa ni pomembna samo količina cinka, temveč tudi njegova kvaliteta. Gre za kemično zgradbo in stabilnost v paketu dodatkov, ki je prav tako pomembna kot količina cinka. Podjetje Komatsu se strinja s priporočili podjetja Caterpillar in prav tako za njihove hidravlične sisteme priporoča motorno olje 10 W po specifikacijah API CD ali novejših. Z drugimi besedami: tudi Komatsu za njihove stroje priporoča večjo količino cinka ter detergentov v olju. Olje 10 W ima kinematično viskoznost 37 mm²/s pri 40 °C.

Tretji največji proizvajalec hidravličnih mobilnih strojev, Hitachi, pa ima drugačna priporočila. Oni priporočajo svoje lastno hidravlično olje, ki je brez vsebnosti cinka – Super EX 46 HN. V tem primeru gre za hidravlično mineralno olje ISO VG46, ki vsebuje dodatek za dvig indeksa viskoznosti (VI = 125). Ta viskoznostni razred je za vroča področja prenizek. Podatki proizvajalca Hitachi ne govorijo o vezavi ali izločanju vode iz olja. Njihovo olje naj bi bilo brez cinka, kar je prednost, saj naj bi bilo olje z dodatkom cinka ob prisotnosti vode nestabilno in se začne razgrajevati pri temperaturah med 90 °C in 100 °C. Organsko-fosfatni protiobrabni dodatek, kot je trikrezilni fosfat (TCP), ostane aktiven do temperature 200 °C. Tako formulirano Hitachijevo hidravlično olje se zelo dobro obnese pri visokih temperaturah in ob prisotnosti vode v olju.

Kakšen pristop je pravilen? Da odgovorimo na to vprašanje, je treba najprej odgovoriti na druga podvprašanja. Ali so dodatki cinka (ZDDP) škodljivi za hidravlični sistem? Dokazano je cink

zelo dober protiobrabni dodatek za daljšo uporabno dobo. Je cenovno ugoden in učinkovit. Vse kaže, da bo še tudi v prihodnje popularna izbira cinka kot dodatka za hidravlično olje. Uporaba dodatka cinka je vprašljiva pri hidravličnih sistemih, ki vsebujejo eksotične kovine ali pa v sistemih z visoko temperaturo in vsebnostjo vode.

Naslednji pomislek je, ali so dodatki detergentov škodljivi za hidravlični sistem? Odgovor ni enostaven. Najprej je vprašanje vsebnosti vode. Če poskrbimo, da je olje suho – brez vsebnosti vode in ga dovolj pogosto menjamo, ni problemov pri uporabi detergentov kot dodatkov hidravličnemu olju.

Pri motorjem olju je znano, da detergenti kot dodatki ne pripomorejo k čiščenju notranjosti motorja. Ta trditev velja za motorje, ki so od začetka uporabljali motorno olje z dodatki detergentov. Če motorno olje najprej uporablja dodatke brez detergentov, pa je drugače. Dodatki detergentov so se začeli uporabljati po letu 1960. Takrat so se popravila motorjev drastično povečala. Motorji, ki so do takrat uporabljali olja brez detergentov, so po menjavi z novim detergentnim oljem zelo hitro odpovedali. Razlog je bil v odplakovanju naloženih zgoščenin znotraj motorja, ki so med drugimi vsebovala trde delce. Ti so hitro in zelo opazno poškodovali drsne ležaje motorja. Na podlagi te opisane izkušnje ni priporočljiva menjava standardnega mineralnega hidravličnega olja z motorjem oljem, ki vsebuje detergente.

Povzetek glavnih ugotovitev

- ▶ Če imate hidravlično napravo, ki deluje v širokem temperaturnem območju, ob uporabi univerzalnega olja z visokim indeksom viskoznosti preverite njegovo strižno stabilnost.
- ▶ Olja z dodatki detergentov vežejo nase vodo (jo emulgirajo) in so tipična za mobilne hidravlične stroje. Olja brez detergentov pa vode nase ne vežejo in so tipična za industrijsko hidravliko. Olja z visoko vsebnostjo detergentov, kot so to motorna olja, niso škodljiva za hidravlične sisteme. Težava pa se lahko pojavi, če smo pred tem oljem v hidravlični napravi uporabljali olja brez detergentov. Novo olje z dodatki detergentov lahko splakne usedline,

v katerih so običajno tudi trdi obrabni delci. To pa lahko povzroči pospešeno obrabo hidravličnih sistemov.

- Dodatek cinka hidravličnemu olju (ZDDP) je univerzalen, poceni in zelo učinkovit za zmanjšanje obrabe. Za mobilno-hidravlične stroje se priporoča dodatek cinka v koncentraciji 1200 ppm ali več (slika 2). Pri industrijskih hidravličnih napravah pa je običajna koncentracija dodatka cinka v hidravličnem olju med 300 ppm in 600 ppm. Razlika o priporočeni vsebnosti cinka med mobilnimi stroji in industrijsko hidravliko ima več razlogov v varčevanju motorjev z notranjim zgorevanjem kot pa v boljšem izkoristku in trajnosti hidravličnih sistemov. Pri mobilnih hidravličnih strojih je namreč težnja, da bi se na celotnem

stroju uporabljalo eno samo olje (motor z notranjim zgorevanjem, hidravlični sistem, zobniški prenosniki ...).

Viri

- [1] Casey, B.: Insider secrets to hydraulics, Brendan Casey, West Perth, 2002.
- [2] Pezdinik, J., Majdič, F.: Hidravlika in pnevmatika, skripta, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2011.
- [3] Findeisen, D.: Ölhydraulik, 5. Auflage, Berlin, 2005.
- [4] Teknoxgroup vir: <https://www.teknoxgroup.com/> zadnjič ogledano: 31. 07. 2026.

Tribological and functional limitations of universal engine oils in hydraulic systems

Abstract:

Universal motor oil can also function satisfactorily as hydraulic oil. However, if universal motor oil is used as hydraulic oil solely because of its high viscosity index (VI) – that is, because of its stable kinematic viscosity regardless of temperature changes – then this is not the right solution. This is, of course, related to the additives that increase the viscosity index. These additives are relatively large molecules that do not thicken the oil at low temperatures, but at higher temperatures form long molecular chains, which consequently increase the kinematic viscosity of the oil. The first viscosity index improvers, used in 1940, were made from melted rubber and were suitable for use in motor oil. Viscosity index improvers have been greatly refined over years of development. However, even today they remain sensitive to shear stresses during pumping. From the perspective of shear stresses, hydraulic fluids are subjected to the highest loads, which is why Group VI improvers are used.

Keywords:

engine oil, hydraulic oil, additives, viscosity index

JAKŠA

MAGNETNI VENTILI

od 1965

- vrhunska kakovost izdelkov in storitev
- zelo kratki dobavni roki
- strokovno svetovanje pri izbiri
- izdelava po posebnih zahtevah
- širok proizvodni program
- celoten program na internetu

www.jaksa.si



Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana
T (0)1 53 73 066, F (0)1 53 73 067, E info@jaksa.si