

# VZDRŽEVANJE TEŽKO VNETLJIVIH HIDRAVLIČNIH TEKOČIN VRSTE HFC

Milan Kambič

Težko vnetljive hidravlične tekočine smo že obravnavali [1], prav tako pa so bile tudi že omenjene v drugih revijah [2]. V tokratnem prispevku se bomo osredotočili predvsem na tekočine na osnovi zmesi voda-glikol, ki so poznane tudi kot tekočine vrste HFC. Najpogosteje jih uporabljamo v livarnah (stroji za tlačno litje) in jeklarnah (peči).

Učinkovitost hidravlične tekočine, vključno s težko vnetljivimi tekočinami na osnovi voda-glikol, je odvisna od kemične sestave tekočine in njene čistosti. V prispevku se bomo osredotočili na vzdrževanje tovrstnih tekočin, da bi zagotovili njihovo dolgoročno učinkovitost. Ustrezno vzdrževanje lahko omogoči podaljšanje uporabne dobe in učinkovitosti hidravlične črpalke.

## Vpliv sestave tekočin HFC na obrabo in korozijo

Številni primeri uporabe v industriji, kot so izdelava jekla, tlačno litje itd., zahtevajo uporabo hidravličnih tekočin, ki nudijo večjo požarno varnost, kot jo je mogoče doseči z mineralnim oljem. Ena najpogostejših alternativ mineralnemu olju za omenjene uporabe je hidravlična tekočina na osnovi zmesi voda-glikol (tekočina HFC).

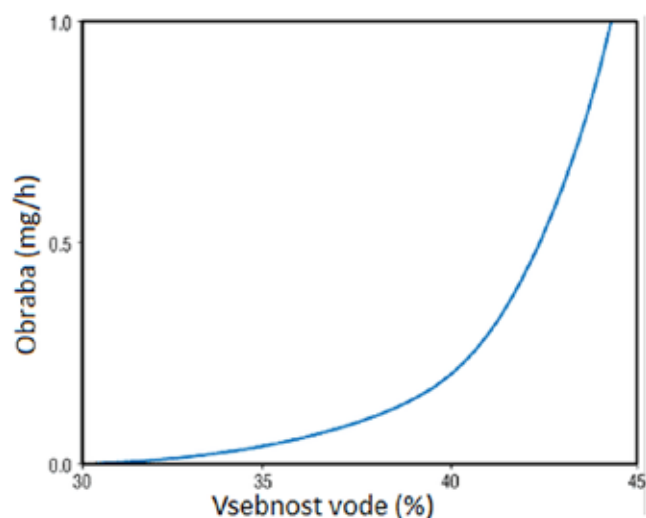
Čprav obstajajo številna priporočila, ki opisujejo postopke analize mineralnega hidravličnega olja, so podobna priporočila, ki opisujejo analizo tekočin HFC, relativno redka [3].

Formulacije hidravličnih tekočin HFC običajno vsebujejo vodo (za protipožarno zaščito), glikol (za zaščito pred zmrzovanjem), polialkilen glikol (PAG) kot zgoščevalec, paket aditivov za zagotavljanje zaščite pred korozijo in obrabo, aditiv proti penjenju, včasih pa tudi barvilo za lažje odkrivanje mest netesnosti.

Učinkovitost hidravlične tekočine je odvisna od posameznega aditiva in njegove koncentracije, uporabljene v formulaciji. Snovi, ki kažejo izrazit vpliv na obrabo hidravlične črpalke, so v skladu s testom ASTM D2882 voda, amini in aditivi proti obrabi.

Test ASTM D2882 se izvaja pri 2000 psi (13,8 MPa) 100 ur pri pretoku 30,6 L/min z Vickersovo krilno črpalko V-104C. Vsebnost vode predstavlja enega najpomembnejših vplivov na stopnjo obrabe hidravlične črpalke. Slika 1 prikazuje, da se stopnje obrabe povečujejo z naraščajočo vsebnostjo vode. Zato je ključnega pomena nadzorovati vsebnost vode v hidravličnih tekočinah HFC, če želimo ohraniti odpornost proti ognju in obrabi.

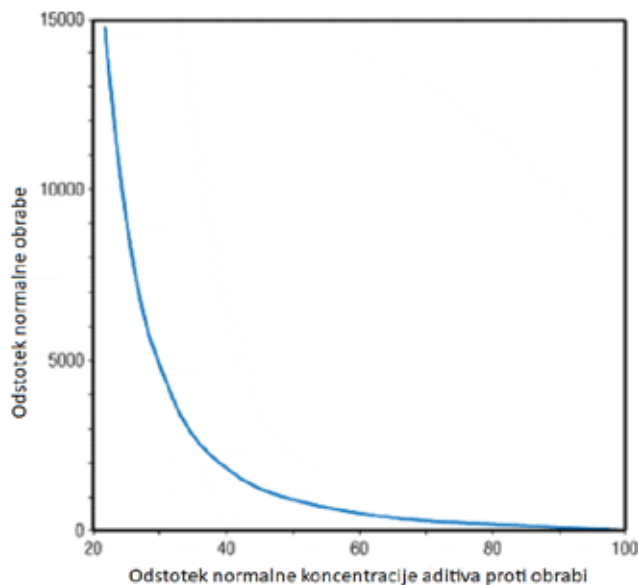
Primarna naloga amina je zagotovitev zaščite pred korozijo. Stopnje obrabe naraščajo z zmanjševanjem koncentracije amina, vendar se zdi, da obstaja tudi optimalna koncentracija amina, nad katero začne stopnja obrabe naraščati. Velikost in kritična koncentracija se razlikujeta glede na uporabljeni amin. Koncentracije aminov, ki so 100 odstotkov nad optimalno ravno, bodo dejansko poslabšale korozijo barvnih kovin v tekoči fazi, koncentracije 75 odstotkov pod optimalno ravno pa bodo poslabšale korozijo železa v parni fazi. Zato je bistveno spremljati koncentracijo inhibitorja korozije in po potrebi izvajati redne popravke [3].



Slika 1 : Vpliv vsebnosti vode na stopnjo obrabe tekočin HFC (vir: [3])

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

© Avtorji 2025. CC-BY 4.0



**Slika 2 :** Vpliv koncentracije aditiva proti obrabi na stopnjo obrabe tekočin HFC (vir: [3])

Izbira vrste in količine protiobrabnega aditiva ima velik vpliv na obrabo hidravličnih črpalk. Na srečo je, kot je prikazano na *sliki 2*, mogoče formulirati hidravlično tekočino HFC tako, da bo vpliv na obrabo ob neizogibni izgubi aditiva s časom minimalen. Ne glede na to pa pride do dramatičnega povečanja stopnje obrabe pri kritičnem zmanjšanju koncentracije protiobrabnega aditiva.

### Prehod na težko vnetljivo tekočino vrste HFC in njeno vzdrževanje

Edinstvene značilnosti težko vnetljivih tekočin zahtevajo natančno preučitev potrebnih sprememb pred vgradnjo težko vnetljive tekočine ali pri prehodu z ene vrste težko vnetljive tekočine na drugo.

Vse te tekočine imajo večjo specifično težo kot mineralno hidravlično olje. Posledično bomo morda morali povečati sesalni cevovod črpalke, da bomo preprečili kavitacijo. Izogibati se je treba dolgim sesalnim cevmi, sita ali filtri na sesalni strani črpalke pa ne smejo biti preveč fini.

Morda bomo morali namestiti dodatne filtrske elemente na povratnih vodih, ker tovrstne tekočine veliko lažje zadržijo kontaminante kot pa mineralna hidravlična olja.

Pred vgradnjo težko vnetljive tekočine je treba celoten sistem temeljito sprati, da odstranimo morebitne ostanke kontaminacije. Pri tem postopku čiščenja lahko uporabimo mobilne filtrirne naprave, opremljene z izjemno finimi vpojimi globinskimi filtri, tako da je mogoče tekočino za izpiranje ponovno uporabiti, če je treba pred vgradnjo težko vnetljive tekočine očistiti več strojev.

Prepričati se moramo, da so materiali črpalke,

tesnila in cevi združljivi s tekočino HFC in se ne bodo predčasno kvarili po opravljeni zamenjavi medija. Upoštevati moramo, da tekočina HFC ni združljiva s komponentami iz aluminija, cinka ali magnezija.

Po končanem prehodu na tekočino HFC je treba vse filtre redno kontrolirati in servisirati, po možnosti enkrat na teden. Na ohišje filtra je treba namestiti manometre, ki prikazujejo padec tlaka filtra. Ko se ta poveča, to pomeni, da je filter zamašen s kontaminanti. Če se v ta namen uporabljajo merilniki pretoka, pomeni zmanjšan pretok na izstopu iz filtra podobno. Filtrski element moramo zamenjati, preden se pretok preveč zmanjša [4].

Mazanje hidravlične črpalke ni odvisno le od kemične sestave tekočine, ampak tudi od kontaminacije s tekočimi in trdnimi snovmi. V tekočinah HFC so najpogostejši tekoči kontaminanti običajno mineralna olja, ki lahko pridejo v hidravlični sistem iz številnih virov. Ker so mineralna olja netopna v tekočinah HFC, jih je mogoče preprosto posneti iz rezervoarja za tekočino. V praksi pa z odstranjevanjem pogosto odlašamo tako dolgo, da se nekateri aditivi adsorbirajo v mineralno olje in odstranijo iz delovne tekočine, ko to olje posnamemo s površine rezervoarja.

### Postopki spremljanja stanja in analize tekočin HFC

Spremljanje stanja tekočine HFC in pravočasno ukrepanje, kadar je to potrebno, zelo vpliva na uporabno dobo tekočine in komponent hidravličnega sistema, posebno črpalk. Priporočljivi postopki so:

#### ▶ Začetno opazovanje tekočine

Prvi korak vsake analize je preprosto opazovanje vzorca. Oglejte si vzorec v prozorni posodi, kot je prozorna steklenica za vzorec. Vzorec mora biti čist, brez oljnih plasti ali trdnih ostankov. Če opazite trdne ostanke, morate uporabiti magnet, da ugotovite, ali so magnetni. Magnetne trdne snovi so lahko posledica obrabe ali korozije. Nemagnetni ostanki so lahko posledica erozije tesnila ali zunanje kontaminacije.

#### ▶ Vsebnost vode

Voda v tekočini HFC med normalnim delovanjem delno izhlapi. Izguba vode poveča viskoznost tekočine. Zato je treba dodati vodo, da ohranimo požarno odpornost in zagotovimo pravilno viskoznost in delovanje sistema.

Najpogostejše metode za določanje vsebnosti vode v W/G hidravlični tekočini so lomni količnik, viskoznost in analiza vsebnosti vode po Karlu Fischerju. Lomni količnik je najpogosteje uporabljen in ga zlahka določimo s prenosnim refraktometrom s temperaturno kompenzacijo, ki zagotavlja odčitke v stopinjah Brix. Glavna omejitev določanja vode z lomnim količnikom

je, da na lomni količnik vpliva vsak material, vključno s kontaminanti, ki so lahko v hidravlični tekočini. Zato je priporočljivo to metodo določanja vsebnosti vode primerjati z vsaj eno drugo analitično metodo.

Glede na določeno vsebnost vode je treba vodo po potrebi dodati. V hidravlični sistem dodajamo samo destilirano ali deionizirano vodo.

Vsebnost vode v hidravlični tekočini lahko določimo tudi z merjenjem viskoznosti. Pogosta metoda merjenja viskoznosti je po postopku ASTM D445 za kinematično viskoznost. Nosilnost filma tekočine je odvisna od viskoznosti tekočine. Procesi oksidacije in toplotne razgradnje bodo povzročili zmanjšanje viskoznosti tekočine. Tako je rutinsko merjenje viskoznosti ena najboljših metod za spremljanje stabilnosti tekočine. Vendar je treba take primerjalne meritve opraviti pri enaki skupni vsebnosti vode.

Tretja in najbolj nedvoumna metoda določanja vode je titracija po metodi Karl Fischer (ASTM D1744). Prednost analize po tej metodi je, da je neposredno merilo vsebnosti vode, medtem ko sta viskoznost in lomni količnik posredni meritvi, na kateri močno vpliva bodisi onesnaženje (lomni količnik) bodisi razgradnja tekočine (viskoznost).

### ▶ Alkalna rezerva (zaviranje korozije)

Koncentracija amina v hidravlični tekočini HFC je označena kot alkalna rezerva in se običajno podaja kot prostornina v mililitrih 0,1 N klorovodikove kisline (HCl), ki je potrebna za titracijo 100 ml tekočine HFC na pH 5,5. Spremembe v koncentraciji inhibitorja korozije je mogoče spremljati tudi z vrednostjo pH. Priporočljivo je, da je vrednost pH tekočine HFC večja od 8,0 [3].

### ▶ Degradacija tekočine

Tekočine HFC lahko oksidirajo, če so izpostavljene visokim delovnim temperaturam, kot so na primer tiste, do katerih pride pri okvari izmenjevalnika toplote. Če sta temperatura in čas zadostna, se lahko proizvedejo kisline z nizko molekulsko maso, kot je mravljinčna kislina. Prisotnost mravljinčne kisline je še posebej škodljiva, saj lahko koncentracije, višje od 0,15 odstotka, povzročijo čezmerno obrabo. Ionska kromatografija je prednostna metoda za odkrivanje kislin v tekočini [3].

### ▶ Ferografija

Kakovost in delovanje hidravlične tekočine sta odvisna od čistosti tekočine in kemičnih sprememb. Poleg opisanih kemičnih in fizikalnih analiz je pogosto koristno analizirati morebitne znake obrabe. Ferografija je ena od glavnih metod analize obrabnih delcev. Uporablja se lahko

za določanje koncentracije in porazdelitve obrabnih delcev v hidravlični tekočini.

## Zaključek

Zmogljivost težko vnetljive hidravlične tekočine HFC tako kot vseh drugih hidravličnih tekočin je odvisna od čistosti tekočine in kemijske sestave tekočine. Pri spremljanju stanja in vzdrževanju teh tekočin je treba spremljati koncentracijo vode, aditiva proti obrabi in zaviralca korozije, da zagotovimo optimalno učinkovitost tekočine in zaščito proti obrabi. Priporočene analitske metode zajemajo vizualno opazovanje, določanje vsebnosti vode, alkalne rezerve, ionsko kromatografijo (vsebnost mravljinčne kisline) in ferografijo.

Medtem ko sta analizi z ionsko kromatografijo in ferografijo specializirana postopka in se lahko izvajata le po potrebi, pa so določanje vsebnosti vode, alkalne rezerve, viskoznosti in vizualno opazovanje kritični in jih je treba redno izvajati (običajno s pomočjo dobavitelja tekočine).

Če je hidravlični sistem pravilno vzdrževan in stanje tekočine redno spremljamo, je mogoče doseči odlične hidravlične in mazalne lastnosti z dolgo uporabno dobo tekočin HFC.

## Viri

- [1] M. Kambič, „Težko vnetljive hidravlične tekočine,“ IRT3000, pp. 83–84, 2018.
- [2] B. Kus in M. Kambič, „Uporaba in vzdrževanje težko vnetljivih hidravličnih tekočin vrste HFC,“ Ventil, Izv. 12, št. 1, 2006.
- [3] R. J. Bishop in E. G. Totten, „Water-Glycol hydraulic fluid maintenance and analysis,“ [Elektronski]. Available: <https://www.machinerylubrication.com/Read/442/water-glycol-hydraulic-fluids>. [Poskus dostopa 20. 5. 2024].
- [4] „Converting to fire-resistant fluids,“ Noria Corporation, 24. 5. 2024. [Elektronski]. Available: <https://www.machinerylubrication.com/Articles/Print/28971>.

### Ali ste vedeli?

- ▶ Tekočine HFC so ena od vrst težko vnetljivih hidravličnih tekočin.
- ▶ Osnova tekočin HFC je zmes vode in glikola.
- ▶ Način vzdrževanja in spremljanja stanja tekočin HFC je različen kot pri mineralnih hidravličnih oljih.
- ▶ Določanje vsebnosti vode, alkalne rezerve, viskoznosti in vizualno opazovanje so izjemno pomembni.