

# Pregled stanja uporabe hidravličnih tekočin

Milan KAMBIČ, Darko LOVREC

Razvojni inženirji vlagajo ogromno naporov, časa in sredstev v iskanje hidravlične tekočine, ki bi bila blizu idealni hidravlični tekočini. Med drugim bi tako morala biti negorljiva, netoksična, imeti odlične mazalne lastnosti, temperaturno neodvisne fizikalno-kemijske lastnosti itd.

V prispevku bo na kratko prikazan razvoj hidravličnih tekočin, kjer bomo spoznali različne vrste, ki jih danes uporabljamo za različne namene. V nadaljevanju pa bo poudarek na tistih težko vnetljivih hidravličnih tekočinah, ki imajo na tem področju vodilno vlogo oziroma od katerih veliko pričakujemo tudi v prihodnosti.

Večina težko vnetljivih hidravličnih tekočin ima v primerjavi z mineralnim hidravličnim oljem slabše mazalne lastnosti, kar omejuje širšo uporabo tovrstnih tekočin. V zadnjih letih so to pomanjkljivost skušali reševati v dveh smereh, in sicer s hidravličnimi tekočinami HFC-E, kakršne so na primer tekočine serije Quintolubric 777, in s povečevanjem uporabe tekočin HFDU, kakršne so na primer tekočine serije Quintolubric 888. Ena od smeri razvoja so tudi biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine. Ker so tekočine serije Quintolubric 888 težko vnetljive, imajo odlične mazalne lastnosti, poleg tega pa so še biološko hitreje razgradljive, ni presenetljivo, da se že nekaj let zelo uspešno uporabljajo v metalurških obratih v Sloveniji in tudi drugod po svetu.

## ■ 1 Uvod

Že od začetka uporabe hidravličnih tekočin človek stremi k izboljšanju njihovih lastnosti. Zaradi tega je v dobrih dveh stoletjih število različnih tekočin, ki jih dandanes uporabljamo v hidravličnih napravah, precej naraslo. Vsaka od njih ima prednosti na določenem področju uporabe. Voda je na primer negorljiva, mineralno olje najbolj univerzalno uporabno, biološko hitreje razgradljiva olja manj ogrožajo okolje, hidravlična olja za uporabo v prehrambeni industriji lahko pridejo v stik z živili in podobno. Nobena tekočina pa ni tako univerzalna, da bi lahko izpolnila včasih zelo različne ali celo protislovne zahteve na posameznih področjih uporabe. Razvojni inženirji

zato še vedno vlagamo ogromno naporov, časa in sredstev v iskanje hidravlične tekočine, ki bi bila blizu idealni hidravlični tekočini. Med drugim bi tako morala biti negorljiva, netoksična, imeti odlične mazalne lastnosti, temperaturno neodvisne fizikalno-kemijske lastnosti itd.

V nadaljevanju bo najprej na kratko prikazan razvoj hidravličnih tekočin, kjer bo omenjena večina danes uporabljenih tekočin, nato pa še dveh novih, ki sta se v zadnjih letih pojavili na tržišču.

## ■ 2 Kratek pregled razvoja hidravličnih tekočin

Uporaba hidravličnih tekočin se je praktično pričela hkrati z zgodnjimi začetki snovanja hidravličnih naprav. Prvi zabeležen poskus sega v sredino 17. stoletja, ko je francoski fizik Blaise Pascal na osnovi opazovanj nizozemskega mojstra za izdelovanje zapornic Stevina zapisal vsem dobro znano enačbo  $p = F/A$ . Enačba,

poimenovana po njem, znana kot Pascalov zakon, predstavlja temelj današnje hidravlike oz. pravilneje hidrostatike, na teh principih delujejo vse hidravlične komponente [1]. Shematski prikaz razvoja hidravličnih tekočin prikazuje *slika 2*.

Pascal je praktično dokazal, da lahko z majhnim curkom tekočine dvignemo velika bremena – princip transformacije sile in transformacije tlaka. Svoje praktične poskuse je seveda lahko izvajal le s pomočjo tekočine, prve hidravlične tekočine. To je bila seveda voda, ki se je uporabljala v zgodnjih začetkih hidravlike, šele kasneje so ji začeli dodajati razne dodatke ali pa uporabljati druge tekočine.

Voda je bila tudi prva hidravlična tekočina, ki jo je Bramah uporabil v svoji prvi hidravlični stiskalnici leta 1795 [1] in v naslednjih, ki predstavljajo začetek praktične uporabe hidrostatike. Tedaj drugih alternativ niso poznali, poleg tega pa ima

Mag. Milan Kambič, univ. dipl. inž.,  
Olma, d. d., Ljubljana  
Doc. dr. Darko Lovrec, univ. dipl.  
inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo



Prva hidravlična tekočina:  
voda

Danes običajno v uporabi:  
olja na mineralni osnovi

Nova priložnost:  
ionske tekočine – IL

**Slika 1.** Tekočine v fluidni tehniki – nekoč, danes in jutri

voda kot hidravlična tekočina vrsto prednosti. To so predvsem majhna stisljivost (v področju tlakov v hidravlični opremi je praktično nestisljiva), negorljivost, neškodljivost tako za zdravje človeka kot tudi za okolje, cenenost in razpoložljivost. Glavni slabosti vode kot hidravlične tekočine pa sta slabe mazalne lastnosti in nesposobnost zaščite pred korozijo. Zato so vodi že ob prvih poskusih uporabe, predvsem v zimskem obdobju, začeli dodajati glicerin, da so izboljšali njene mazalne sposobnosti.

## 2.2 Začetek uporabe mineralnega olja

Leta 1910 so Armstrong, Williams in James razvili novo vrsto hidravlične črpalke, ki je zahtevala bistveno boljše mazalne lastnosti, kot jih je imela voda. Zato so kot hidravlični medij uporabili mineralno olje. Ker tedaj še niso poznali tesnil, ki bi bila

združljiva z mineralnim oljem, mineralno olje pa ni bilo aditivirano, so bile življenjske dobe oljnih polnitev zelo kratke. Šele po letu 1930, ko so odkrili nitrilno gumo, ki je združljiva z mineralnim oljem, predvsem pa po letu 1940, ko so začeli uporabljati aditivirana mineralna olja (vsebovala so inhibitorje korozije in oksidacije), so se življenjske dobe oljnih polnitev podaljšale in tedaj so hidravlični sistemi postali konkurenčni mehaniskim in električnim načinom prenosa moči.

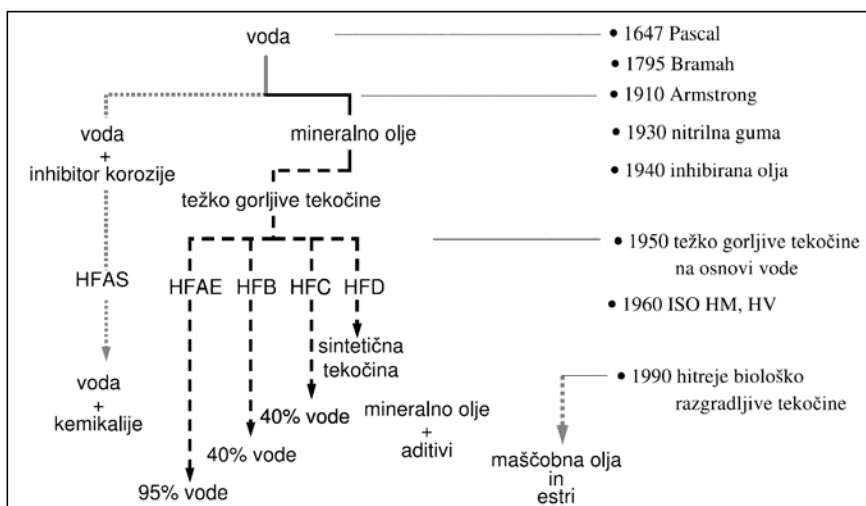
Po letu 1960 se je začela uporaba HM- in HV-kvalitetnega nivoja mineralnega olja, ki je še danes najpogostejši. Seveda pa prihajajo na tržišče vedno sodobnejši paketi aditivov, tako da kvaliteta mineralnega hidravličnega olja tudi danes še vedno narašča.

## 2.3 Težko vnetljive hidravlične tekočine

Intenziven razvoj težko vnetljivih vrst hidravličnih tekočin se je začel po letu 1950. Razlog za to je bilo nekaj nesreč v rudnikih, ki so imele za posledico tudi človeške žrtve. Danes poznamo štiri vrste težko vnetljivih hidravličnih tekočin, in sicer HFA, HFB, HFC in HFD. Pri vrsti HFA poznamo podvrsto HFAS, ki je raztopina sintetične tekočine v vodi, pri podvrsti HFAE pa je osnova mineralno olje z različnimi aditivi, ki ga mešamo z vodo in uporabljamo v približno 95-odstotni koncentraciji. Vrsta HFB predstavlja tako imenovano inverzno emulzijo, kjer je mineralnega olja z aditivi več kot vode, katere delež znaša približno 40 %. Vrsta HFC predstavlja zmes poliglikolov, aditivov in vode, katere je približno 40 %. Tekočine HFC ne vsebujejo mineralnega olja. Vrsta HFD ne vsebuje vode, gre za povsem sintetično tekočino z različnimi aditivi. V primerjavi z mineralnim oljem ima vsaka vrsta težko vnetljive hidravlične tekočine kakšno pomanjkljivost, kar je cena za večjo varnost pred požarom. Zaradi tega jih uporabljamo predvsem v metalurških obratih, rudnikih, premogovnikih in povsod, kjer obstaja večja nevarnost požara.

## 2.4 Biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine

Po letu 1990 se je zaradi naraščajočih zahtev glede zaščite okolja začela



**Slika 2.** Shematski prikaz razvoja hidravličnih tekočin



Slika 3. Primerjava mazalnih lastnosti in odpornosti proti požaru

tudi uporaba biološko hitreje razgradljivih hidravličnih tekočin. Ta vrsta je prioriteten namenjena uporabi v kmetijstvu, gradbeništvu in gozdarstvu, torej povsod tam, kjer obstaja neposredna nevarnost izlitja v okolje.

## 2.5 Ostale tekočine

Dandanes kar okoli 90 % porabe predstavljajo mineralna olja različnih lastnosti, v ostalih primerih pa predvsem težko vnetljive ter biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine. V zelo nizkem deležu pa uporabljamo tudi univerzalne tekočine za predležje, motor in hidravlični del. Poleg tega pa tudi tekočine za posebne namene, v prehrabeni industriji na primer združljive z živili, drugod morsko vodo, kot tudi t. i. elektroeološke tekočine, ki dejansko so in niso tekočine, saj lahko spreminjajo svoje agregatno stanje.

## ■ 3 Hidravlične tekočine prihodnosti

Danes težko z gotovostjo trdimo, katere tekočine bodo imele v prihodnosti pomembno vlogo. To je odvisno od rezultatov sedanjih in prihodnjih raziskav in testiranj, smeri razvoja fluidne tehnike, gibanja cen surovin na svetovnih trgih ter še marsičesa. Z veliko večjo verjetnostjo lahko rečemo, da tudi v bližnji prihodnosti še ne bomo uporabljali univerzalne tekočine, ki bi bila tako superiorna in blizu idealni, da bi

izpodrinila vse ostale. Vsekakor pa lahko opozorimo na nekatere, ki so zaradi svojih dobrih lastnosti med resnimi kandidati. V nadaljevanju bomo omenili dve vrsti, in sicer serijo Quintolubric 777, ki spada v vrsto HFC-E, in serijo Quintolubric 888, ki spada v vrsto HFDU.

### 3.1 Serija Superglikol Quintolubric 777

#### 3.1.1 Težko gorljive tekočine vrste HFC

Grobe ocene se pokazale, da je v Evropi okoli 50 % težko gorljivih hidravličnih tekočin vrste HFC [2]. Značilna področja uporabe te vrste so na primer:

- stroji za tlačno litje,
- hidravlični sistemi različnih talilnih peči,
- viličarji,
- električni varilniki,
- valjanje palic, cevi in trakov,
- škarje za razrez vročih kovin,
- naprave za kontinuirano litje itd.

Tekočine HFC so sestavljene iz okoli 40 % vode, 40 % dietilen glikola in 20 % aditivov kot zgoščevalec iz poliglikolov, inhibitorji korozije in protipe nilci. Običajno je priporočena uporaba teh tekočin pri tlakih do največ 150 bar in temperaturah nižjih od 55 °C. Pri višjih obremenitvah so opazili okvare črpalk (na primer ležajev), znatno se je skrajšala tudi življenjska doba dragih sestavin.

Ti izdelki so kategorizirani kot ko-

ristni; so relativno poceni in ocenjeni kot zelo dobro odporni proti požaru.

Razumljivo je, da imajo tudi slabosti, med katerimi so predvsem:

- Izdelki vrste HFC so označeni kot zdravju škodljivi z oznako Xn in imajo med uporabo neprijeten vonj.
- Močno prispevajo h KPK (kemična potreba po kisiku) odpadnih voda.
- Lahko prenašajo le zmerne obremenitve. Z naraščajočimi sistemskimi zahtevami (večja kompaktnost, višji tlaki) se skrajšuje življenjska doba opreme, stroški pa naraščajo.

#### 3.1.2 Težko gorljive tekočine vrste HFC-E

Večina težko vnetljivih hidravličnih tekočin ima v primerjavi z mineralnim hidravličnim oljem slabše mazalne lastnosti, kar omejuje širšo uporabo tovrstnih tekočin. To velja tudi za vrsto HFC, kjer je razlog slabših mazalnih lastnosti relativno visok delež vode. V zadnjih letih so to pomanjkljivost skušali reševati s hidravličnimi tekočinami HFC-E, kakršne so na primer tekočine serije Quintolubric 777, ki so bile zaradi svojih dobrih lastnosti poimenovane kar superglikoli [2].

Kot je razvidno s *slike 3*, ima vrsta tekočin HFC-E nižjo vsebnost vode kot klasična vrsta HFC, kar ji omogoča boljše mazalne lastnosti. Jasno je, da je ravnotežje med

odpornostjo proti požaru in mazalnimi lastnostmi najbolj kritično. Več vode vsebuje tekočina, bolj je odporna proti požaru; na drugi strani pa ima voda močan negativni vpliv na mazalne lastnosti. V primeru superglikola serije Quintolubric 777 je optimum med odpornostjo proti požaru in mazalnimi lastnostmi pri vsebnosti vode okoli 20 %.

Na osnovi različnih testov odpornosti proti požaru, mazalnih lastnosti in vpliva na okolje se je izkazalo:

- Odpornost tekočin Quintolubric 777 proti požaru je odlična in kljub nižji vsebnosti vode v osnovi primerljiva kot pri standardnih tekočinah HFC.
- Mazalne lastnosti super glikola Quintolubric 777 so izvrstne in pri različnih testiranjih presegajo mazalne lastnosti standardnih tekočin HFC (pri testu FZG so celo primerljive s tistimi, ki jih imajo tekočine HFD-U).
- Vpliv tekočin Quintolubric 777 na okolje je zelo dober. Izdelki nimajo oznak nevarnosti in niso toksični.
- Ob prehodu iz tekočine HFC na super glikol Quintolubric 777 na hidravličnem sistemu niso potrebne tehnične spremembe.

Odlični rezultati navedenih testiranj so se delno že potrdili tudi v praktični

uporabi, na popoln prodor tekočin vrste HFC-E pa še čakamo.

### 3.2 Serija Quintolubric 888

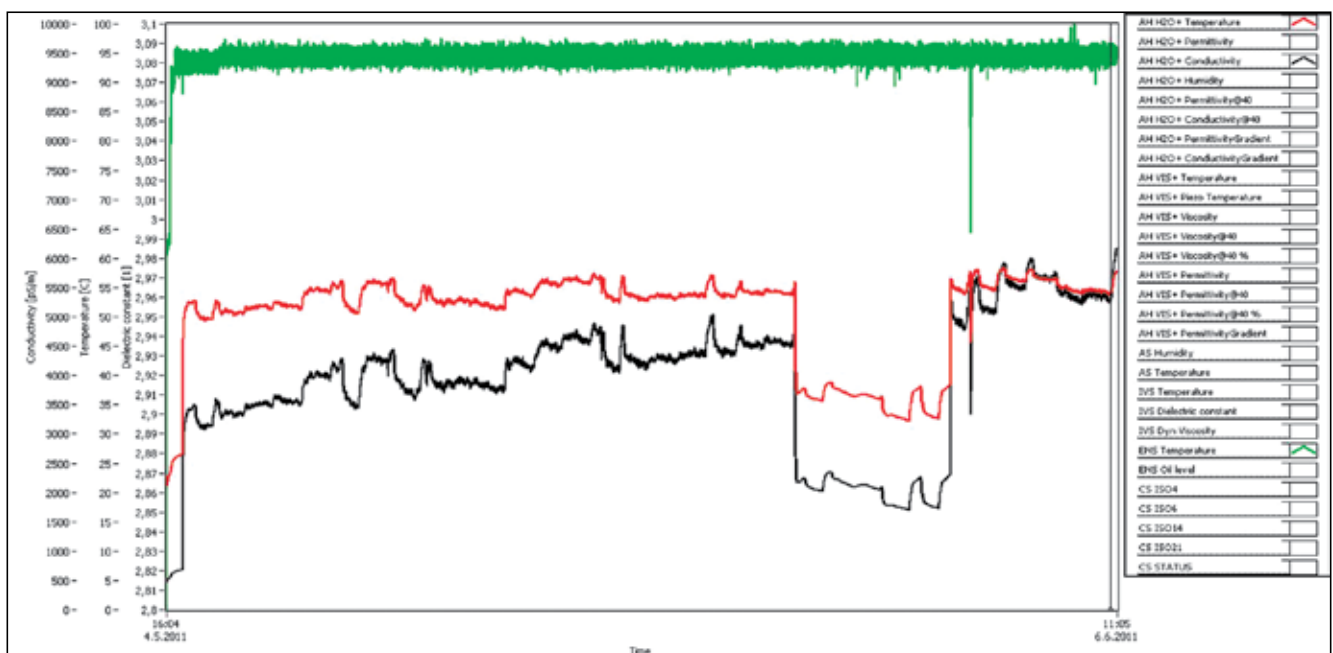
Kljub naraščanju deleža porabe težko vnetljivih hidravličnih tekočin pa je bilo na področju tekočin HFD (brez vsebnosti vode) najprej opazno zmanjševanje porabe, saj so bile prve formulacije na osnovi PCB in fosfatnih estrov, danes pa je PCB prepovedano uporabljati. Zato in zaradi drugih razlogov, kot je npr. "okolje", se uporaba fosfatnih estrov bolj in bolj zmanjšuje v korist biološko hitreje razgradljivih in okolju prijaznih hidravličnih tekočin na osnovi poliol estrov (imenovanih HFD-U). Taki izdelki so tudi težko vnetljive, hkrati pa biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine serije Quintolubric 888. Te tekočine so se v zadnjih letih izkazale tudi v številnih primerih uporabe v metalurških obratih v Sloveniji, Bosni in Hercegovini pa tudi drugod po svetu.

Serija Quintolubric 888 je bila izdelana za zamenjavo mineralnih hidravličnih olj v aplikacijah, kjer obstaja nevarnost požara. Lahko jo uporabljamo tudi v aplikacijah, kjer je potrebno zagotoviti najvišjo stopnjo varnosti pred onesnaževanjem okolja. Izdelki ne vsebujejo vode, mineralnega olja ali fosfatnih estrov

in so sestavljeni iz visokokvalitetnih sintetičnih organskih estrov in skrbno izbranih aditivov. Izdelki te serije imajo mazalne lastnosti na ravni vrhunskih hidravličnih olj in jih lahko uporabljamo v hidravlični opremi vseh glavnih proizvajalcev [3].

Dodatna prednost serije Quintolubric 888 so podobne metode nadzora in vzdrževanja stanja, kot so se uveljavile pri mineralnih oljih, kar je velika prednost za vzdrževalno osebo, saj lahko uporablja obstoječe instrumente in senzorje (na primer za določanje stopnje čistosti, ki jo pri tekočinah HFC, pa tudi pri HFC-E ne moremo določati z uveljavljenimi avtomatskimi števci delcev in monitorji kontaminacije). To ne velja samo za klasične laboratorijske metode določanja fizikalno-kemijskih lastnosti, temveč tudi za meritve na mestu uporabe. Tudi sodobne online meritve fizikalno-kemijskih in električnih lastnosti serije Quintolubric 888 lahko izvajamo z enakimi senzorji, kot jih uporabljamo pri mineralnih oljih.

Na *sliki 4* so prikazani rezultati meritve z on-line senzorji pri trajnem obremenjevanju tekočine Quintolubric 888-68 v Laboratoriju za oljno hidravliko na Fakulteti za strojništvo v Mariboru. Tekočina je bila 1 mesec izpostavljena ekstremnim pogojem



**Slika 4.** On-line meritve parametrov pri trajnem obremenjevanju Quintolubric 888-68

uporabe. Temperatura v rezervoarju je bila vzdrževana na ok. 95 °C, v sistemu pa je celo presegala to temperaturo (črpalka, proporcionalni ventil itd.). Kljub ekstremnim temperaturnim obremenitvam uporabljeni on-line senzori na tekočini razen povišanja električne prevodnosti (Argo-Hytos LubCos H2O+) s 3000 na 6000 pS/m niso zaznali drugih sprememb. Rezultati potrjujejo odlično termično stabilnost serije Quintolubric 888.

Glede na odlične rezultate laboratorijskih testiranj, zelo dobrih izkušenj pri praktični uporabi ter dejstva, da so izdelki serije Quintolubric 888 tako težko vnetljivi kot tudi biološko hitreje razgradljivi, lahko tudi v naslednjih letih pričakujemo povečevanje deleža uporabe teh tekočin.

### ■ 4 Zaključek

V prispevku je bil najprej omenjen razvoj hidravličnih tekočin, kjer so navedene različne vrste hidravličnih

tekočin, ki jih dandanes uporabljamo. Zaradi težnje po poenotenju, izboljšavi posameznih fizikalno-kemijskih lastnosti, zmanjšanju nevarnosti za okolje in zdravje ljudi pa še naprej ostajajo stalna iskanja boljše, perfektne hidravlične tekočine.

V nadaljevanju sta bili navedeni dve vrsti hidravličnih tekočin, ki ju lahko označimo kot hidravlični tekočini prihodnosti. Med njima ni vode, ki je bila prva hidravlična tekočina. Zaradi številnih prednosti, kot so negorljivost, nestrupenost, razpoložljivost, cenenost, nestisljivost, pa je v zadnjih letih ponovno tema večjega števila raziskav. Te so sicer potrdile, da v določenih primerih voda lahko ustrezno opravlja naloge hidravlične tekočine, vendar pa zaradi slabih mazalnih lastnosti kljub obrabno bolj obstojnim materialom, ni na vidiku njene širše uporabe.

Zato pa se v zadnjih 10 letih zelo uspešno uporabljajo druge vrste tekočin. Ena teh je serija Quintolubric 888, ki zajema tekočine vrste HFD-U,

ki se bodo zaradi težke vnetljivosti, biološke hitre razgradljivosti in dobrih mazalnih lastnosti nedvomno pogosto uporabljale tudi v prihodnjih letih. Tekočine serije Quintolubric 777 pripadajo vrsti HFC-E. V uporabi so se pojavile v zadnjih dveh letih, še vedno so v fazi raziskav in razvoja, svoje prednosti v prihodnosti pa bodo morale še dokazati.

### Literatura

- [1] Lovrec, D., Kambič, M.: Hidravlične tekočine in njihova nega, 2007, Fakulteta za strojništvo, Maribor.
- [2] Knecht, R.: HFC-E: A Superglycol, Fluidna tehnika 2009, zbornik prispevkov; Maribor; str. 27–38.
- [3] <http://www.quintolubric.com> – Informacije podjetja Quaker o izdelkih Quintolubric.



**industrijska**  
**olja in maziva od 1947**

**OLMA**  
LUBRICANTS  
www.olma.si

**OLMA**  
www.olma.si  
SINCE 1947

Olma d.d., Poljska pot 2, 1000 Ljubljana  
tel.: (01) 58 73 600, faks: 54 63 200, e-pošta: komerciala@olma.si