

Odstranjevanje vode iz industrijskih olj

Boris VODOPIVEC

■ 1 Voda v olju in njen vpliv na strojne komponente

Olje se lahko kontaminira z vodo iz različnih virov. Voda najpogosteje prihaja v olja, ki so večinoma higroskopična, iz okoliškega zraka, ki vsebuje vlago, iz slabo zatesnenih izmenjevalcev toplote »voda-olje« ali iz ostankov čistilnih posegov v sistemu.

Voda je lahko v olju v treh različnih fazah: raztopljena, emulgirana ali prosta. Najpogosteje je v raztopljeni fazi (slika 1a), torej v obliki prostih molekul. Hidravlična in turbinska olja lahko zadržijo med 200 do 600 molekul vode na milijon molekul olja (ppm) oz. od 0,02 do 0,06 volumskega odstotka olja (vol. %).

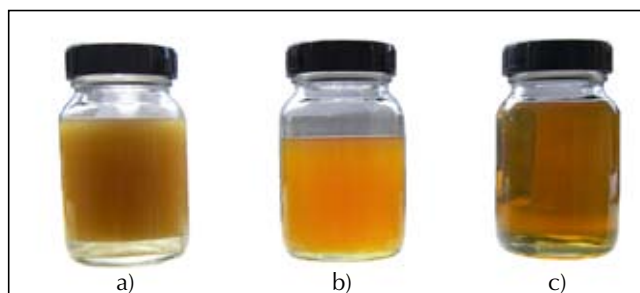
Koliko vode lahko olje veže nase, ne da bi voda dosegla nasičenost in se pričela zbirati kot prosto stoječa, je odvisno od temperature, zračnega tlaka in tudi od kemične sestave aditivov v olju. S staranjem olja se lahko mejna vrednost nasičene vode v olju dvigne tudi do 4-krat v primerjavi z novim oljem. Mejna nasičenost je pri večini olj in pri normalnih pogojih delovanja 0,1 vol. % oz. 1000 ppm. Nad to koncentracijo se začnejo vodne molekule združevati v majhne kapljice, pri čemer nastane emulzija vode in olja. Olje v tem primeru postane motno in pridobiva bel odtenek (slika 1b).

Z nadaljnjim dodajanjem vode pri-

de do popolne ločitve vode in olja. Pri mineralnih in nekaterih sintetičnih oljih, katerih specifična teža je manjša od specifične teže vode, se pod oljem prične nabirati voda (slika 1c).

Največ težav povzročata emulgirana in prosto stoječa voda v olju. Relativno visoka nestisljivost vode v primerjavi z oljem zavira nastajanje tankih oljnih filmov, ki varujejo gibljive dele pred obrabo. S tem procesom prisotnost vode povečuje obrabo gibljivih strojnih delov s trenjem. Že 1 % vode v olju skrajša življenjsko dobo ležajev za več kot 90 %. Pri visokih tlakih v ležajih pa lahko pride tudi do razpada molekul vode na ione kisika in vodika. Slednji se lahko vežejo na površine ležajev in posledično povečajo krhkost materiala, iz katerega so izdelani. Ko pride do razpok na površini ležaja, se proces le še pospeši z reagiranjem aditivov v olju z nezaščiteno kovino v ležaju. Zaporej te dogodkov poteka vedno hitreje in odpoved strojnih delov je neizogibna.

Visoke temperature v olju skupaj z vodo uničujejo tudi oljne aditive za antioksidacijo in vodijo h koroziji, prav tako pa uničujejo tudi aditive proti penjenju, detergente in emulzifikatorje. Aditive, ki vsebujejo žveplo in fosfor, voda v teh procesih spreminja v žveplovino in fosforno kislino.



Slika 1. Primeri kontaminacije olja z vodo: a) olje s podnasičeno prisotnostjo vode, b) delno nasičeno olje z vodo, c) popolnoma nasičeno olje z vodo – na dnu je vidna prosto stoječa voda.

Voda tudi znižuje površinsko napetost olja, kar zmanjšuje kapaciteto absorpcije plinov iz zraka in tako pripomore k nastanku penjenja olja. Posledica tega je omejeno tvorjenje oljnih filmov, povečuje se gretje olja in ob prisotnosti zračnih mehurčkov se inducirajo oksidacijski procesi v olju, še posebej v prisotnosti katalitskih kovin, kot so baker, svinec in kositer, ter povzroča kavitacija pri višjih temperaturah in tlakih.

Zaradi svoje izrazito polarne molekule se voda veže na druge polarne nečistoče v olju. Vežava vode in polarnih oksidov, neaktivnih aditivov, mehanskih nečistoč in ogljikovodikovih molekulskih verig povzroča nastanek dodatne emulzije v olju. Ta amorfná suspenzija seveda povzroča težave v pretoku in nenazadnje tudi zapolni oljne filtre. Ob nizkih temperaturah, pod lediščem vode, je dodatna težava tudi tvorjenje ledenih kristalov, ki prav tako vplivajo na pretok olja.

Ob ugodnih pogojih prisotnost vode v olju omogoča tudi nastanek mikrobiološke kontaminacije. Sčasoma se zato lahko v oljnih rezervo-

Boris Vodopivec, HIDEX, d. o. o., Novo Mesto

voarjih tvorijo suspenzije biomase, ki prav tako zapolnijo filtre in s tem onemogočajo pretok olja. Prisotnost biomase praviloma vodi tudi k pospešenim korozijskim procesom.

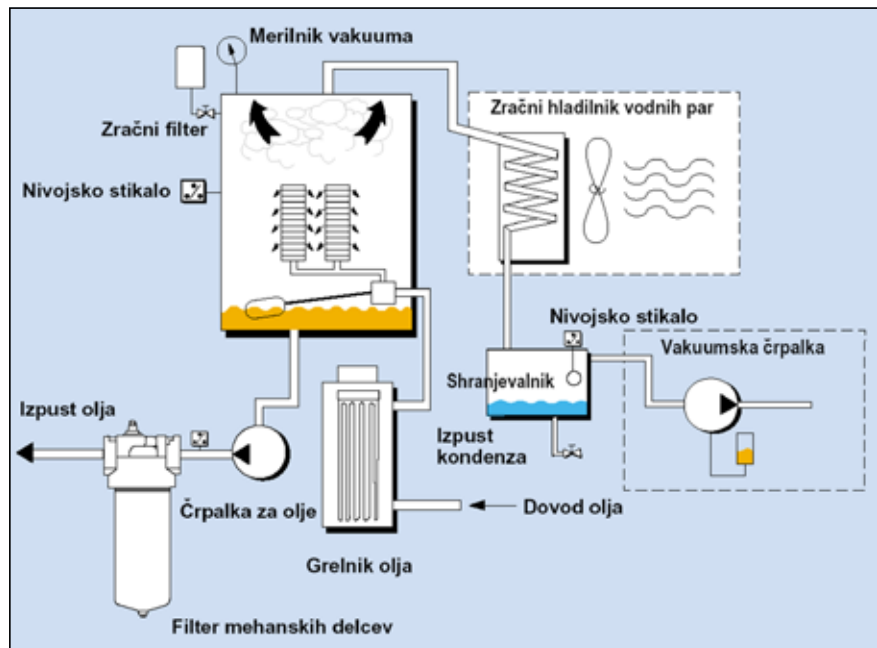
Ker sta torej prosto stoječa in emulgirana voda v olju vir največjih poškodb, je cilj vzdrževalcev, da zadržijo nivo vode v olju pod točko nasičenja, torej vsaj med 100 do 500 ppm. Seveda pa je vsaka količina vode v olju škodljiva in jo je potrebno vseskozi odstranjevati, bodisi z zamenljivimi filtri, ki nase vežejo vodo, bodisi z namenski napravami, ki odstranjujejo vodo z vakuumskim uparjanjem oz. centrifugalnim postopkom izločanja vode.

■ 2 Vakuumsko odstranjevanje vode iz olja

Med najbolj uporabljanimi napravami za izločanje vode iz olj so t. i. vakuumski uparjevalniki vode. Prenosne izvedbe tovrstnih naprav so še posebno primerne, saj so stroški ob uporabi ene same naprave na različnih mestih občutno manjši v primerjavi s stacionarnimi sistemi. Obenem tovrstni sistemi največkrat opravljajo tudi dodatno funkcijo filtracije mehanskih delcev.

Ker se olja večinoma onesnažijo z vodo in mehanskimi delci, redno filtriranje podaljša delovno dobo olja v povprečju tudi do 5-krat. Onesnažena industrijska olja uporabniki nemalokrat zavržejo kot neuporabna, vendar pa lahko olja, ki še niso kemično razgrajena, temveč le onesnažena, ponovno usposobimo za uporabo. Posledice so nižji obratovalni stroški za uporabnike in čistejše okolje. Gre torej za izredno uporabne naprave, ki že ob nekajkratni uporabi upravičijo investicijo.

Za prosto stoječo vodo v olju se lahko uporabljajo centrifugalne filtrirne naprave, ki izkoriščajo dejstvo, da ima voda večjo specifično težo od večine olj in jo je zato moč izločiti s hitro centrifugo, kjer se na obodu izločajo težji mehanski delci in prosta voda; žal ponekod tudi koristni aditivi v olju. Omejitev tovrstnih naprav je, da slabo izločajo emulgirano vodo v olju.



Slika 2. Shema najpogosteje uporabljane rešitve za vakuumsko odstranjevanje vode iz olj. Vir: Parker-Hannifin

V ta namen se uporabljajo drugačne vrste naprav, t. i. vakuumski uparjevalniki vode, ki temeljijo na tem, da voda, ki sicer izpareva pri okoli 100 °C pri normalnem zračnem tlaku, izpareva tudi pri nižjih temperaturah – ob seveda nižjem zračnem tlaku. Vakuumski uparjevalniki vode zato segrevajo olje do temperature med 60 in 90 °C. V vakuumski komori, kjer so disperzivni filtrirni elementi za olja, se ustvarja tanek oljni film z veliko aktivno površino, ki omogoča, da voda v olju izpareva v tok zraka, ki se vpihuje v vakuumsko komoro preko higroskopičnega zračnega filtra. Pridobljena mešanica vlažnega zraka se potem ohlaja in kondenzirane vodne pare se izločijo skozi zbiralnik kondenzata. Običajno tovrstne naprave tudi še dodatno filtrirajo očiščeno olje za mehanske delce. Primer najpogosteje uporabljane zasnove tovrstnih naprav je prikazan na *sliki 2*.

Razen za učinkovito znižanje vrelišča vode se vakuum v tovrstnih napravah uporablja tudi za to, da povleče olje iz pomožnega rezervoarja v napravi v vakuumsko komoro. Po vakuumski ekstrakciji se olje vrne v sistem skozi oljno črpalko, ki potiska olje skoti filter za mehanske delce nazaj v sistem. Običajno ti filtri zadržijo mehanske delce nad velikostjo med 1 in 20 µm.

Hitrost izločanja vode iz olja je sicer odvisna od temperature olja, stopnje vakuumu, vsebnosti vode v olju, prisotnosti aditivov v olju in pretoka olja skozi vakuumski uparjevalnik.

■ 3 FilterTech – mobilne naprave za filtracijo, analizo in odstranjevanje vode ter raztopljenih plinov iz industrijskih olj

Mobilna naprava FilterTech (*slika 3*) odstranjuje vodo iz olj (vakuumski uparjevalnik) in filtrira mehanske delce (mikronski filter), istočasno pa opravlja tudi analizo olj z laserskim števcem mehanskih delcev ter meri delež vode v olju z dielektričnim merilnikom susceptibilnosti. Oba analizna sistema posredujeta podatke o doseženi čistoti olja integriranemu računalniku v napravi, ki na podlagi ostalih merilnih podatkov o temperaturi olja, tlaku v sistemu in količini filtriranega olja samostojno krmili delovanje oljne črpalke in vakuumskega uparjevalnika ter s tem zmanjšuje porabo energije in prispeva k optimalni kakovosti filtracije. V primeru dokončanja filtrirnega procesa ali zaznave preseganja ene od merjenih količin zunaj vnaprej nastavljenih operativnih meja naprava preko GSP/GPRS-signala mobilne telefonije



Slika 3. Naprava FilterTech »HM/GSM-GPRS 40« proizvajalca Hidex, d. o. o.

posreduje ta podatek operaterju naprave, ki lahko izvede ponastavitev naprave na daljavo oz. se odloči za fizični pregled stanja. Tovrstne naprave zato pomembno skrajšujejo čas vzdrževalnih posegov v industriji in posledično s tem povečujejo izkoristek proizvodnje.

Trenutno naprave FilterTech omogočajo filtriranje in vakuumsko ekstrakcijo vode za olja do viskoznosti 460 cSt (2150 sus). S priklipi velikosti 1" in 20-mikronskimi filtri za mehanske nečistoče v olju lahko

opravljanja vseh naštetih funkcij filtriranja, analiziranja ter trenutne računske obdelave meritev. Za podobne rezultate zato potrebujejo podjetja več operaterjev in več ločenih naprav, ki ne omogočajo samostojnega (avtomatiziranega) in povezanega odločanja glede načina postopka filtracije in ravnanja z oljem.

Uporaba naprav FilterTech, ki so energetske izjemno učinkovite, ima tudi pozitivne posledice na okolje, saj znatno zmanjšuje količino odpadnih industrijskih olj, izpadne čase

naprava opravlja ekstrakcijo vode iz olja s pretokom 38 litrov/min. ob vakuumu -85 kPa. Masa celotna naprave je 620 kg.

Z omenjenimi uporabniškimi rešitvami sta uporabnost in univerzalnost tovrstnih naprav veliko večji kot v primerljivih filtrirnih napravah, ki so trenutno na trgu. Slednje povečini zahtevajo vsaj občasno prisotnost operaterjev, obenem pa nimajo možnosti opravljanja vseh naštetih funkcij filtriranja, analiziranja ter trenutne računske obdelave meritev. Za podobne rezultate zato potrebujejo podjetja več operaterjev in več ločenih naprav, ki ne omogočajo samostojnega (avtomatiziranega) in povezanega odločanja glede načina postopka filtracije in ravnanja z oljem.

proizvodnje ter prispeva k hitremu preventivnemu ukrepanju v primeru zaznanih onesnaženj olj z rezultati analiz. Primerne so predvsem za večje industrijske uporabnike mazalnih olj, v shranjevalnikih olj in električnih transformatorskih sistemih.

■ 4 Sklep

Vsaka prisotnost vode v oljih škodljivo vpliva na oljne sisteme. Zmanjšanje količine vode v industrijskih oljih je mogoče doseči z različnimi tehnikami odstranjevanja. Eno izmed tehnično bolj dovršenih rešitev predstavljajo mobilne naprave FilterTech, ki omogočajo poleg običajne filtracije mehanskih nečistoč, vakuumske ekstrakcije vode in raztopljenih plinov iz olja tudi trenutno analizo stanja olj (ISO 4406, ASTM D1744).

Družino mobilnih filtrirnih naprav FilterTech so razvili v podjetju Hidex ob pomoči raziskovalnih skupin s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani ter Instituta »Jožef Stefan«. Skupni razvoj je finančno podprlo Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo. Mobilne naprave FilterTech so sicer osnovane na komercialno dobavljivih, vgradnih elementih uveljavljenih proizvajalcev Parker-Hannifin in Internormen. Na ta način je bila presežena pomanjkljivost maloserijske proizvodnje, visoka dodana vrednost pa je dosežena z vključitvijo do sedaj na trgu nepoznanih funkcij v napravo. ■