

VODA V MAZACÍCH OLEJOCH

Ing. Jozef Stopka

Úvod

Vlhkosť, voda v mazacích olejoch, mazacích systémoch strojov a zariadeniach nie je žiaduca. Jej prítomnosť v oleji je veľmi negatívna, zhoršuje jeho vlastnosti a vedie často k vytváraniu vodných emulzií, kalov, podporuje penenie, znižuje dielektrickú pevnosť izolačných olejov a je príčinou korózií kovových súčiastok a ich zvýšeného opotrebovania, čo vedie k zníženiu ich životnosti a spoľahlivosti strojov a zariadení.

Voda v oleji

Prítomnosť vody v oleji môže byť vo viazanej forme, alebo voľnej forme. Množstvo vody, ktoré ropný olej môže rozpustiť závisí na pôvode základového oleja, na druhu a množstve prísad, na prítomnosti nečistôt (produktov starnutia) a zvlášť na teplote. Malé množstva vody sa môžu rozpustiť v oleji bez zakalenia. Zakalenie oleja ukazuje, že roztok je nasýtený (bod nasýtenia vody v oleji) a v ďalšom môže prebiehať vznik emulzie a to voda v oleji. So stúpajúcou teplotou rozpustnosť vody v oleji narastá.

Vplyv vlhkosti, vody na vlastnosti mazacích olejov

V technickej praxi sa stretávame so vznikom nežiadúcich olejových emulzií, ktoré majú za následok kvalitatívne znehodnotenie mazacieho oleja, jeho funkčných vlastností a iné. Najmä tie oleje, ktoré obsahujú povrchovo aktívne látky, motorové oleje s detergentno - disperzantnými prísadami, masťové oleje, opotrebované oleje a pod. sú k tvorbe olejových emulzií veľmi náchylné a podľa toho sa musí s nimi zaobchádzať pri manipuláciách, skladovaní a vlastnom použití.

Napriek tomu, že voda v mazacích olejoch nie je žiaduca, stretávame sa s ňou veľmi často v olejoch a mazacích systémoch strojov. Vzhľadom na to sú stanovené hraničné hodnoty, limity obsahu vody v % hmotnostných pre mazacie oleje v jednotlivých mazacích systémoch strojov a zariadení. Tieto hodnoty sú uvedené v nasledovnej tabuľke č.1 a majú len informatívny charakter.

Tabuľka č.1

Druh mazacieho oleja	Hraničné hodnoty obsahu vody v % hm
Hydraulické oleje	0,02 – 0,1 (200 – 1 000 ppm)
Turbínové oleje	0,05 – 0,2 (500 – 2 000 ppm)
Motorové oleje	0,1 – 0,2 (1 000 – 2 000 ppm)
Prevodové oleje	0,1 – 0,3 (1 000 – 3 000 ppm)
Chladiace kompresory	0,01 – 0,02 (100 – 200 ppm)
Vzduchové kompresory	0,1 (1 000 ppm)
Obehové systémy	0,05 – 0,1 (500 – 1 000 ppm)

Uvedený obsah vody sa vzťahuje na obsah vody v neemulgovanej kvapaline, t.j. pokiaľ nie je vytvorená emulzia typu "voda v oleji".

Emulzia oleja s vodou je koloidný disperzný systém, ktorého stálosť rastie znižovaním medzipovrchového napätia. Čím menšie je medzipovrchové napätie oboch fáz, tým ľahšie sa tvorí emulzia. Hodnoty medzipovrchového napätia, resp. voľnej energie sú malé a všetky sa ešte znižujú nasycovaním povrchu kyslíkom, vodnou parou, všeobecne nečistotami. Hodnoty voľnej povrchovej energie sú napr. pre vodu 72 mNm^{-1} a mazacích olejov 30 mNm^{-1} pri $20 \text{ }^\circ\text{C}$. K látkam zväčšujúcim povrchové napätie oleja patria polárne látky, ktoré sa síce vo vode nerozpúšťajú, ale čiastočne sa rozpúšťajú v olejoch. Sú to napr. v oleji rozpustné fenoláty, naftenáty, sulfonáty, ropné živice, asfaltény, polárne nečistoty z rafinácie olejov, látky vzniknuté starnutím olejov a pod. Sklon oleja k tvorbe emulzií môžu zväčšovať aj iné látky,

ktoré majú schopnosť vytvárať na rozhraní povrchov fáz dostatočne pevný film. Takto môžu pôsobiť jemne rozptýlené tuhé látky, napr. za tvorbu emulzie, kalov v olejových nádržiach motorov sú zodpovedné jemne rozptýlené čiastočky uhlíka zo spalín, prachu a pod. V tejto súvislosti treba povedať, že v praxi sa občas stretávame so zvláštnym problémom pri aplikácií motorových olejov, ktoré obsahujú detergentno - disperzantné prísady a to najmä vtedy ak obsahujú veľké množstvo bezpopolných disperzantov (succinimidy). Disperzanty môžu pôsobiť ako účinné emulgátory a v tých častiach motora v ktorých je voda, môže vzniknúť emulzia voda v oleji, ktorá sa podobá svojím vzhľadom maslu, alebo často sa uvádza ako kalová emulzia, alebo studené kaly. Problém sa môže ešte zhoršiť pri motoroch, kde dochádza k prefukom plynov zo spaľovacej komory do kľukovej skrine, olejovej nádrže. Tento problém sa už rieši úpravou motora v ktorom prefukujúce plyny cirkulujú do sacieho palivového systému (palivo - vzduch). Tento problém sa rieši tiež použitím deemulgátorov do motorových olejov. V prítomnosti kovov a vody za vyšších teplôt môže prebiehať katalyzovaná oxidácia. Voľná voda urýchľuje degradáciu oleja a to kvôli hydrolyze olejov na esterovom základe a tiež vápenatých sulfonátov. Okrem toho sú to prísady citlivé na prítomnosť vody, napr. prísady na báze ZDDP (zinc dialkyldithiophosphate), t.j. prísady obsahujúce zinok. V prítomnosti vody nastáva hydrolyza, t.j. rozklad solí (ZDDP) na kyselinu a zásadu.

Podľa dostupných informácií hydrolyze podliehajú také soli, na zložení ktorých je zúčastnená slabá kyselina alebo slabá zásada. Prísady na báze ZDDP hydrolyzujú, rozkladajú sa na látky, ktoré môžu mať silný korozívny účinok na meď a jej zliatiny. V tomto prípade prísady na báze ZDDP strácajú potrebný účinok ako prísady proti opotrebovaniu aj pre oceľové trecie povrchy. Z toho dôvodu niektorí výrobcovia strojov požadujú oleje bez obsahu zinku. Ide o bez zinkové turbínové a hydraulické oleje, ktoré nachádzajú uplatnenie v praxi.

Metódy a postupy na kontrolu vody

Obsah vody sa stanovuje podľa STN 65 6062. Skúška spočíva v spätnej destilácii zmesi vzorky s benzínom, predpísaným destilačným zložením a zisťuje obsah vody nad 0,025 %. Pre stanovenie obsahu vody sa s výhodou používa titračná metóda podľa Karl Fischera, ktorá je uvedená v norme STN 65 0330, resp. DIN 51 777.

Obsah vody podľa metódy K. Fischera sa udáva v mg/kg, resp. v ppm (parts per milión, 1 ppm = 0,0001 %). Podľa tejto metódy je možné zistiť obsah vody už od 3 mg/kg (3 ppm, t.j. 0,0003 % hm.). Obsah vody je možno stanoviť aj podľa infračervenej spektrometrie FTIR v rozsahu vlnovej dĺžky od 3 650 do 3 150 cm^{-1} .

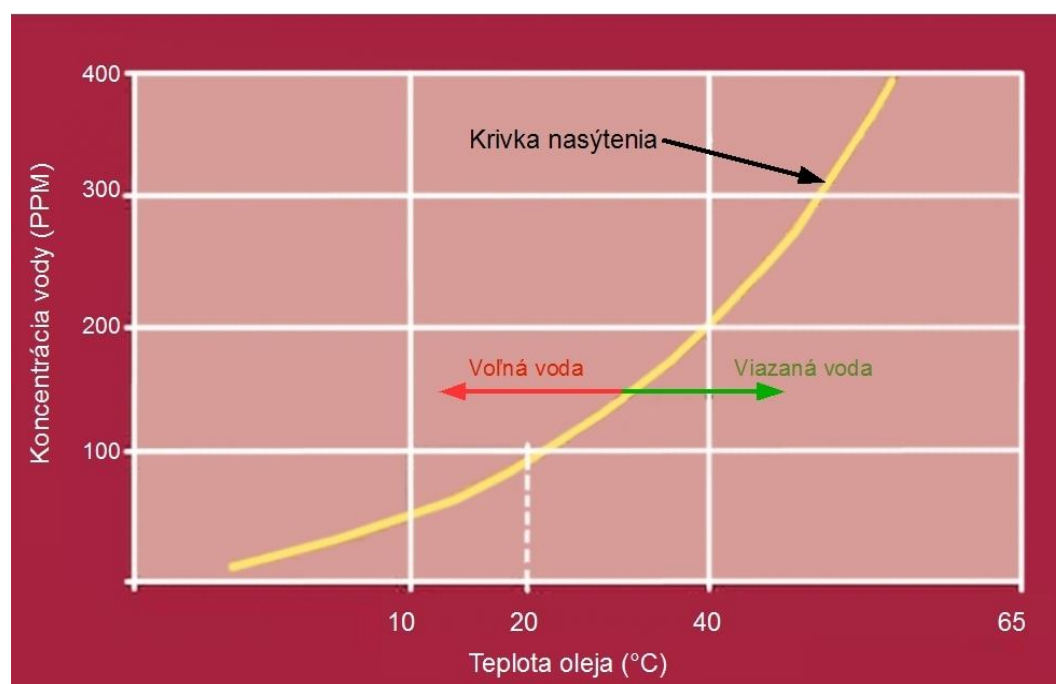
V prípade priemyselných olejov treba uviesť jednu zo základných vlastností s ktorou súvisí prítomnosť vody v mazacích olejoch, t.j. vlastnosť podľa ktorej je charakterizovaná deemulgačná schopnosť, odlúčivosť vody z oleja. Táto vlastnosť sa mení počas používania oleja v prevádzke a to najmä vplyvom prítomných nečistôt ako sú oxidačné produkty, voda a mechanické nečistoty. Stanovenie deemulgačných vlastností, odlúčivosti vody od oleja má veľký význam najmä v prípade turbínových a hydraulických olejov. Pre turbínové oleje sa ešte často používa skúška podľa STN 65 6230, resp. IP 19 na stanovenie deemulgačného čísla a to najmä pre parné turbíny. V prípade čerstvých turbínových olejov hodnota deemulgačného čísla sa požaduje do 300 sekúnd. Hraničná hodnota pre použité turbínové oleje sa udáva 600 sekúnd, resp. v niektorých ďalších aplikačných prípadoch až 800 sekúnd. Táto skúška mala a má určitú tradíciu najmä u nás. Zahraničné olejárske spoločnosti ju veľmi málo používajú. Pre turbínové oleje, ale najmä hydraulické oleje sa používa skúška podľa STN 65 6229 na stanovenie deemulgačnej charakteristiky oleja. Skúška sa vykonáva tak, že olej sa zmieša v objemovom pomere 1:1 s vodou (40 ml vody a 40 ml oleja) pomocou miešadla presne definovanou rýchlosťou pri teplote v závislosti na viskozitnej triede (do ISO VG 100 pri 54 °C a nad pri 82 °C), vytvorí sa emulzia a potom sa pozoruje rozdelenie emulzie do jednotlivých fáz (olej - voda - emulzia) a

vyhodnocuje sa doba a objemový podiel jednotlivých fáz. Nárast objemu emulzie alebo predĺženie doby pre oddelenie jednotlivých fáz svedčí o spotrebovaní prísady na zlepšenie deemulgačných vlastností, prítomnosti oxidačných produktov, ktoré tieto vlastnosti významne ovplyvňujú. Hraničná hodnota vzhľadom na podmienky skúšky a samotné vyhodnocovanie je v rozsahu od 40 do 60 minút a to podľa viskozity, viskozitnej triedy kontrolovaného oleja.

Hodnoty nasýtenia vody v mazacích olejoch

Limity, hraničné hodnoty nasýtenia vody v mazacích olejoch závisia na kvalite jednotlivých komponentov a od formulácie mazacích olejov, t.j. aké sú použité druhy základových olejov, prísad, alebo množstva látok, nečistôt, ktoré vznikli z dôvodu degradácie olejov. Každá zmena hodnoty limitu nasýtenia vody olejoch je v relácii k aktuálnemu stavu a to počtu voľných molekúl vody. Táto hodnota sa mení počas prevádzkového života mazacieho oleja v závislosti na zmenách, ktoré nastanú v oleji. Tento aspekt je špeciálne dôležitý vtedy, ak treba rozlišovať krivky nasýtenia vody v oleji. Možno povedať, že ide o matematický vzťah medzi hodnotou nasýtenia a hodnotou vody v ppm v čerstvom oleji a tento stav sa môže zmeniť po nejakom čase pri používaní oleja v prevádzke. Na obrázku č.1 je uvedená krivka nasýtenia vody v turbínovom oleji, kde pri teplote 40 °C olej je schopný prijať 200 ppm vody. Z toho vyplýva, že čím je vyššia teplota oleja, tak olej je schopný prijať väčšie množstvo viazanej vody.

Obrázok č.1



Treba uviesť, že v prípade mazacích olejov napr. hydraulických a cirkulačných olejov, keď sú v prevádzke, tak rozpustnosť vody narastá. Zvýšený počet nečistôt, polárnych látok, ktoré sú výsledkom starnutia oleja, tak tieto sa môžu spájať s molekulami vody. V nasledovnom prehľade v tabuľke č.2 uvedieme hodnoty nasýtenia vody v niektorých mazacích olejoch pri 20 °C v ppm.

Tabuľka č.2

Druh mazacieho oleja	Hodnoty nasýtenia pri 20 °C v ppm
----------------------	-----------------------------------

Hydraulické kvapaliny H	100 – 150
HLP	150 – 300
HFD-R	1 500 – 3 000
HFD-U	1 200 – 1 600
HEES	800 – 1 400
HEPG (PAG)	5 000 – 7 000
Mazacie oleje CL/TD (min.)	50 – 150
CLP (min.)	400 – 800
PAO	400 – 2 000
HD / motorový olej	800 – 2 000
Syntetické estery	1 000 – 2 000
PAG	10 000 – 20 000

Špecifikácie a hraničné hodnoty

Vzhľadom na uvedené informácie, niektorí výrobcovia a tiež hodnotiace organizácie vydávajú odporúčania na obsah voľnej vody v mazacích olejoch. Ide o stanovenie hraničných limitov obsahu vody, ktoré sú dovolené pre jednotlivé druhy mazacích olejov. V tabuľke č.3 uvedieme niektoré údaje na dovolený obsah vody v ropných olejoch a syntetických kvapalinách.

Tabuľka č.3

Druh mazacieho oleja, špecifikácie	Absolútny obsah vody v ppm
Ropný olej, Hydraulika (DIN 51524)	500
Mazanie (FAG / SKF)	300 / 200
Turbíny (DIN 51515)	150
Izolačné oleje	10
Syntetické kvapaliny, Hydraulika (HEES)	1 000
Mazanie (PAG)	5 000

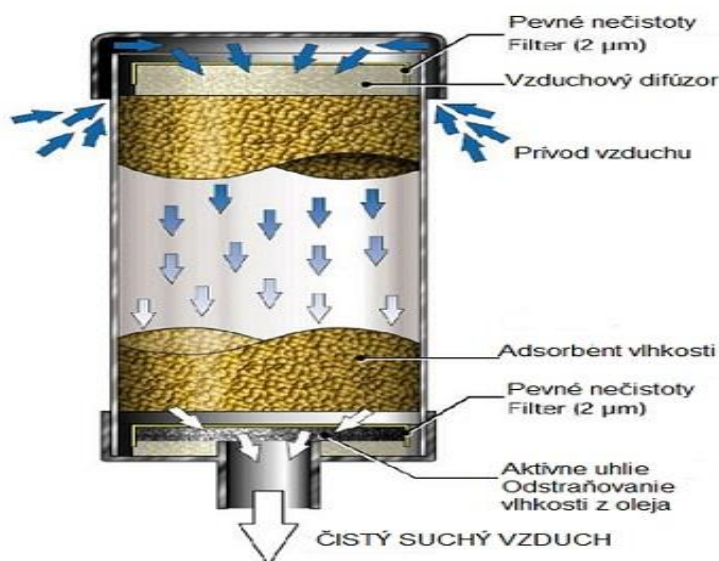
Uvedené hodnoty obsahu vody boli stanovené podľa metódy Karla Fischera. Samotné limity predstavujú absolútny obsah vody v ppm (mg/kg) v oleji. Treba poznamenať, že niektoré hraničné hodnoty môžu byť aj prekročené. Tu treba často porovnávať hodnoty namerané dostupným senzorom vlhkosti a absolútnym obsahom vody. Na zníženie vlhkosti v mazacích systémoch strojov, najmä hydraulických systémoch sa používajú rôzne typy odvzdušňovačov, resp. prevzdušňovačov. Ide o určitý filter, systém (inhalácie a exhalácie) vysušovania pomocou hygroskopických činidiel (silikagél) a tiež odstraňovania mechanických nečistôt. Pri návrhu konštrukcie mazacieho systému stroja, zariadenia treba na to pamätať. Vizuálnou kontrolou týchto filtrov, môžeme jednoducho kontrolovať stav olejovej náplne. Na obrázku č. 2 je uvedený, ako príklad, filter na vysušovanie vlhkosti a odstraňovanie pevných nečistôt zo vzduchu.

Spôsoby odstraňovania vody, ošetrovanie mazacích olejov

V odbornej oblasti zameranej na ošetrovanie mazacích olejov sa všeobecne stretávame s chemickými a fyzikálnymi postupmi, ktoré sa používajú na regeneráciu a čistenie použitých olejov. K fyzikálnym čistiacim postupom sa zahrňujú všetky spôsoby, ktoré využívajú fyzikálne javy. Do týchto čistiacich postupov v tomto prípade vzhľadom na ošetrovanie, čistenie mazacích olejov počas prevádzky zahrňujeme :

- odstredovanie,
- filtrácia mazacích olejov

Obrázok č.2



Uvedené dva postupy ošetrovania mazacích olejov môžu byť v prevádzke stroja navzájom veľmi úzko prepojené a to v tom význame, že pomocou odstredovania sa odstráni nadmerná vlhkosť (voda) a samotné dočistenie sa vykoná pomocou vhodnej filtrácie, napr. obtoková filtrácia (bypass). Odstredovanie je založené na princípe vytvorenia odstredivej sily, pomocou ktorej sa ťažšie častice v oleji separujú, oddeľujú. Čím väčší je rozdiel v špecifickej hmotnosti medzi nečistotami a olejom, tým je proces efektívnejší. Z toho dôvodu odstredivky často pracujú lepšie, efektívnejšie pri menších merných hmotnostiach a nízkej viskozite olejov, ako sú napr. turbínové oleje, hydraulické oleje, ale nie také, ako sú ťažké prevodové oleje. V odstredivke sa môže odstrániť voľná a čiastočne aj emulgovaná voda, ale nie viazaná voda. To všetko závisí od druhu použitých prísad v oleji, ktoré môžu zadržiavať vodu v suspenzii s olejom. V prípade odstredovania platí, že čím je nižšia teplota oleja, tým je efektívnejší spôsob odstraňovania vody, pretože veľa vody je v emulgovanom a voľnom stave. Nevýhodou odstredivky je, že odstraňuje len voľnú a čiastočne emulgovanú vodu. V tabuľke č.4 uvedieme možnosti odstraňovania vody z mazacích olejov podľa odporúčaných postupov ošetrovania.

Tabuľka č.4

Spôsob ošetrovania	Možnosť odstránenia vody		
	voľná	emulgovaná	viazaná
Odstredovanie	áno	čiastočne	nie
Filtrácia	áno	áno	čiastočne

Nepretržité odstredovanie sa neodporúča môže nastať úbytok prísad v mazacom oleji. Treba spomenúť, že spôsob odstredovania v spojení s filtráciou nám ponúka väčšiu efektívnosť ošetrovania, zhodnocovania mazacích olejov počas prevádzky. Na odstránenie viazanej vody z mazacieho oleja je vhodná vákuová destilácia.

Záver

Vlhkosť, voda sa pravidelne objavuje v mazacích systémoch strojov, vyskytuje sa v mazacích olejoch, čo vedie často k nepredvídaným zmenám ich funkčných vlastností, čo môže viesť až k poruchám strojov a zariadení. Cieľom bolo poukázať

na tento stav a upozorniť na problémy, ktoré sa môžu vyskytnúť. Voda je životudárna kvapalina, ale v uvedených technických a technologických prípadoch pri použití mazacích olejov je nežiaduca.