

Dynamický olejový systém

Zatímco obvyklá měrná jednotka pro vyjádření obsahu vlhkosti v kapalinách je ppm, aktivita vody a_w vypovídá více.

Steven Jiroutek, Nicholas Sheble

Přímé měření vlhkosti v oleji je nezbytné při provádění komplexní údržby olejových transformátorů. Náklady na údržbu v jednotkách výkonových turbín, papírenských strojů a továrních strojů, které používají mazací oleje, jsou nižší při pravidelném monitorování obsahu vody v oleji.

Každá kapalina má schopnost držet jisté množství rozpuštěné vody. Maximální množství vody, která daná tekutina může pojmout, je bod nasycení. Jakmile tekutina dosáhne bodu nasycení, každá dodatečná voda se vyloučí jako volná voda a vytvoří zřetelnou vrstvu.

Většina olejů má menší hustotu než voda, proto se vodní vrstva obvykle usadí pod olejem. Olejový bod nasycení záleží na různých faktorech, jak na základním složení oleje (minerální nebo syntetický), tak i na druhu a množství příměsí, emulgátorů a oksylichovadel. Bez ohledu na tyto počáteční rozdíly ve složení se bod nasycení oleje mění během provozu.

Dva hlavní faktory, které ovlivňují olejový bod nasycení a stárnutí oleje, jsou kolísání teploty a vytvoření nových látek jako následek chemických reakcí uvnitř hydraulického systému.

Tradiční měrná jednotka kvantifikující obsah vody v oleji jsou částice na milion (ppm). Jaký má význam měření ppm? Samozřejmě, ppm je absolutní parametr vlhkosti, který popisuje poměr vody v oleji.

Objemový: 1 ppm (objem) voda = 1 ml vody/1,000,000 ml oleje
nebo

hmotnostní: 1 ppm (hmotnost) vody = 1 g vody/1,000,000 g oleje.

Aktivním měřením ppm úrovně vody v oleji může být stanoveno absolutní množství vody. Avšak, měření ppm má jedno významnější omezení – nevypovídá o žádné změně bodu nasycení oleje.

Jinými slovy, v dynamickém olejovém systému s kolísavým bodem nasycení měření ppm neposkytuje žádné upozornění na to, jak blízko je úroveň vlhkosti od bodu nasycení oleje.

Ke kritickému stavu dochází tehdy, když se obsah vody blíží olejovému bodu nasycení a vytvoří se volná voda, která je ničivá pro téměř všechny olejové aplikace.

Pro vysvětlení této koncepce uvažujme o oleji, který snáší snížení teploty o 100 °F.

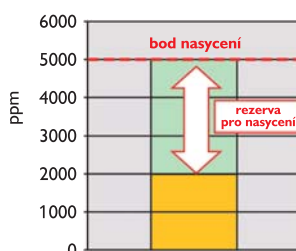
Bod nasycení oleje při 180 °F (82 °C) je 5000 ppm. Množství vody v tomto oleji je 2000 ppm. To znamená, že olej může pojmout dalších 3000 ppm vody než se stane nasyceným. Toto je mezní hodnota k bodu nasycení.

Při snížení teploty oleje na 80 °F (27 °C), se bod nasycení oleje sníží na 3000 ppm.

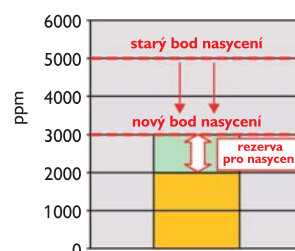
Poznámka: množství vody v oleji se nezměnil (stále 2000 ppm), avšak záloha k bodu nasycení klesla na 1000 ppm.

Jestliže podle tohoto scénáře operátor změří ppm, neuvidí žádnou změnu v množství přítomné vody (2000 ppm), třebaže se výrazně posune hranice bodu nasycení a vznikne větší riziko vytvoření volné vody.

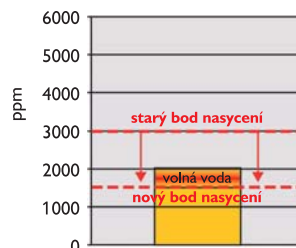
převodkový mazací olej
teplota: 82 °C
bod nasycení: 5000 ppm
skutečné množství vody v oleji: 2000 ppm
 a_w : 0,40



převodkový mazací olej
teplota: 27 °C ↓
bod nasycení: 3000 ppm ↓
skutečné množství vody v oleji: 2000 ppm
 a_w : 0,67 ↑



voda v oleji !!!



Obr.1 Dynamika obsahu vody v oleji

Co by se stalo, kdyby po jednom roce z důvodu zestárnutí oleje došlo ke snížení bodu nasycení dále k 1500 ppm?

V tomto scénáři již není záloha, obsah vody je nyní vyšší než bod nasycení. Operátor by i tentokrát přečetl hodnotu obsahu vody 2000 ppm navzdory skutečnosti, že bod nasycení nyní klesl na 1500 ppm, což má za následek 500 ppm volné vody. Celý uvedený příklad je graficky znázorněn na obr. 1.

Poskytování pravdivých údajů

Měřením aktivity vody místo ppm se uživatel může vyvarovat nejistoty výše uvedeného problému.

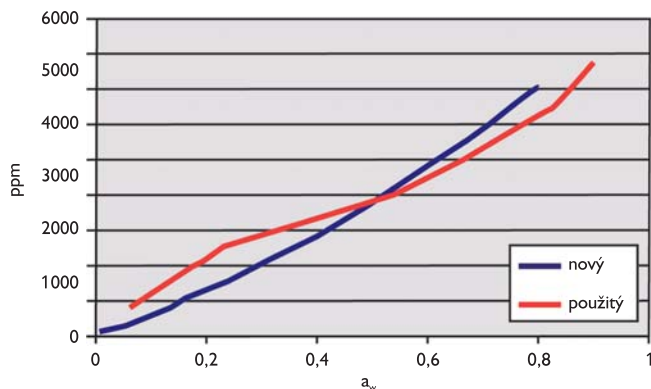
Co je aktivita vody (a_w)? Je to množství vody v substanci, vztažené k celkovému množství vody, kterou může substance pojmout a matematický výpočet je $a_w = p/p_0$

kde p je parciální tlak vody v substanci nad materiálem,
 p_0 – nasycený tlak vodní páry čisté vody při stejné teplotě.

V ukázce se a_w mění jako funkce bodu nasycení (p_0 , jmenovatel). Hodnota a_w se bude také měnit jako funkce aktuálního obsahu vody v oleji (voda vstupující do oleje nebo vystupující z oleje).

Jinými slovy, a_w bude vždy poskytovat pravdivé údaje o bodu nasycení.

I když je možné odvodit souvztažnost mezi a_w a ppm pro jakýkoliv olej, platnost tohoto vztahu se během životnosti v dynamickém olejovém



Obr. 2 Závislost mezi a_w a bodem nasycení oleje vodou u nového a již použitého oleje

systému (např. mazací olej) změni. Stárnutím tekutiny (oleje) dochází v důsledku chemických reakcí ke změnám ve složení, které ovlivní nejen bod nasycení ale také vztah k a_w . Na obr. 2 je tento jev v obrazové formě.

Nezávislé na kapalině

V současnosti je dostupných mnoho různých metod pro měření vlhkosti v oleji. Tato metoda používá měření změny kapacity senzoru, ke které dochází při absorbování vlhkosti. Tento senzor je kondenzátor sestávající ze dvou elektrod s dielektrikem uprostřed. Dielektrikum pohlcuje nebo uvolňuje molekuly vody a při změně permitivity se mění kapacitní reaktance čidla.

Aktivita vody je úměrná množství pohlcené vlhkosti. Mezi výhody této technologie patří možnost přímé instalace, rychlý čas odezvy a dobrá chemická odolnost pro široký okruh kapalin.

Měření touto přímou technologií je vhodné pro široký okruh aplikací: hydraulické systémy, papírenské stroje, mazání turbín, olejové transformátory, provozovny na úpravu olejů. V mnoha provozech se dnes používá nějaký diagnostický program pro předcházení prostojů a k prodloužení životnosti zařízení. Přímé a nepřetržité měření vlhkosti v oleji se stává nedílnou součástí těchto diagnostických programů.

Zatímco tradiční měrná jednotka vyjadřující obsah vlhkosti v kapalinách byly ppm, měření a_w nabízí komplexnější obraz o stavu oleje.

1. Hodnota a_w vždy indikuje riziko výskytu volné vody v systému.
2. S tím, jak se zvyšuje nebo snižuje bod nasycení z jakýkoliv důvodů (např. teplota, stáří, změna fyzikálních vlastností), a_w přesně vyjadřuje novou hodnotu nasycení.
3. Hodnota a_w je při měření nezávislá na kapalině. Protože a_w platí pro všechny kapaliny a pevné látky, může být použito všeobecně pro všechny látky bez ohledu na chemické složení nebo fyzikální vlastnosti.

Rychle vpřed

Online monitorování vlhkosti v oleji je důležité pro zamezení nákladné poruchy a neplánovaného prostoje. Měření vody v oleji v jednotkách ppm nelze odhadnout, jak se mění bod nasycení oleje v systému. Voda v mazacím oleji jednak zhoršuje mazací schopnosti oleje a jednak způsobuje korozi strojů.

Vlhkost v plynech a tekutinách

Po mnoho let vědci a laboranti obvykle určovali obsah vlhkosti v laboratoři ohříváním vzorku a výpočtem ztráty hmotnosti odpařené vody. Je to stále ještě platná metoda, ale nepochybně má své hranice, nejvíce je problematická přítomnost nestálého materiálu. Pro přesná měření tuto metodu nemůžeme používat. Tato analytická metoda je také velmi zdlouhavá.

Další přesnou a citlivou analytickou metodou měření vlhkosti ve vzorku kapaliny (nebo plynu) je titrace podle Karl Fischera (roztok kysliční-

ku siřičitého, jodu a pyridinu v metylalkoholu). Některé analyzátory v průmyslovém procesu měří kapacitní reaktanci, používají optická vlákna, infračervené záření. Jiné analyzují průběh proudu v trubici (mikrovlny). Většina analyzátorů vyžaduje nějakou variantu vzorkovacího systému.

Závěr

Firma Vaisala nabízí přístroje pro měření obsahu vody v oleji MMT330, model MMT318, určený pro zástavbu do finálních zařízení (typ OEM), nebo ruční měřidlo MM70.

V České republice a na Slovensku firmu Vaisala zastupuje společnost D-Ex Limited, spol. s r. o., se sídly v Brně a v Bratislavě.

Z anglického originálu Dynamic oil system holds quirks, InTech, 2006, roč. 53, č. 5, přeložil Ing. Miroslav Havlíček.



D-Ex Limited spol. s r. o.

Pražská 11
811 04 Bratislava
Tel.: 02/57 29 72 97
Fax: 02/57 29 74 24
e-mail: info@dex.sk
http://www.dex.sk

35