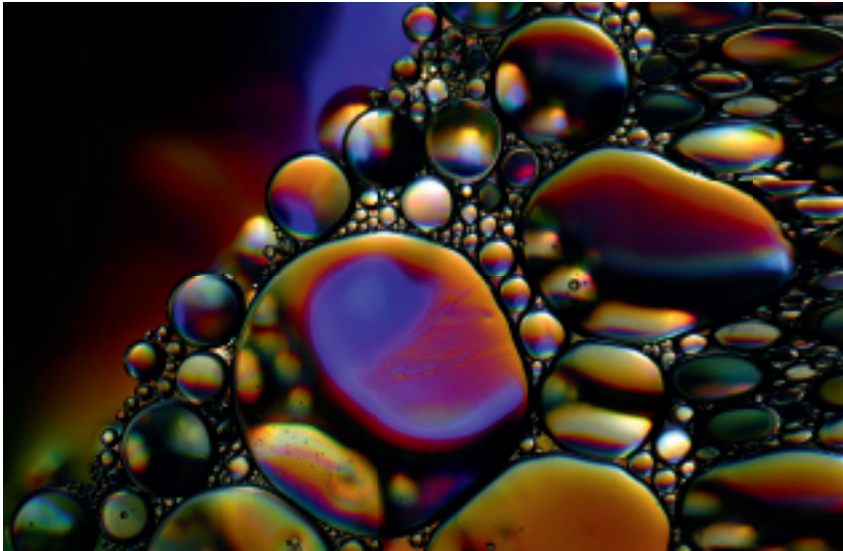
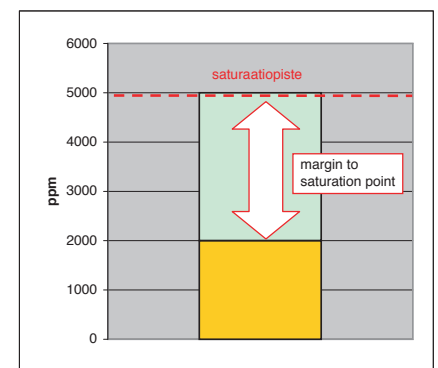


Öljyn kosteus määritelty veden aktiivisuutena (a_w)



Öljyn sisältämän veden absoluuttinen määrä voidaan määrittää mittaamalla ppm-lukema. Ppm-mittauksessa on kuitenkin yksi suuri rajoite, se ei huomioi mitenkään öljyn saturaatiopisteen vaihtelua. Toisin sanoen, dynaamisessa öljyjärjestelmässä, jossa on vaihteleva saturaatiopiste, ppm-mittaus ei antaisi mitään merkkiä siitä, kuinka lähellä kosteustaso on öljyn saturaatiopistettä. Vieläkin kriittisempää on, jos kosteuspitoisuus on niin lähellä öljyn saturaatiopistettä, että riski saturaatiopisteen ylittymiseen ja vapaan veden kehittymiseen on todella olemassa. Tämä on haitallinen epäpuhtaus lähes kaikissa öljysovelluksissa.

Selventävänä esimerkkinä seuraavassa tarkastellaan öljyä, jonka lämpötilaa alennetaan 40 °C (104°F).



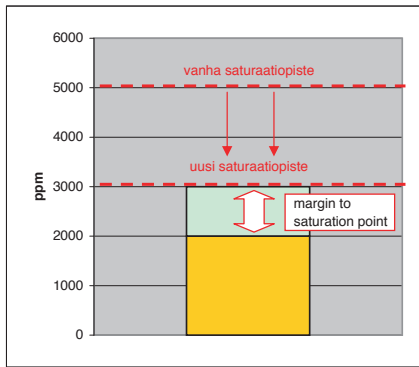
Vaihdelaatikon voiteluöljy
Lämpötila: 70 °C
Saturaatiopiste: 5000 ppm
Todellinen vesimäärä öljyssä: 2000 ppm
 a_w : ~0,40

Kaikilla nesteillä on kyky sitoa tietty määrä liuennutta vettä. Saturaatiopisteellä ilmoitetaan nesteeseen liunneen veden suurin määrä. Kun neste on saavuttanut saturaatiopisteensä, kaikki liukeseen tuotu ylimääräinen vesi eriytyy vapaaksi vedeksi muodostaen selvästi havaittavan kerroksen. Koska useimpien öljyjen tiheys on vähäisempi kuin veden, muodostuu vesikerros tavallisesti öljyn alapuolelle.

Monet eri tekijät vaikuttavat öljyn saturaatiopisteeseen, mm. sen perusaineen rakenne (mineraali tai synteettinen) samoin kuin sen sisältämät lisäaineet. Alkuperäisessä koostumuksessa esiintyvien erojen lisäksi öljyn saturaatiopiste muuttuu öljyä käytettäessä sen elinkaaren aikana. Öljyn saturaatiopisteeseen vaikuttaa vanhetessa kaksi merkittävää tekijää, vaihtelut lämpötilassa sekä muutokset kemiallisessa koostumuksessa. Nämä johtuvat uusien aineiden muodostumisesta, jotka puolestaan syntyvät kemiallisten reaktioiden sivutuotteina öljyjärjestelmässä.

Tavallinen mittausyksikkö öljyn kosteuspitoisuuden määrittämiseksi on ppm (miljoonasosa). Mikä on ppm-mittauksen merkitys? Ppm -lukema ilmoittaa absoluuttisen vesipitoisuuden ja se kuvaa veden tilavuuden tai massan suhdetta öljyyn:

Tilavuutena: 1 ppm_(v)vettä= 1 ml vettä / 1 m³ öljyä
TAI
Massana: 1 ppm_(w)vettä= 1 g vettä / 1000 kg öljyä



Vaihdelaatikon voiteluöljy
Lämpötila: 30 °C
Saturaatiopiste: 3000 ppm
Todellinen vesimäärä öljyssä: 2000 ppm
 $a_w \sim 0,67$

Kuvasta näkee, että öljyn saturaatiopiste 70 °c:ssa on 5000 ppm. Veden määrä tässä öljyssä on 2000 ppm. Tämä tarkoittaa, että öljy voi sisältää toiset 3000 ppm-yksikköä enemmän vettä ennen kuin öljy saturoituu. Tätä on joskus kutsuttu myös saturaatiopisteen ”marginaaliksi”.

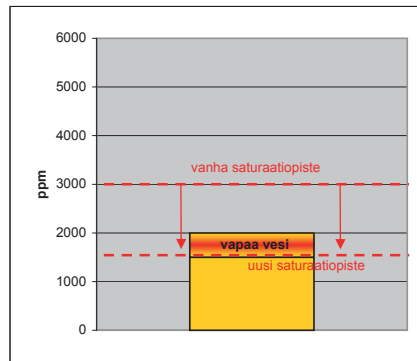
Kun tämän öljyn lämpötila tippuu 30 °C asteeseen, niin myös öljyn saturaatiopiste laskee 3000 ppm:ään. Huomaa, että veden määrä öljyssä ei ole muuttunut (yhä 2000 ppm). Kuitenkin saturaatiopisteen marginaali on tipahtanut 1000 ppm-yksikköön.

Jos tässä skenaariossa tehtäisiin vain ppm-mittauksia, niin muutosta ei huomaisi nykyisessä vesimäärässä (2000 ppm), vaikka marginaali olisikin vähentynyt huomattavasti ja saturaatiopiste siirtynyt paljon lähemmäksi kosteuspitoisuutta aiheuttaen siten korkeamman riskin vapaan veden muodostumiselle.

Mitä tapahtuisi, jos yhden vuoden jälkeen saturaatiopiste olisi laskenut edelleenkin 1500 ppm-yksikköön öljyn vanhenemisesta johtuen?

Tässä ei ole enää marginaalia saturaatiolle, koska kosteuspitoisuus on nyt suurempi kuin saturaatiopiste. Kuten aiemminkin 2000 ppm:n kosteuspitoisuus todettaisiin siitä huolimatta, että saturaatiopiste on nyt laskenut 1500 ppm:ään **muodostaen 500 ppm-yksikköä vapaata vettä**.

Ylhäällä mainitut ongelmat voidaan välttää, jos mitataan veden aktiivisuutta eikä ppm-yksiköitä.



Vanha saturaatiopiste
Vapaa vesi
Uusi saturaatiopiste

Mikä on veden aktiivisuus (a_w)?

Veden aktiivisuudella tarkoitetaan aineen vesimäärää suhteessa kokonaisvesimäärään, jonka aine pystyy sitomaan. Se määritellään näin:

$$a_w = p / p_0$$

Jolloin

- p = veden osapaine aineessa materiaalin yläpuolella
- p_0 = puhtaan veden saturoitunut höyrynpaine samassa lämpötilassa

Edellä mainitussa esimerkissä a_w muuttuu saturaatiopisteen funktiona (p_0 , nimittäjä). A_w muuttuu myös öljyssä varsinaisen kosteuspitoisuuden funktiona, ts. öljyyn tunkeutuu vettä tai sitä poistuu öljystä. Toisin sanoen a_w antaa aina tarkan marginaalin saturaatiopisteeseen.

Vaikka onkin mahdollista todeta a_w :n ja ppm:n korreloivan keskenään, oli kyseessä mikä tahansa öljy, niin tämän suhteen paikkansapitävyys tulee vähenemään dynaamisessa öljyjärjestelmässä (esim. voiteluöljyssä) sen elinkaaren aikana. Kuten jo aiemmin todettiin, neste muuttuu kemiallisten reaktioiden takia vanhetessaan koostumukseltaan, eikä tämä vaikuta ainoastaan saturaatiopisteeseen vaan myös sen suhteeseen veden aktiivisuuteen eli a_w :hen. Seuraavasta graafista voi todeta tämän ilmiön.

Tämä kaaviokuva vertaa uuden ja käytetyn öljyn eroja. Kyseessä on laivamoottorissa käytetyn öljyn testitulokset. Koska a_w :n ja ppm:n suhde muuttuu jatkuvasti vanhenemisilmion takia, on vaikeaa ylläpitää vakaata korrelaatiota koko öljyn elinkaaren aikana.

Nykyään markkinoilla on monia eri menetelmiä öljyn kosteuden mittaamiseen. Viimeisin in-line-mittausteknologia käyttää veden aktiivisuuden mittaamisessa kapasitiivista anturia, joka toimii absorptioperiaatteella.

Anturi on kondensaattori, jossa on pinta- ja pohjalektrodi ja välissä eristävää dielektristä materiaalia. Tämä dielektrinen materiaali absorboi ja desorboi vesimolekyylejä muuttaen dielektristä vakiota ja siten anturin kapasitanssia. Veden imeytyminen on verrannollinen veden aktiivisuuden nesteessä. Tämäntyyppisen teknologian eduiksi voidaan laskea suora in-line-asennus, erittäin nopea vasteaika sekä hyvä kemiallinen kestävyys hyvin monille nesteille.

Tämä in-line-teknologia sopii erinomaisesti suuriin öljy- tai hydraulikkajärjestelmiin, kuten esimerkiksi paperikoneiden voiteluun, turbiinikäyttöön sekä öljyn talteenottojärjestelmien valmistajille. Monet teollisuuslaitokset käyttävät nykyään ennakoivia huolto-ohjelmia, jotka on suunniteltu estämään koneiden seisokkiaikoja sekä pidentämään laitteiston ikää. Näin ollen jatkuva in-line-kosteusmittaus on olennainen osa nesteiden hallintasuunnitelmaa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että nesteiden kosteuspitaisuuksia ilmaiseva mittausyksikkö on perinteisesti ollut ppm, mutta a_w :n mittaaminen antaa kyllä paljon täydellisemmän kuvan nesteen tilanteesta:

1. Riippumatta nesteen saturaatiopisteestä a_w -mittauksella saadaan aina tarkka indikaatio vapaan veden muodostumisriskistä.

2. Vaikka saturaatiopiste nousisi tai laskisi jostakin syystä (esim. lämpötila, vanheneminen, fyysisten ominaisuuksien muutokset), niin a_w kertoo koko ajan marginaalin saturaatiopisteeseen.

3. A_w on riippumaton nesteestä, jota mitataan. Koska a_w soveltuu kaikille nesteille ja kiinteille aineille, sitä voidaan käyttää universaalisti kaikille aineille riippumatta niiden kemiallisesta koostumuksesta tai fyysisistä ominaisuuksista.

SHELL ARGINA X40

