

Öljyn kosteuden mittaaminen teollisuuden laadunvalvonnassa

Resurssien suojaaminen reaaliaikaisella olosuhdemittauksella

Teollisuuslaitoksessa moni asia voi vikaantua – laakeriviat, liikkuvien mekaanisten osien kuluminen, kitkan aiheuttamat lämpövauriot, vaahtoaminen, lietteen muodostus, metallin syöpyminen tai lisäaineen loppuminen. Kaikki edellä mainitut aiheutuvat voiteluöljyssä olevasta vedestä. Juurisyyän analysointi on välttämätöntä toiminnan pitämiseksi vakaana missä tahansa laitoksessa, mutta myös ennakoivat toimenpiteet ovat ensiarvoisen tärkeitä. Prosessien tehostamisessa keskeistä on viat ja niiden syiden ymmärtäminen sekä toimet niiden välttämiseksi.

Tässä asiantuntijaselvityksessä keskitytään kolmeen teollisen voitelun tyyppiin, joiden huoltotoiminnoissa käytetään usein kosteusmittauksia: voiteluöljyn, hydraulinesteen ja öljyn kosteudenpoiston prosesseihin ja laitteisiin. Näiden oikealla käytöllä voidaan vähentää häiriöitä ja käyttökatkoksia. Selvityksessä käsitellään myös voiteluöljysovellusten vesikontaminaatioon liittyviä haasteita ja riskejä. Tämän jälkeen käsitellään mittausta, jonka avulla öljyn kosteutta analysoidaan, sekä käytettäviä mittalaitteita ja teknologiaa.

Teollisuusöljyt

Yleisimmistä teollisuudessa käytetyistä öljyistä voiteluöljy muodostaa suurimman segmentin. Sillä on keskeinen merkitys koneiden toiminnan ja luotettavuuden kannalta. Vesikontaminaatiolle



Voiteluöljyllä on merkittävä rooli kriittisissä koneistoissa.

altteimpiin sovelluksiin lukeutuvat seuraavat:

- Massa- ja paperiteollisuus
- Merenkulku
- Vesivoimalat
- Turbiinien käyttö
- Prosessiteollisuus
- Vaihteistoöljy

Nesteen kontaminaatiota pidetään yhtenä hydraulijärjestelmien vikojen pääsyyistä. Toki on myös hydraulijärjestelmiä, joissa vettä käytetään nesteessä suunnitellusti, ja vesipitoista öljyä käytävillä järjestelmissä on useita käyttötarkeituuksia. Suurimassa osassa hydraulijärjestelmiä käytetään riittävät voiteluominaisuudet tarjoavaa hydraulineestettä, joka ei ole altis lämpötilan vaihteluille. Vaihteistoöljyn voi luokitella

vaihteistotyyppin mukaan joko hydraulineesteeksi tai voiteluaineeksi.

Vesikontaminaatio

Kosteus on tunnettu kontaminantti monenlaisissa sovelluksissa, mutta teollisuusöljyssä kosteus voi olla erityisen vahingollista. Öljyn suorituskykyyn vaikuttamisen lisäksi vesi heikentää lisäaineita ja kalvon lujuutta, mikä aiheuttaa mekaanisen kulumisen ja korroosion riskin. Kosteutta poistetaan öljystä esimerkiksi huohottimien avulla.

Jos ennakoivat toimet eivät ole riittävät, öljyn vesipitoisuus voi saavuttaa kylläntymispisteen, jolloin muodostuu vapaata vettä. Vapaan veden muodostus luo olosuhteet, jotka voivat

Mitä on öljyn kosteudenpoisto?

Vesi on yksi haitallisimmista kontaminanteista voiteluaineissa. Öljyn kosteudenpoisto on teollisuusöljyjen ja -voiteluaineiden puhdistusmenetelmä, jossa poistetaan kaikki kosteus suodatuksen, lämpötilan hallinnan, ilman irrotuksen ja tyhjiökäsittelyn avulla. Tuloksena on puhdas öljy, jonka kosteus on alhainen ja jossa ei ole myöskään ilmajäämiä. Menetelmän valinnassa on otettava huomioon kunkin menetelmän hyvät ja huonot puolet. Väliainesuodatus on yleinen ja tehokas menetelmä, mutta sillä on kiinteä kapasiteetti ja käyttöikä ja käyttö vaatii paljon työtä. Kosteudenpoisto tyhjiömenetelmällä on erittäin tehokasta, mutta voi olla kallista. Siirrettävä kosteudenpoistojärjestelmä voi olla kustannustehokkaampi.



Tyhjiökosteudenpoistaja

Kuinka kauan öljyn tulisi kestää?

Vastaus riippuu käyttöolosuhteista ja öljyn absorboimasta kontaminaatiosta. Valvonnan avulla loppukäyttäjät voivat pysyä ajan tasalla öljyn koostumuksesta.

vahingoittaa prosessilaitteistoa. Se estää yhtenäisen öljykerroksen muodostumisen metallipintoihin, jolloin voiteluteho heikkenee ja laitteiden kuluminen ja syöpyminen lisääntyy. Se pilaa liukenevat lisäaineet, kuten kulumisenestön (AW) ja suurpaineen (EP) lisäaineet.

FVapaa vesi voi myös lisätä alipaineessa esiintyvää kavitaatoriskiä.

Hydrolyysi voi kiihtyä kylläntymispisteessä, mikä lisää happamuutta ja aiheuttaa korroosiota vahingoittaen sekä öljyä että öljyn suojaamaa laitteistoa. Vastaavasti hapettuminen johtaa samanlaisiin happamiin olosuhteisiin.

Sekä liuennut että vapaa vesi aiheuttaa vetyaurastumista, mistä on seurauksena metallin halkeilua, kun vetyatomit vapautuvat vedestä paineessa. Vapaa vesi tarjoaa myös kasvualustan mikrobeille, jolloin ne voivat muodostaa limaa tai kasvustoja, jotka tukkivat helposti suodattimet ja venttiilit. Mikro-organismit, sienet ja bakteerit voivat myös pahentaa korroosio-ongelmaa, koska ne voivat tuottaa rikkihappoa. On myös lukuisia tuttuja vesikontaminaation lähteitä. Paineesu, tiivistevauriot, vettä siirtävät pumpit ja vesijäähdytys myötävaikuttavat kaikki vesikontaminaatioon. Tällä on merkitystä erityisesti sovelluksissa, joissa kontaminaation seuraukset ovat merkittävät, kuten turbiineissa, merimoottoreissa ja paperitehtaissa.

Lähes jokaisella nesteellä on kyky pitää sisällään tiettyä määrää liuennutta vettä, ja prosessin hyväksyttävät vesipitoisuudet määräytyvät sovelluksen ja öljyn tyyppin mukaan. Suurinta mahdollista liuennutta vesimäärää kutsutaan kylläntymispisteeksi. Kun neste on saavuttanut kylläntymispisteensä, sen jälkeen lisätty vesi erottuu vapaaksi vedeksi. Koska useimmat öljyt ovat vähemmän tiheitä kuin vesi, vapaa vesi asettuu öljyn alapuolelle. Öljyn kylläntymispiste riippuu perusaineen koostumuksesta (mineraaliöljy vai synteettinen öljy) sekä öljyssä olevista lisäaineista, emulsioaineista ja antioksidanteista. Kylläntymispiste riippuu myös öljyn käyttöikästä sekä sen reagoinnista lämpötilan vaihteluun

ja sivutuotteiden aiheuttamien kemiallisen koostumuksen muutoksiin.

Mittaus ja analysointi

Huollon ja ennaltaehkäisyn kannalta on tärkeää tietää, kuinka paljon vettä voi olla, ennen kuin se alkaa aiheuttaa ongelmia. Lämpötilan kasvaessa öljy voi pitää sisällään suurempaa määrää vesimolekyylejä. Ilmiö on siis samankaltainen kuin ilman suhteellisella kosteudella. Ilmiö liittyy suoraan yksittäisten molekyylien energiaan, joka sallii niiden liikkua vapaammin ja itsenäisemmin. Tämä voi aiheuttaa erityisiä haasteita öljyn kosteuden hallinnalle, koska käyttölämpötilat ovat aina korkeampia kuin lepolämpötilat. Vesikontaminaatio voi absorboitua erottumatta käytön aikana mutta erottua sitten muodostaen vapaata vettä, kun koneet pysähtyvät ja lämpötila laskee.

Nykyään öljyyn liuenneen veden määrää kuvataan kolmella suureella: ppm-arvo (osaa miljoonasta), veden aktiivisuus ja suhteellisen saturaation prosentti.

Ppm-arvo on absoluuttinen kosteusparametri, joka kuvaa veden ja öljyn välistä tilavuus- tai massasuhdetta.

Tilavuuden mukaan: 1 ppm vettä = 1 litra vettä / 1 000 000 litraa öljyä

**Massan mukaan:
1 ppm (massa) vettä =
1 kg vettä / 1 000 000 kg öljyä**

Mittaamalla öljyssä olevan veden ppm-arvoa voidaan määrittää veden absoluuttinen määrä. Ppm-mittaukseen liittyy kuitenkin

yksi merkittävä rajoitus. Se ei ota huomioon öljyn kylläntymispisteen vaihtelua. Dynaamisessa öljyjärjestelmässä, jossa on muuttuva kylläntymispiste, ppm-mittaus ei anna mitään indikaatiota siitä, miten lähellä öljyn kylläntymispiste on. Tällä on merkitystä erityisesti, kun vesipitoisuus on lähellä kylläntymispistettä ja on olemassa vapaan veden muodostumisen riski.

Veden aktiivisuus kuvaa veden määrää aineessa suhteessa veden määrään, jonka kyseinen aine pystyy pitämään sisällään. Tämä arvo on verrattavissa ilman suhteelliseen kosteuteen; ilmassa voi olla vain tietty määrä kosteutta, ennen kuin kosteus alkaa muodostaa sumua tai sadetta.

Mittaamalla veden aktiivisuutta öljyssä voidaan arvioida vapaan veden muodostuksen riskiä ja vähentää näin merkittävästi kulumista ja korroosiota. Suhteellisella asteikolla 0:sta (ei vettä öljyssä) 1:een (öljy on kylläntynyt vedellä) ilmaistava veden aktiivisuuden arvo antaa luotettavan tiedon siitä, kuinka lähellä kylläntymispiste on.

Veden aktiivisuuden mittaus on myös riippumaton öljyn tyypistä. Mittaus pysyy verrannollisena veden kylläntymispisteeseen kussakin yksittäisessä öljyssä, ja lukema ilmaisee aina todellisen tilanteen kyseisellä hetkellä.

Suhteellisen saturaation prosentti johdetaan samoista tiedoista kuin veden aktiivisuus, mutta se ilmaistaan prosenttiarvona 0-100 %. Arvo on helposti ymmärrettävissä yhdellä vilkaisulla, ja muutoksia on helppo seurata.



Asennusvinkkejä: Anturit kannattaa asentaa sijaintiin, joka antaa edustavan mittau tuloksen koko öljyjärjestelmästä. Tällainen voi olla esimerkiksi suuren virtausnopeuden syöttölinja tai paluulinja säiliöön. Anturi voi lukea vain sellaista, jonka kanssa se on kosketuksissa, joten vältä sijainteja, joissa virtaus on heikko, kuten säiliön pohja tai umpinainen tyhjennysputken pää. Vaikka öljyyn liuennut vesi tasaantuu koko järjestelmään ajan myötä, mittaus virtaavasta öljystä tuottaa nopeimman vasteajan.

Veden aktiivisuuden mittauksen voi tehdä prosessilinjalta. Mittaus linjalta antaa reaaliaikaisia tietoja, joiden perusteella voi tehdä nopeita korjaustoimia.

Muuttuva teknologia

Öljyn valvonnan perinteiseen, yhä käytössä olevaan menetelmään kuuluu näytteenotto ja laboratorio-analyysi. Mikään muu menetelmä ei tarjoa kattavampaa testijoukkoa, jolla voi määrittää öljyn kokonais-

Mikä on hydrolyysi?

Hydrolyysi on kemiallinen reaktio, jossa vesimolekyylit rikkovat kemiallisia sidoksia yhdisteissä, kuten teollisessa voitelussa käytetyissä perusöljyissä.

laadun ja kemiallisen koostumuksen. Analysointi suoritetaan yleisimmin Karl Fisher titrauksilla, joissa lisätään kolorimetrisiä reaktioita tuottavia reagenssikemikaaleja. Tämän voi tehdä pienilläkin näytetilavuuksilla ja suurelle määrälle eri kemikaaleja näytteessä. Tähän menetelmään liittyy tiettyjä rajoituksia ja haasteita erityisesti mitattaessa vesipitoisuutta. Näytteiden keruu ja analysointi voi olla aikaa vievä prosessi, ja keruumenetelmät voivat altistaa näytteet ympäröivälle ilmalle tai muille kontaminaation lähteille. Lisäksi vesipitoisuus esitetään vain ppm-kokonaisarvona. Tämä ei ota huomioon veden muotoa, öljyn lämpötilaa tai kylläntymispistettä. Prosessia ei voi hallita reaaliaikaisesti, ja veden aiheuttamien vikojen ennakoiti voi olla hankalaa.

Veden aktiivisuuden mittausta suoraan linjasta sitä vastoin auttaa varmistamaan laitteiston jatkuvan luotettavan toiminnan. Tämä menetelmä sekä vähentää ihmisten virheiden riskiä että tuo kustannussäästöjä

työvoimassa, laitteissa ja kemikaaleissa. Uusin veden aktiivisuuden linjamittausteknologia käyttää kapasitiivista anturia, joka toimii absorptioperiaatteella.

Hyviä sovelluskohteita tälle linjamittausteknologialle ovat suuret öljy- tai hydraulijärjestelmät, kuten paperikoneiden voitelu, turbiinit tai öljyn uudelleenkäyttöjärjestelmät. Mittalaitteet voi kytkeä ohjauksjärjestelmiin, jotka tuottavat hälytyksiä ja sammuttavat laitteiston sen altistuessa riskeille.

Uusimmassa teknologiassa käytetään hygroskooppista polymeerimateriaalia, joka on asetettu kerrokseksi kahden elektrodin välille lasialustalla. Vesimolekyylit kulkevat huokoisen ylemmän elektrodin läpi ja vuorovaikuttavat polymeerin kanssa. Nämä vesimolekyylit muuttavat sitten polymeerin kapasitanssia, jota kaksi elektrodia mittaavat. Veden absorptio on verrannollinen veden aktiivisuuteen öljyssä, kun molekyylit

absorboituvat polymeeriin ja desorboituvat siitä hakien tasapainoa. Ylempi elektrodi päästää läpi vain vesimolekyylejä, joten mittalaitteen kemikaalien kesto on erinomainen ja sitä voi käyttää monenlaisissa nesteissä.

Yhteenveto

Kattavaan voitelun ja nesteiden hallinnan ohjelmaan kuuluu kontaminaation hallinta, valvonta, analyysi ja huolto. Tarkka mittaus ja hallinta vaatii laadukkaat, luotettavat ja tarkat anturit. Tuloksena on tehokkuus, joka näkyy suoraan liiketoiminnan tuloksessa. Aktiivisen ja tarkan valvonnan käyttöönotto voi auttaa tunnistamaan vesikontaminaation lähteet ja vähentää analysointiohjelman taakkaa. Tämän ansiosta ennakoiva huolto voi tuoda merkittäviä kustannussäästöjä pidentämällä laitteiden käyttöikää ja minimoimalla odottamattomat käyttökatkokset.

Lisätietoja Vaisalasta

Vaisala aloitti toimintansa yli 80 vuotta sitten kehittämällä radiosondin sääolosuhteiden seuranta varten. Vastatakseen meteorologisten havaintojen haasteisiin Vaisala kehitti sitten maailman ensimmäisen kapasitiivisen ohutkalvopolymeerianturin kosteusmittausta varten. HUMICAP-kosteusantureitamme ovat käyttäneet merkittävät instituutiot ympäri maailman ja sen ulkopuolellakin, sillä NASA on valinnut ne Marsissa toimiviin Curiosity- ja Perseverance-mönkijöihin. Tästä teknologiasta on tullut alan standardi, ja sen ansiosta Vaisala on pystynyt toimittamaan mittalaitteet monenlaisiin teollisuussovelluksiin. Nämä anturit ovat palvelleet monia toimijoita hydraulikka-, voitelu- ja energia-alalla. Vaisala kehittää edelleen markkinoiden johtavia teknologioita kosteuden ja kaasujen - mukaan lukien biokaasu ja höyrystynyt vetyperoksidi - mittauksessa ja auttaa teollisuuslaitoksia toimimaan turvallisemmin ja luotettavammin.

Lisätietoja kosteudesta teollisuusöljyssä saat katsomalla webinaaritallenteemme "Oil Moisture Measurement for Industrial Quality Control" (Öljyn kosteuden mittausta teollisuuden laadunvalvontaa varten).

VAISALA

Ota meihin yhteyttä osoitteessa
www.vaisala.fi/contactus



Skannaamalla koodin saat lisätietoja aiheesta

Ref. B212201FI-A ©Vaisala 2020

Tämä materiaali on tekijänoikeussuojan alainen, ja Vaisala sekä sen yksittäiset yhteistyökumppanit pidättävät kaikki tekijänoikeudet siihen. Kaikki oikeudet pidätetään. Logot ja/tai tuotenimet ovat Vaisalan tai sen yksittäisten kumppanien tavaramerkkejä. Tässä esitteessä olevien tietojen kaiken muotoinen kopiointi, siirto, jakelu tai tallentaminen ilman Vaisalalta saatua kirjallista lupaa on ehdottomasti kielletty. Kaikkia tietoja – myös teknisiä – voidaan muuttaa ilman erillistä ilmoitusta.

www.vaisala.fi