Millainen on hyvä öljyanalyysi?

Mika Vesala
Colly Company Oy
Fluidlab Oy

Liisa Lindström
Colly Company Oy

Petra Lindén
Fluidlab Oy

Hyvä öljyanalyysi antaa vastauksia kysymyksiin. Se on monipuolista ja käyttökelpoista tietoa välittävä tehokas työkalu, jota tuotanto-, kunnossapito- ja laadunvalvontaosasto voivat hyödyntää helposti, nopeasti ja edullisesti. Yrityksen johdon kannalta hyvä öljyanalyysi säästää rahaa. Sen avulla vähennetään yllättäviä ja ennenaikaisia tuotannon pysäytyksiä ja alennetaan kunnossapitokustannuksia.

Öljyanalyysiä voidaan hyödyntää koneen koko elinkaaren ajan alkaen yksittäisen komponentin valmistuksesta päättyen koneen vaurioitumissyyselvitykseen. Valmistettavista komponenteista, kuten sylintereistä, voidaan tutkia toimituspuhtaus tai saada tietoa komponentin koeajon aikaisista tapahtumista. Öljyanalyysillä saadaan dokumentoitua tietoa koneen kuljetusajan olosuhteista, kuten vaikkapa merikuljetuksen aikaisista korroosiotekijöistä, kokoamis- ja huuhteluvaiheen puhtaustasoista, järjestelmään lisätyn öljyn laadusta ja puhtaudesta sekä takuuajan käyttöolosuhteista, kuten puhtaustasoista. Myöhemmässä vaiheessa öljystä voidaan havaita käytönaikaisia seurauksia, kuten jäähdyttimen vuodot ja komponenttien erityyppinen kuluminen. Öljyanalyysillä maksimoidaan turvallisesti öljynvaihtoväli eli ei vaihdeta kallista öljyjä vain varmuuden vuoksi ilman syytä. Analyyseillä voidaan selvittää, vaatiiko järjestelmä lisäsuodatusta, selvitetään suodattimen ennenaikaisen tukkeutumisen syy ja sen avulla saadaan aikaa valmistautua hallittuihin korjaustoimenpiteisiin. Öljyn erilaisia analyysejä voidaan parhaimmillaan hyödyntää lukuisilla eri tavoilla.

Mistä hyvä öljyanalyysi rakentuu?

Hyvä öljyanalyysi rakentuu kolmen tai jopa neljän tukijalan varaan. Öljyanalyysin pitäisi ensinnäkin antaa vastaus, onko öljy käyttökelpoista ja milloin se pitää vaihtaa. Toiseksi öljyn puhtaus pitäisi saada selville, sillä epäpuhtaudet aiheuttavat aina lisäkustannuksia ja ovat kuin rutto öljyssä, aina haitallisia järjestelmän toiminnalle ja kestävyydelle. Kolmanneksi hyvä öljyanalyysi antaa tietoa koneen kunnosta ja kulumistasosta. Koneen kunto onkin usein kunnossapidolle se kaikkein kiinnostavin ja etsityin tieto, mutta usein juuri se jää liian vähälle huomiolle suppeissa ja hätäisissä liukuhihna-analyyseissä. Jos halutaan olla oikein perusteellisia tai on selkeä epäilys, voidaan tutkia myös öljyn kaasufraktioita, joilla saadaan viitteitä järjestelmässä tapahtuvista ei-toivotuista ilmiöistä kuten esimerkiksi mikrodieselöinnistä, kavitaation aiheuttamista kuumista pisteistä (hot spot) ja kipinäpurkauksista (ESD).

Kaikki tiet vievät kulumiseen

Pelkistettynä öljyanalyysillä on vain yksi tarkoitus: sen tuloksilla pyritään hillitsemään ja hallitsemaan koneen kulumista sen elinkaaren aikana. Jos öljyn fysikaalinen kunto on huono, esimerkiksi viskositeetti liian alhainen, koneen kuluminen nopeutuu. Jos öljyn kemiallinen kunto on huono, esimerkiksi jos se sisältää happoja, nopeuttaa se koneen kulumista. Jos öljy on likainen, kone kuluu ja jos kone on kulunut, se johtaa lisääntyneeseen koneen kulumiseen. Jos järjestelmän sisäisissä olosuhteissa tapahtuu ei-toivottuja ilmiöitä, kuten esimerkiksi hot spotit ja kipinäpurkaukset, johtavat nekin joko välittömästi koneen kulumiseen tai välillisesti öljyn laadun heikkenemisen jälkeen koneen kulumiseen.

Lisätietoa öljyn kulumishiukkasista löytyy osoitteesta:
http://www.colly.fi/suodatinuutiset/SuodatinUutiset_307.pdf

Tutustu myös aiempaan Fluid Finland -artikkeliin:
http://www.fluidfinland.net/Sisallys/Hydrauliikka/colly-2.pdf

Taulukko 1. Öljyanalyysit tutkittavan osa-alueen mukaan ja esimerkkejä analyyseistä.

Öljyn kuntoanalyysit	**Järjestelmän kuntoanalyysit**
fysikaaliset: -ulkonäkö -väri -tiheys -viskositeetti -liukenemattomat ainekset -suodatettavuus -vaahtoaminen -ilman erotuskyky -veden erotuskyky ***kemialliset:*** -neutralointiluku -hapettuminen -lisäaineet	-kulumismetallit mikroskooppianalyysi (>5 µm) ICP (< 5µm) -röntgenfluoresenssispektroskopia -PQ-indeksi -ferrografia -elektronimikroskopia
Puhtausanalyysit	**Järjestelmän olosuhdeanalyysit**
-membraanisuodatus-mikroskopointi -hiukkaslaskenta hiukkaskokojakauma puhtausluokitus -vesipitoisuus -gravimetrinen puhtausanalyysi	-kaasukromatografia

Tieto on öljyssä

Tieto on öljyssä, mutta miten sen saa kaivettua sieltä esille? Suppeahkolla öljyanalyysillä saadaan usein välttävästi tai tyydyttävästi öljyn käyttökunto selville, mutta koneen kuluminen ja puhtaus ovat vähintään yhtä tärkeitä tutkimuskohteita. Niitä ei välttämättä perusanalyysillä saadakaan riittävän tarkasti selville. Yksinkertaisiakaan erikoisanalyysejä ei käytetä riittävästi tai parhaimmalla mahdollisella tavalla hyväksi.

Perusöljyanalyysit vaativat rinnalleen toisinaan tarkentavia ja varmistavia analyysimenetelmiä. Otetaan esimerkiksi synteettinen öljy, jonka ei uskota tuottavan sakkaa. Näin asia usein onkin verrattuna mineraaliöljyyn ja sen lyhyempään käyttöikään, mutta tarkastellaan tilannetta käytännön kannalta.

Hapettumisen tutkimiseen käytetään tavallisesti perusanalyysiä kuten IR-spektrometriaa. IR-spektri ei välttämättä osoita mitään hapettumisen merkkejä, mutta membraanisuodatuksessa havaitut liukenemattomat, submikroniset hartsimaiset ainekset ja ultrasentrifugoinnissa syntyvät jäämät osoittavat lahjomattomasti, että öljy on ollut kovilla ja öljyn sisäinen epäpuhtauksien pidätyskyky liuenneessa muodossa on saavuttanut rajansa. Tämän rajan jälkeen synteettinen öljy voi tuottaa runsaasti sakkaa lyhyessäkin ajassa. Sakan muodostuminen voi olla jopa pahempaa kuin mineraaliöljyllä. Kun synteettisessä öljyssä havaitaan ikääntymisen merkkejä, muutokset voivat olla nopeita ja siksi näytteenottofrekvenssiä on tihennettävä, jos öljyä ei haluta vaihtaa heti oireiden ilmaannuttua.

Absoluuttisen viskositeetin mittaus käytetyistä öljyistä voi olla tietyille öljyille parempi analyysi kuin ”yleisempi viskositeetti” eli kinemaattisen viskositeetin mittaus. Vanha, mutta osuva vertaus kuvastaa viskositeettimittausten eroja: sekoita lusikalla purkissa olevaa hunajaa ja sen jälkeen samalla tavalla majoneesia. Havaitset helposti, että hunaja on todellisuudessa jäykempää kuin majoneesi (=absoluuttisen viskositeetin mittaus). Tämän jälkeen kaada purkit pöydälle, niin havaitset hunajan valuvan hieman helpommin ulos purkista kuin majoneesin (=kinemaattisen viskositeetin mittaus). Kinemaattisen viskositeettimittauksen mukaan majoneesi olisikin ”jäykempää”. Joskus tärkeämpää kuin täysin oikean tuloksen saaminen onkin mitata käytettyjä öljyjä aina samalla menetelmällä, jotta havaitaan selkeä trendi, mihin suuntaan öljyn ominaisuudet ovat menossa.

Epäpuhtauksien monitorointi

Puhtausanalyysin tärkeimpiä laitteita kenttämittauksissa ovat hiukkaslaskimet, mutta laboratorioanalyyseissä ei kannata puhtausanalyysissä tyytyä pelkkään hiukkaslaskinajoon, vaan varmistaa tulos myös mikroskooppianalyysillä, jolla samalla selvitetään, mitä järjestelmässä oleva epäpuhtaus on laadullisesti. Vesi on hiukkasten ohella toinen paha epäpuhtaus. Useat laboratoriot tyytyvät mittamaan kosteustason karkealla rätinätestillä kuumaa keittolevyä käyttäen. Paljas silmämääräinen tarkastelu on vieläkin epävarmempaa kuin rätinätesti. Sameutta kuivaan öljyyn voivat aiheuttaa esimerkiksi polymeerit ja parafiinit eli pelkkä visuaalinen tarkastelu ei anna oikeaa kuvaa öljyn kosteudesta. Käänteisesti: eräät öljyt eivät samennu, vaikka kosteutta olisi enemmänkin. Laboratoriokäytössä vesipitoisuuden tarkkaan mittaamiseen ainoa oikea menetelmä on Karl Fischer –titraus. Laitteen täytyy olla uunilla varustettu, sillä esimerkiksi hydrauliikkaöljyjen lisäaineiden aiheuttamat sivureaktiot aiheuttavat toisinaan reilusti yläkanttiin olevia tuloksia titraattoreilla, joissa ei ole uunia. Esimerkiksi todellinen 30 ppm vesipitoisuus voi olla uunittomassa titrauksessa jopa 250 ppm, jos öljyssä on vaikkapa kalsiumia lisäaineena.

Öljyn epäpuhtausalueet voidaan jakaa esimerkiksi seuraavalla tavalla:

1) Kiinteät epäpuhtaudet koon mukaan jaoteltuna: submikroniset epäpuhtaudet, välysten kokoiset haitalliset 1…5 µm epäpuhtaudet, 5...100 µm epäpuhtaudet, yli 100 µm kokoiset epäpuhtaudet ja maksimihiukkakoot
2) puolikiinteät epäpuhtaudet
3) pehmeät ja/tai liuenneet epäpuhtaudet.

Nämä kaikki epäpuhtaustyypit ja –kokoluokat olisi syytä vähintään monitoroida öljystä, ellei ole resursseja tutkia niitä

tarkemmin esimerkiksi kevyellä XRF:llä eli röntgenfluoresenssispektroskooppilla, joka on lähitulevaisuudessa haastamassa vanhoja laboratoriomenetelmiä. Ei tarvitse olla ennustaja povatessaan XRF:n suosion nousua jopa kunnossapidon saralla kenttälaitteiden todella helpon käytettävyyden ja hintojen laskun takia.

Kulumametallien skannaus

Kuten puhtausanalyysissä, myöskin kulumametallit pitäisi skannata öljystä läpi eri kokojen määritykseen sopivimmilla analyyseillä. Kulumametalleista voidaan saada tietoa liuenneessa ja lähes liuenneessa muodossa olevista, submikronikokoisista, välyksen kokoisista aina voimakkaan ja epätavallisen kulumisen aiheuttamiin isoihin hiukkaskokoihin ja maksimihiukkaskokoon asti.

Kaksi yleisintä kulumametallianalyysiä ovat perusöljyanalytiikassa ICP eli induktiivisesti kytketty plasmaspektrometri ja PQ-indeksi, jolla havaitaan ferromagneettiset metallihiukkaset. Näiden väliin jää usein kaikkein informatiivisin alue eli 2...50 µm kokoiset hiukkaset, kiihtyvästä ja voimakkaasta sekä epätavallisesta kulumisesta syntyneet hiukkaset, joiden havainnointiin tribomonitorointi mikroskoopilla, ferrografia tai XRF ovat oivia keinoja. Jos öljyanalyysi pohjautuu vain ICP:n käyttöön, hydrauliikka- ja kiertovoitelukohteissa jää todella usein kiihtynyt kuluminen havaitsematta, sillä ICP:llä ei päästä kiinni kuin erittäin pienikokoisiin < 1...3 µm kulumametallihiukkasiin ”tehon” loppuessa kesken.

Kaasujen tutkiminen

Järjestelmän olosuhdeanalyysi on harvemmin esiin tuotu analyysiryhmä. Muun muassa kaasukromatografilla voidaan saada selville, mikä aiheuttaa öljyn ennenaikaisen tummumisen, mikrohiilettymisen, lietemäisten tai lakkamaisten yhdisteiden muodostumisen. Öljyssä olevien ilmakuplien luhistumiset, pistemäiset itsesyttymiset ja staattisen sähkön purkaukset synnyttävät palamistuotteita ja kaasuja öljyyn. Erilaisia kaasuja muodostuu eri lämpötiloissa ja tämän perusteella voidaan saada selville, kuinka korkeita, vaikeasti mitattavia pistemäisiä lämpötiloja järjestelmässä on esiintynyt. Mikrodieselöinti, pistemäiset itsesyttymiset, synnyttävät sekunnin murto-osia kestäviä kuumia pisteitä, jotka voivat olla jopa yli +1000 ºC. Staattisen sähkön nanosekunteja kestävät purkaukset voivat olla lämpötilaltaan kuumempia kuin auringon pinta eli jopa yli +10 000 ºC. Jos öljystä halutaan tutkia kaasuja, on näyte otettava tiiviskorkkiseen lasipulloon ja tutkimus tehtävä muutaman päivän kuluessa.

Tärkein analyysi puuttuu tavallisesti

Jos vain yhdellä analyysillä pitäisi tutkia käytettyä öljyä, niin yksimielisesti tärkeimmäksi analyysiksi on öljyn kunnonvalvonnassa nimetty membraanisuodatus-mikroskopointi ja toiseksi tärkeimmäksi viskositeetin mittaus. Näiden jälkeen muita yksittäisiä analyysejä ei voidakaan asettaa kiistattomaan tärkeysjärjestykseen.

Hiukkaslaskin on lähes välttämätön ja ensimmäiseksi hankittava laite öljyn kunnonvalvontaan, mutta membraanisuodatus-mikroskopointi on laboratoriossa ehdoton laskimen tulosten laadunvalvontaväline. Öljy voi olla kirkas, kuiva, ohut ja kaikin puolin moitteettomalta näyttävä, mutta laskimella saadut hiukkasmäärät voivat olla hyvin korkeat. Ilman mikroskopointia asia jää kalvamaan eli ei havaita, minkä takia laskin antaa korkean tuloksen. Ovatko syynä rasvat, suoja-aineet, polymeerit, kuten viskositeetti-indeksin parantajat, perusöljyyn liukenematon vaahdonestolisäaine, parafiinikiteet vai joku muu tekijä.

Membraanisuodatusta tehdessä saadaan hyödyllisiä havaintoja myös öljyn ulkonäöstä, väristä, vaahtoamisesta ja ilman erotuskyvystä. Tarkempaa tietoa saadaan öljyn suodatettavuudessa. Mikroskopointi membraanisuodattimen pinnalta antaa erittäin tärkeää informaatiota liukenemattomien hapettumistuotteiden määrästä, puolikiinteiden ja kiinteiden epäpuhtauksien määrästä ja niiden laadusta, maksimihiukkaskoosta, kulumametallien määrästä ja viitteitä niiden laadusta sekä järjestelmässä tapahtuvista kulumismekanismeista.

Holistinen tulosten tarkastelu

Tulosten tarkastelu olisi syytä suorittaa hyvin kokonaisvaltaisesti. Esimerkiksi viskositeetti voi öljyssä olla normaaleissa rajoissa, vaikka öljy on ”leikkautunut”, ja viskositeetti-indeksi on laskenut, sillä samaan aikaan hapettumisesta syntyneet polymerisoituneet ainekset ovat nostaneet viskositeettia. Myös pelkällä ICP:llä mitattu korkea silikapitoisuus saattaa johtaa harhaan ja helposti epäillään pölyn pääsyä järjestelmään, vaikka öljyn lisäaineena, järjestelmässä käytetyissä rasvoissa ja tiivistysaineissa tai jäähdytysaineena (vuodot) voi olla piitä sisältäviä ainesosia. Tällaisia esimerkkejä, jotka kuvaavat tulosten kokonaisvaltaisen analysoinnin tärkeyttä, on monia.

Kokonaisvaltaisilla öljyanalyyseillä tutkitaan yhä kasvavassa määrin maailman nopeimpia paperikoneita, kalleimpia risteilijöitä, läheisesti ihmisten turvallisuuteen liittyviä koneita, kuten helikoptereita ja muita lentäviä laitteita, mutta myös pienempiä koneja kuljetusyrittäjien laitteita sekä yksityisten ihmisten autojen ja veneiden moottoreiden ja vaihteiden kuntoa. Onkin hieman vääristynyt käsitys, että öljyanalyysi ei ole kannattavaa pienen öljytilavuuden omaaville koneille, vaan niille riittää pelkkä säännöllinen öljynvaihto. Tällä ajattelutavalla unohtuu, että *öljyanalyysi antaa juuri usein sen puuttuvan tiedon järjestelmän kunnosta ja kulumisesta sekä sen tulevaisuuden toiminnasta ja kunnossapitotarpeesta.*

Säästäminen väärässä paikassa on aina kallista

Öljyanalyysin tuloksia hyödyntämällä lisääntyy yrityksen tuottavuus, sillä ennakoimattomia, yllättäviä häiriöitä ja konerikkoja voidaan vähentää. Tuottavuuden kasvun ohella myös rahaa voidaan säästää merkittäviä summia, sillä analyysien tulosten perusteella turhat öljynvaihdot jäävät pois, kunnossapitotyöt voidaan suunnitella paremmin etukäteen, voidaan estää kalliiksi tuleva lisäkuluminen, kun tiedetään, mitkä järjestelmät vaativat puhdistusta hiukkasista ja kosteudesta. Kympin tai parin säästö väärässä kohdassa valittaessa riittämättömän suppea öljyanalyysi voi aiheuttaa kymmenien tai satojen tuhansien eurojen turhat kulut laiterikkojen muodossa. Tämä on aivan yhtä järjetön tapa ”säästää” kuin käyttää heikkolaatuisia suodattimia kalliissa koneissa. Vielä käsittämättömämpää on tinkiä kulumametalli- ja puhtausanalyysien tarkkuudesta, jos moottorin tai muun toimilaitteen toimintahäiriön sattuessa voivat vaarantua ihmishenget.

Öljyanalyysin toimittajaa valitessa kannattaa haasta tarjoajat. Katsoa kenellä on juuri omiin tarpeisiin sopivin paketti, mitä kukin pitää tärkeänä: palvelu, kokemus ja tieto, tulosten hyödynnettävyys eli kuinka paljon niistä ”saa irti”, nopeus sekä hinta suhteutettuna analyysin laatuun ja laajuuteen. Laboratorion on hyvä puhua myös ”samaa kieltä” kuin valmistava teollisuus tai kunnossapito eli toimia tulkkina insinööritieteiden ja kemian kohtaavalla rajapinnalla.

Analyysit pitäisi aina räätälöidä erilaisille järjestelmille. On luonnollista, ettei voitelu- tai hydrauliikkakohteen analyysipaketti sovellu parhaalla mahdollisella tavalla moottori-, kompressori- tai lämmönsiirtoöljyille. Myös rasvoille, lastuamisnesteille ja vastaaville voidaan tehdä hyödyllisiä analyysejä. Lähitulevaisuutta ovat myös kiinteät nanovoiteluaineet, joita ei pidä sekoittaa nykyään käytettäviin kiinteisiin voiteluaineisiin ja joiden analyysitarpeet ja –tavat ovat täysin toisenlaisia kuin perinteisillä voiteluaineilla.

Räätälöidyistä analyyseistä saa parhaiten tietoa keskustelemalla analyysipalveluita tarjoavan tahon kanssa. On turha tuhlata rahaa tarpeettomiin analyyseihin, kun voi helposti valita tutkittaviin kohteisiin kaikkein sopivimmat analyysit, jotka tuottavat käyttöön parhaiten hyödynnettäviä tuloksia.