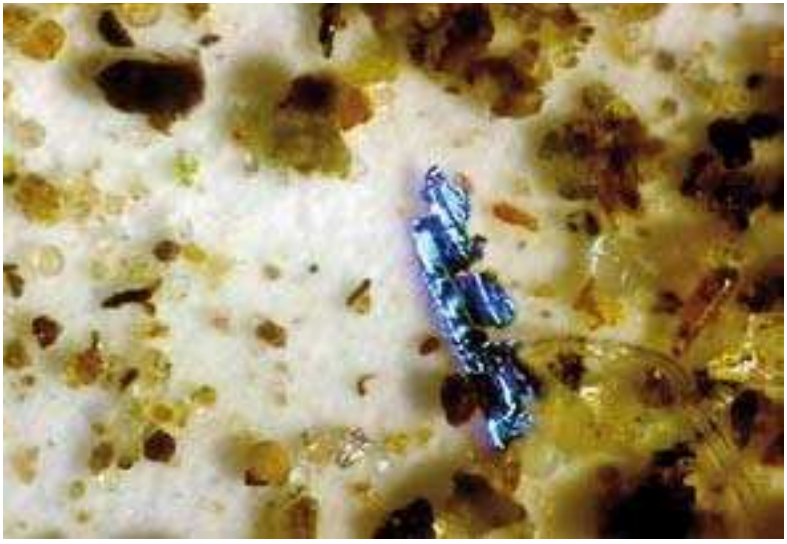
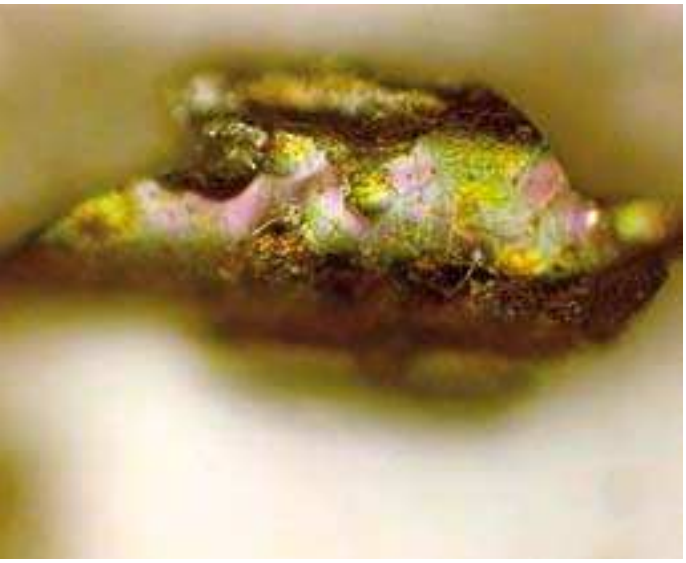


Vaurioanalyysissä etsitään johtolankoja myös hiukkasista.



Erityyppisiä öljyjä käytetään monenlaisissa koneissa ja järjestelmissä. Myös erilaisia analyysejä ja eri laajuisia analyysipaketteja on runsaasti tarjolla kunnossapidon työkaluiksi. Siksi ei olekaan mikään ihme, että kaikkein tarkoituksenmukaisimman analyysipaketin valinta tuottaa joskus vaikeuksia. Artikkelin tarkoituksena on helpottaa öljyanalyysipakettiin kuuluvien analyysien valintaa ja analyysipaketin laajuuden päättämistä: mitkä ja miten tehdyt analyysit soveltuvat parhaiten kullekin järjestelmälle.

Öljyanalyysipaketin valinta

Mika Vesala
Fluidlab Oy
mika@fluidlab.fi

Timo Nousiainen
Oy Colly Company Ab
timo.nousiainen@colly.fi

Analyysipaketin on oltava riittävän laaja, jotta tuloksista saadaan käyttökelpoista ja selkeää tietoa päätöksentekoon, mutta samalla toimitaan kustannustehokkaasti välttäen turhia analyysejä. Öljyanalyysi on oikein käytettynä tehokas ja edullinen ennakoivan ja mittaavan kunnossapidon työkalu sekä myös vika- että vaurioanalyyseissä käytetty menetelmä, mutta sen pitäisi olla myös yhä enemmän yrityksen johtoa kiinnostava riskien hallintamenetelmä ja merkittäviä säästöjä tuova instrumentti, unohtamatta nykyisin niin muodikasta, muttei suinkaan turhaa ympäristöaspektia. Öljyanalyyseistä saatavilla tuloksilla voidaan vähentää yrityksen öljyn käyttöä usein hyvinkin merkittävästi. Minkälaisilla analyyseillä sitten päästään parhaaseen lopputulokseen yrityksen kannalta, jotta tuotantovarmuus, koneiden käyttöikä ja työntekijöiden turvallisuus voidaan maksimoida ja ympäristökuormitus sekä turhat öljynvaihdot voidaan minimoida?

Oikea analyysipaketti

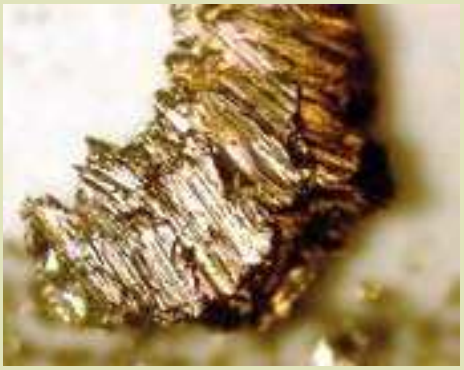
Analyysipaketin laajuutta päätettäessä kannattaa pitää mielessä, että oikein valittu öljyanalyysi antaa mahdollisimman tarkan vastauksen kolmeen tärkeään kysymykseen:

1. Onko öljy käyttökunnossa?
2. Onko öljy riittävän puhdasta?
3. Onko järjestelmässä epänormaalia kulumista?

Öljyanalyysejä on tämän jaottelun mukaan siis kolmenlaisia:

kulumametalli 1

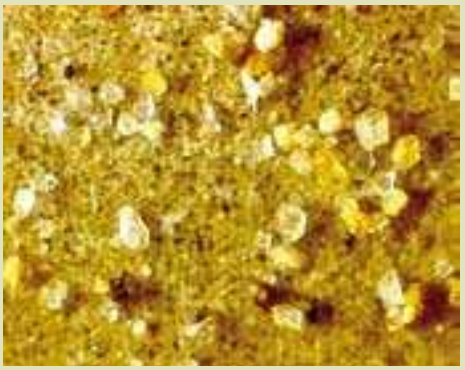
kulumametalli 2



kulumatalli 3

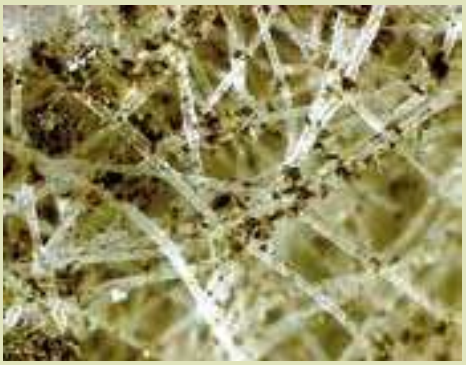
Erilaisten kulumamekanismien aiheuttamia metallihiukkasia

Grafiitin ja metallin erottaminen voi olla vaikeaa. Kuvassa grafiittihiukkanen.



Moottoriöljyssä oleva hiekka kuluttaa moottoria nopeasti.

Hapettuminen ja eri öljylaatujen sekoittuminen tuottavat sakkaa, joka voi heikentää öljyn voitelukykyä



Suodatinanalyysillä nähdään menneisyyteen: suodattimeen jää öljystä, ympäristöstä ja koneen pinnoista irronneita epäpuhtauksia.

Lämpöstressaantunut öljy tuottaa koksimaisia hiiliyhdisteitä, jotka heikentävät voitelukykyä.

- öljyn kuntoanalyysejä, jotka mittaavat öljyn fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia,
- öljyn puhtausanalyysejä, joiden avulla selvitetään öljyn epäpuhtauksien määrää ja laatua sekä
- kulumisen määrää ja kulumistapaa selvittäviä analyysejä.

Sopiva analyysipaketti valitsemalla saadaan riittävästi tietoa kustakin kolmesta oleellisesta osa-alueesta.

Yleisimpiä kysymyksiä analyysipaketin laajuutta pohdittaessa ovat olleet:

Mitkä analyysit tavallisimmin valitaan yritysten öljyanalyysiohjelmaan?

Minkälaisilla analyyseillä saadaan käyttökelpoisin tieto kaivettua öljyistä esille?

Tarkastellaan muutamia yleisimpiä öljyjä, kuten hydrauliikka-, voitelu-, vaihteisto-, kompressori-, turbiini-, lämmönsiirto- ja moottoriöljyjä. Osa analyyseistä soveltuu kaikille öljyille, mutta on olemassa myös järjestelmäkohtaisia analyysejä.

Epänormaali kuluminen tietää ongelmia

Koneen komponenttien pinnoista kemiallisesti ja mekaanisesti kuluva metalli kerääntyy öljyyn. Öljyssä olevien kulumametallien määrä tutkitaan *kaikista öljyistä* samoilla perusanalyyseillä: mikroskoopilla, ICP-spektometrillä ja PQ:lla, jolla määritetään magneettisten rautaa sisältävien hiukkasten määrä.

Tarkemmat kulumametallihiukkasanalyysit tehdään tribomonitoroinnilla, ferrografialla ja/tai laitteilla, joilla voidaan määrittää metallihiukkasten alkuainekoostumus. Tällaisia laitteita ovat SEM eli skannaava elektronimikroskooppi sekä XRF eli röntgenfluoresenssispektrometri.

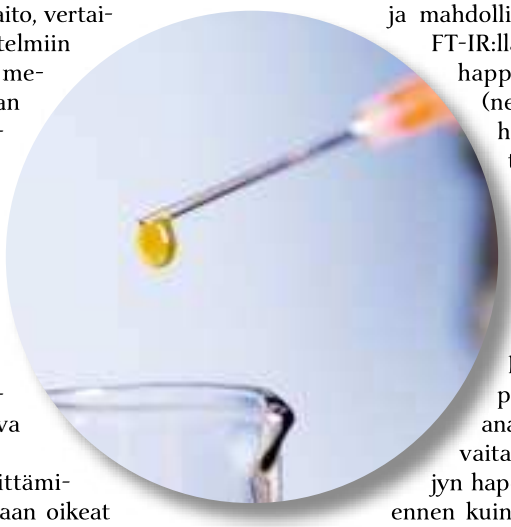
Yhdessä mikroskooppianalyysi, ICP-analyysi ja PQ-indeksin määritys antavat tavallisesti riittävän laajan kuvan kulumisen vakavuudesta. Tuloksista nähdään mm. onko kuluminen mekaanista vai kemiallista. Analyyseillä havaitaan myös, onko kuluminen normaalitasolla, kiihtynyttä, epätavallisen ankaraa vai jo vaurioita indikoivaa. ICP-analyysi yksistään on havaittu riittämättömäksi, sillä sen avulla ei perusmitta-

uksilla kyetä havaitsemaan >5 µm kokoisia kulumametallihiukkasia, jotka ovat ensiarvoisen oleellisia tutkittaessa esimerkiksi hydrauliikka-, kiertovoitelu- tai vaihteistokohteiden kulumista.

Puhdas öljy parantaa yrityksen tuottavuutta

Puhdas öljy pidentää koneen komponenttien käyttöikää, takaa häiriöttömämmän toiminnan ja tuotannon sekä pidentää öljyn käyttöikää. Erityyppisillä järjestelmillä on erilaiset puhtausvaatimukset. Esimerkiksi uusi, käyttämätön öljy ei nykyään sovellu ennen suodattamista moniinkaan järjestelmiin. Tyypillisiä öljyn epäpuhtauksia ovat esimerkiksi kiinteät (esim. hiukkaset), nestemäiset (esim. vesi) ja kaasumaiset (esim. ilma) epäpuhtaudet.

Järjestelmien vaadittu puhtaustaso voidaan määrittää monella eri tavalla. Yleisimpiä tapoja ovat muun muassa määritys likaherkimmän komponentin mukaan, koneenvalmistajan suositukset, suodatintoimittajan tietotaito, vertailu vastaaviin järjestelmiin tai laskennallinen menetelmä, jossa otetaan huomioon mm. koneikon toiminnan kriittisyys, sen toimintaolosuhteet sekä muut tärkeät parametrit.



Jos öljyn puhtaus todetaan riittämättömäksi, on hyvin oleellista selvittää, mitä öljyssä oleva lika on.

Likatyypin selvittäminen auttaa valitsemaan oikeat toimenpiteet sen poistamiseksi tai vähentämiseksi.

Hydrauliikka-, voitelu-, vaihteisto-, kompressori- ja turbiiniöljyjen puhtausanalyysissä tutkitaan hiukkasmäärät, hiukkaskokojakauma, selvitetään mikroskoopilla mitä hiukkasmaiset epäpuhtaudet ovat ja mitataan tarkka vesipitoisuus. Membraanisuodatus yhdessä erilaisilla liuotinkäsittelyillä selvittää sisältääkö öljy submikronista hartsia, muuta sakkaa tai liukenemattomia aineita.

Lämmönsiirtoöljyissä ei puhtausluokkaa kannata tutkia perinteisillä tavoilla, vaan suodattaa öljy membraanin läpi ja tutkia se mikroskoopilla sekä määrittää hiiltojäännös eli hiiliperäisten, koksimaisten jäämien määrä. Yhdessä nämä tutkimukset antavat selkeän kuvan lämmönsiirtoöljyjen kiinteistä epäpuhtauksista.

Moottoriöljyjen puhtausanalyysi koostuu useimmiten mikroskopoinnista, jossa tarkastellaan haitallisten hiukkasten kuten kulumametallien, ilmasta päässeiden epäpuhtauksien (hiekka ja pöly) sekä muiden hiukkasten, kuten polymeerien määrää. Muilla analyysimenetelmillä on tärkeä tutkia moottoriöljyn nokipitoisuus, glykolin mahdollinen läsnäolo, polttoainelaimentuma ja öljyn vesipitoisuus. Käytetyistä moottoriöljyistä ei yleensä pysty tai kannata määrittää varsinaista puhtausluokkaa tai tarkkoja hiukkasmääriä.

Öljyn normaali kunto on kaiken perusta

Öljyn vaihtovälin pidentäminen on nykyaikana tavoittelemisen arvoinen asia sekä taloudellisesti että ympäristökuormituksen kannalta. Analyysitulosten perusteella tämä tavoite on saavutettavissa helposti. Öljyn kulutusta voidaan yrityksessä vähentää huomattavasti jättämällä turhat öljynvaihdot pois ja käyttämällä öljyt turvallisesti mahdollisimman loppuun.

Öljyn kuntoanalyysissä kaikista öljyistä kannattaa mitata vähintään viskositeetti. Erittäin hyödyllistä tietoa saadaan myös mittaamalla viskositeetti-indeksi, lisäaineistuksen määrä ICP:llä, hapettumisaste ja mahdolliset vieraat aineet FT-IR:llä sekä vielä öljyn happamien aineiden (neutraloimisluku tai happoluku) määrä titrausmenetelmällä.

Membraanisuodatusta ja mikroskopointia ei kannata jättää öljyn kuntoanalyyseistä koskaan pois, sillä näiden analyysien avulla havaitaan muutokset öljyn hapettumisessa paljon ennen kuin IR-spektristä havaitaan mitään muutoksia. Myös sakkautuneet, "kuolleet" lisäaineet havaitaan mikroskoopilla. Membraanisuodatuksella saadaan tietoa myös öljyn suodatettavuuden heikentymisestä.

Turbiini-, moottori- ja lämmönsiirtoöljyille erityishuomio

Erilaisten turbiinien, kuten vesi-, kaasu- ja höyryturbiinien öljyjen analysointiin kannattaa panostaa, sillä turbiinien öljytilavuudet ovat usein erittäin suuret ja öljyn kunnonseuranta on todella hyödyllistä. Turbiiniöljy kannattaa analysoida heti uutena, tehdä määrävälein seuranta-analyysejä sekä tutkia öljy aina revisioiden aikana.

Voimalaitosten öljyissä pidetään eräänä ongelmana hartsien ja lakkamaisten ainesten muodostumista. Ongelma on toki todellinen, mutta sen yleisyyttä hieman liioitellaan. Tämän takia membraanisuodatus, jolla havaitaan hartsimaiset liukenemattomat ainekset, pitäisi olla kaikilla turbiiniöljyillä perusanalyysi. Membraanisuodatus-mikroskopointi yhdistettynä RPVOT- (entinen R-BOT) ja FT-IR-testiin, kenties vielä täydennettynä Ruler-testillä antavat mahdollisimman tarkan kuvan hartsien ja muiden hapettumistuotteiden määrästä.

Turbiiniöljyillä ei ole lainkaan liioittelua analysoida myös öljyn ilman erottuminen, öljyn vedenerotuskyky, vaahtoamistaipumus sekä hapettumiseston ja korroosiosuojan määrä.

Moottoriöljyistä mitataan usein emäsluku (BN) happoluvun (AN) sijasta. Moottoriöljyjen emäksinen lisäaineistus neutraloi muodostuvia happamia yhdisteitä eli emäspitoisuuden vähentyminen indikoi happamuuden kasvun riskiä. Moottoriöljyjen perusanalyyseihin kuuluvat edellä mainittujen analyysien lisäksi myös FT-IR:llä mitatut hapettumis-, typettymis- ja sulfatoitumistasot. Moottoriöljyyn muodostuneiden lietteiden, noen ja muun lian määrää ja moottoriöljyn lietteenkantokykyä voidaan tutkia paperikromatografia-analyysillä. Analyysin avulla saadaan tietoa öljyn puhtaanapitoominaisuuksista.

Moottoriöljyistä voidaan määrittää myös leimahduspiste, mutta erityisesti se kannattaa määrittää **lämmönsiirtoöljyistä** aina. Lämmönsiirtoöljyissä alentunut leimahduspiste voi olla merkittävä turvallisuusriski, joka johtuu lyhyeksi pilkkoutuneista ja kevyistä helposti haihtuvista hiilivedyistä.

Näiden perusanalyysien lisäksi öljyanalyysipakettiin voi liittää monia muita analyysejä tilanteen vaatiessa.

Tulkkauksella löytyy yhteinen kieli

Jos analyysitulokset vaikuttavat täydelliseltä heprealta, kannattaa keskustella hetki analyysin tekijän kanssa ja käydä tulokset yksityiskohtaisesti läpi. Tuloksia arvioitaessa olisi tulosten hyödyntäjän, koneenkäyttäjän tai kunnossapidon edustajan, näytteenottajan ja analyysin tekijän hyvä olla "saman pöydän ääressä" tarkastelemassa tuloksia kokonaisvaltaisesti. Kokonaisvaltainen tulosten tarkastelu on sitä, ettei yksittäisten (heikentyneiden) tulosten perusteella toimita miettimättä kokonaisuutta. Esimerkiksi, jos öljyn viskositeetti on hieman alentunut, mutta kiihtynyttä kulumista ei järjestelmässä esiinny, voi olla hyvinkin mahdollista käyttää yhä vanhaa öljyä samanlaisissa olosuhteissa.

Tuloksia arvioitaessa pitäisi tietää myös näytteenottopaikka ja -tapa, sillä ne voivat aiheuttaa joissakin analyyseissä virhettä. Paras kokonaiskäsitys koneen tilasta ja sen häiriöistä on koneenkäyttäjällä tai kunnossapidolla, eli vikaantumiset, häiriötilanteet, suodatinkulutukset ja muut oleelliset tiedot yhdistettynä analyysitulosten tietoon antavat parhaat eväät parantamistoimiin. Öljyanalyysiä pidetään edullisena investointina, sillä laajakin öljyanalyysiohjelma maksaa itsenä takaisin useiksi vuosiksi eteenpäin jo muutaman tärkeän "löydöksen" jälkeen, jolla yrityksen tuotantovarmuutta ja riskien hallintaa on saatu nostettua uudelle tasolle. ❑