

promaint

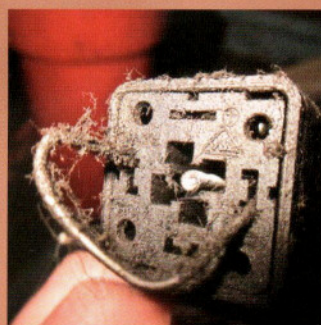
Kunnossapidon media

HIUKKASEN
PUHTAAMPAA
hydrauliikkaa

Ilma ei ole
ILMAISTA

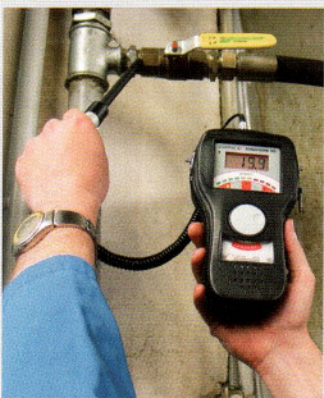
KALIBROINTI
kertoo
mittausvirheen

*Ulkoistuksissa
päästy vauhtiin
Vikoja etsimään
Tärkeä turvaerotus*





SIVU 16 Mittauksia käytetään lähes kaikkialla päätöksenteon pohjana.



SIVU 38 Paineilma on yksi kalleimmista energiamuodoista.



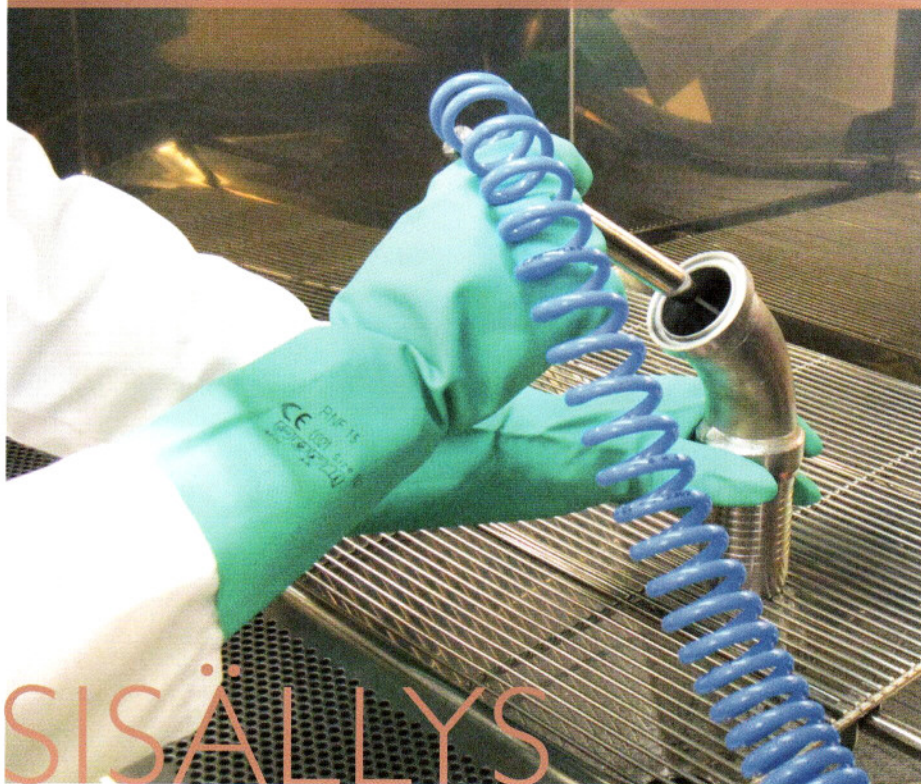
SIVU 54 Öljynäytteiden hiukkaslaskennalla on merkittävä rooli kunnonvalvonnassa.

Työturvallisuus
Johtaminen
T & K • Koulutus
Käyttövarmuus
Kunnonvalvonta
Automaatio
Hydrauliikka & Pneumatiikka
Voitelu
Laitetekniikka



5 • 2011

SIVU 42 Hydraulikomponenttien puhtaustutkimuksissa komponentit kuuhdellaan puhtaustestikaapissa.



SISÄLLYS

■ H. MIKKONEN	7	Pääkirjoitus: Heti mulle kaikki nyt!
■ J. VALTONEN	8	Yhdyskuntatekniset palvelut muuttuvat – ulkoistuksissa on päästy hyvään vauhtiin
■ V.-V. KYLLIÄINEN YM.	10	Asset Productivity Management – Osa 2 (4) Käytettävyys, kunto ja elinikä – kunnossapitostrategia tuottavuuden parantamisessa
■ S. SAXHOLM	16	Kalibrointi kertoo mittausvirheen
■ K. MÄKI, K. NIININEN	22	Kunnossapidon päällikkökoulutus alkaa Jyväskylässä
■ J. KAUTTO	24	Värähtely vaikuttaa koneen kestoikään
■ J. LAMMILA, V. E. LUMME	28	Kunnonvalvonnan kansainväliset standardit
■ T. AHONEN, J. AHOLA	32	Taajuusmuuttaja pumpun monitorointilaitteeksi
■ M. KLEEMOLA	36	Hajautettu I/O räjähdysvaarallisessa tilassa
■ H. TOROI	38	Ilma ei ole ilmaista – energiaa säästyy paineilman kulutusmittausten avulla
■	41	Case: Laatutiivisteet nopeasti
■ M. KUOSKU, J. RINKINEN	42	Hiukkasen puhtaammaksi – laboratorio hydraulikomponenttien puhtaustutkimuksiin
■ HYDRAULITEKNINEN TOIMIKUNTA	46	Hydrauliikan turvaerottaminen – Osa 1 (2) Hydrauliikan turvaerottamisen perusteet
■ R. TÖRMÄNEN YM.	50	Hydrauliikan vianetsintä – säästää systemaattisella toiminnalla
■ E. NIIRANEN	54	Öljynäytteiden hiukkaslaskenta – mekaniikan kunnonvalvontaa mikrometrin tarkkuudella
■ GLOBBARI	61	Kunnossapidon käsitteet – voiko niitä käyttää väärin?
■ KIRJE KORJAAMOLLE	65	Vieraanvaraisuutta ja suvaitsevaisuutta

ÖLJYNÄYTTEIDEN HIUKKASLASKENTA

mekaniikan kunnonvalvontaa mikrometrin tarkkuudella

Öljynäytteiden partikkelilaskennalla, eli hiukkaslaskennalla, on merkittävä rooli kunnonvalvonnassa. Partikkelilaskennan tulos kertoo, kuinka monta kappaletta ja minkä kokoisia hiukkasia öljynäytteessä on. Aikaisemmin hiukkaslaskenta teetettiin pelkästään öljyn kunnonvalvonta-analyysien yhteydessä, mutta nykyisin hiukkaslaskennan merkitys mekaniikan kunnonvalvonta-analyysinä tunnetaan hyvin, ja siksi öljynäytteitä otetaan usein ja säännöllisesti. Hiukkaslaskentamittauksia tehdään öljyanalyysilaboratorioiden lisäksi jo monessa yrityksessä omilla hiukkaslaskimilla. Öljynäytteiden hiukkaslaskenta onkin enemmän mekaniikan kuin öljyn kunnonvalvontaa.

ESKO NIIRANEN
PAMAS GmbH
esko.niiranen@pamas.fi



havaittu tehokkaaksi menetelmäksi paljastamaan mekaaniset vauriot ajoissa. Esimerkiksi hitaasti pyörivissä tuotantokoneissa voiteluöljyn hiukkasjakaumaerottelun mittaaminen on ollut usein ensimmäinen kulumisvaurion paljastava mittaamenetelmä.

Hiukkaslaskimen toimintaperiaate

Markkinoilla on tarjolla monentyyppisiä ja -hintaisia hiukkaslaskimia. Edullisimmat laitteet mittaavat pelkät puhtausluokat. Monipuolisimmat hiukkaslaskimet mittaavat

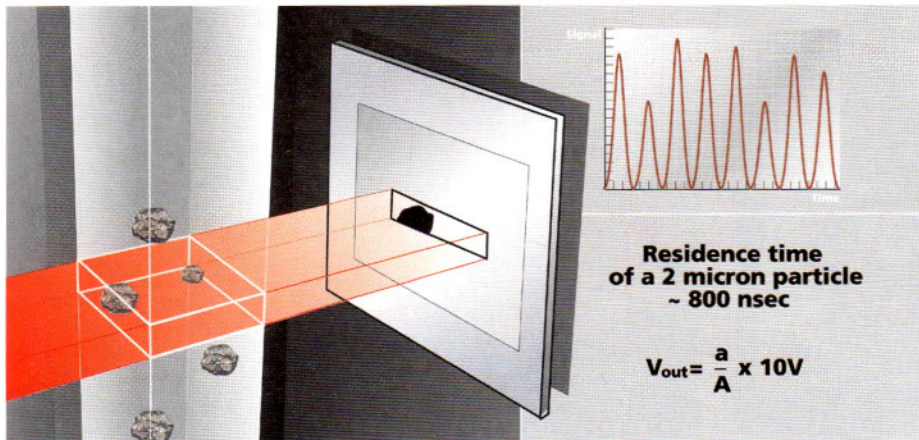
Kaikenkokoisilla hiukkasilla on merkitystä. Öljyssä olevat pienet, muutaman mikronin kokoluokkaa olevat hiukkaset tekevät voiteluaineesta pahimmillaan hionta-ainetta. Vastaavasti suurikokoisten, useiden kymmenien tai jopa yli sadan mikrometrin (> 0,1 mm) suuristen partikkelien esiintyminen öljyssä kiellii kulumisvaurion alkamisesta.

ISO 4406 -standardin mukaista puhtausluokkien seuranta käytetään yleisesti öljyn puhtauden valvontaan. Pelkkien puhtausluokkien mittaaminen kertoo pääsääntöisesti vain pienikokoisten hiukkasten määrän. Mekaanisen kulumisvaurion alussa esiintyvien suurikokoisten hiukkasten havaitsemiseen tarvitaan mikroskooppi tai erikoismallinen partikkelilaskin, joka sisältää hiukkasräerottelun mittaussominaisuuden – eli laite raportoi eri kokoluokkien hiukkas määrät laajalta hiukkas kokoalueelta.

Suurikokoisten hiukkasten mittaaminen, öljyn puhtausluokkien valvonnan rinnalla, on



KUVA 1. Säännöllinen öljynäytetutkimus on olennainen osa koneiden käynninvarmistusta. Vantaan Caterpillar-huollon mekaanikko Kalle Korhonen ottamassa näytettä.



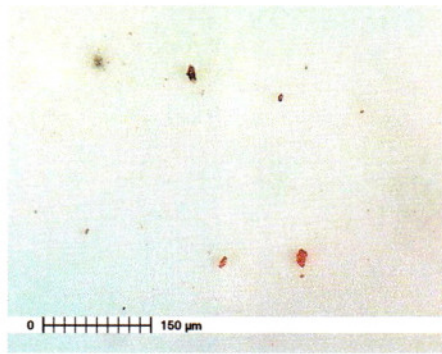
KUVA 2. PAMAS-hiukkaskasentensensori mittaa kaikki näytetiellä virtaavat partikkelit ja määrittää hiukkaskoon partikkelin varjopinta-alan perusteella.

ja tulostavat puhtausluokkien lisäksi hiukkasmääräerottelun laajalta hiukkaskokoalueelta.

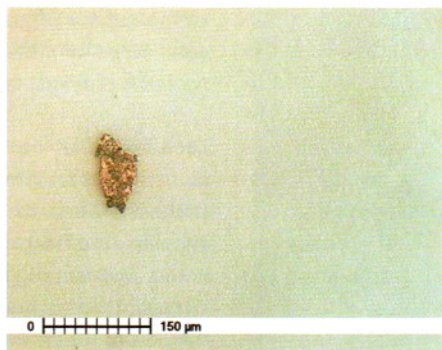
TAULUKKO 1. ISO 4406 -puhtausluokka nousee yhdellä numerolla aina hiukkasmäärän kaksinkertaistuessa.

HIUKKASMÄÄRÄ KPL/100 ML >	≤	ISO 4406 -PUHTAUS- LUOKKA
250 milj.		> 28
130 milj.	250 milj.	28
64 milj.	130 milj.	27
32 milj.	64 milj.	26
16 milj.	32 milj.	25
8 milj.	16 milj.	24
4 milj.	8 milj.	23
2 milj.	4 milj.	22
1 milj.	2 milj.	21
500 000	1 milj.	20
250 000	500 000	19
130 000	250 000	18
64 000	130 000	17
32 000	64 000	16
16 000	32 000	15
8 000	16 000	14
4 000	8 000	13
2 000	4 000	12
1 000	2 000	11
500	1 000	10
250	500	9
130	250	8
64	130	7
32	64	6
16	32	5
8	16	4
4	8	3
2	4	2
1	2	1
0	1	0

PAMAS-hiukkaskasentensensori edustavat hiukkasmääräerottelun mittaavaa laiteriittä. Sensori toimii ns. leveälaser-tekniikalla (KUVA 2), jossa jokainen sensorin läpi menevä hiukkanen mitataan varjopinta-alansa mukaisesti. Sensori muodostaa hiukkasen kokoon verrannollisen jännitepulsin. Analysointori luokittelee pulssit korkeuden eli hiukkaskoon mukaan ja tulostaa hiukkasmäärät kokoluokittain.



KUVA 3. Puhtausluokan 18/16/13 mukainen öljyn hiukkasmäärä mikroskooppilla katsottuna (Lähde: Fluidlab Oy).



KUVA 4. Hyvä puhtausluokka 14/12/9 ei kerro kaikkea – öljynäytteessä havaittu suuri metallipartikkeli antaa aiheen epäillä järjestelmän kunnosta jo jotain ihan muuta (Lähde: Fluidlab Oy).

Pelkän ISO 4406 -puhtausluokan mittaavat hiukkaskasentensensorit ovat yleensä ns. kaapelaser-laitteita, jotka mittaavat vain osan sensorin läpi menevästä öljyvirrasta. Siksi ne eivät tulosta suurikokoisten hiukkasten määriä. Joidenkin valmistajien puhtausluokitusmonitoreissa käytetään optisen toimintaperiaatteen sijaan suodatinvetoille keräytyvien partikkelien aiheuttaman paine-eron mittausta. Nämä laitteet ilmoittavat tuloksen useimmiten kahden kokoluokan perusteella.

Mittaustulokset

Laajan kokoalueen hiukkasmääräerottelussa partikkelimäärät mitataan vähintään kahdeksassa kokoluokassa. Näin saadaan selkeä kuva siitä, minkä kokoisia hiukkasia järjestelmän öljyssä esiintyy. Tarkemmassa hiukkaskokoanalyysissä käytetään jopa 16:tta hiukkaskokoluokkaa.

ISO 4406:1999 -puhtausluokat määrittävät hiukkaskasentatuloksesta partikkelikokojen $\geq 4 \mu\text{m}(c)$, $\geq 6 \mu\text{m}(c)$ ja $\geq 14 \mu\text{m}(c)$ mukaisesti. Suluissa oleva c-kirjain osoittaa nykyisen standardin mukaista hiukkaskoon määrittystä.

TAULUKOSSA 1 näkyy hiukkasmäärien ja puhtausluokkien välinen suhde. Esimerkiksi ISO 4406:1999 -puhtausluokka 18/16/13 tarkoittaa, että $\geq 4 \mu\text{m}$:n hiukkasia on mitatussa öljyssä luokkaa 18 vastaava määrä (130 000–250 000 kpl/100 ml öljyä), $\geq 6 \mu\text{m}$:n hiukkasia on luokkaa 16 vastaava määrä (32 000–64 000 kpl/100 ml) ja $\geq 14 \mu\text{m}$:n hiukkasia on luokkaa 13 vastaava määrä (4 000–8 000 kpl/100 ml öljyä).

Mikä sitten on riittävä öljyn puhtausaste tai suurin sallittu erikokoisten hiukkasten määrä hydraulii- tai voitelujärjestelmien öljyille? Monissa teollisuuden tuotantokoneissa voiteluöljyn ISO 4406:1999 -puhtausluokat ovat normaalitilanteessa ISO-luokan 15 kahta puolen, esimerkiksi 18/16/13 (KUVA 3).

Teollisuushydrauliikan öljyn puhtausluokat ovat usein ISO-luokan 10 lähellä, esimerkiksi 14/12/9. KUVAN 4 mukaisessa öljynäytteen mikroskooppikuvassa (membraanianalyysi) nähdään, että pelkkä ISO 4406 -puhtausluokan tulos 14/12/9 ei paljasta järjestelmän häiriötilaa. Vaikka öljy on puhdasta, on öljynäytteessä kuitenkin suurikokoisia $>50 \mu\text{m}$ hiukkasia. Hiukkaskasentensensorilla mitattaessa ne tulevat esiin ainoastaan käytettäessä hiukkaskasentensensorilla varustettua laitetta, joka kertoo

puhtausluokkien lisäksi selektiivisesti erikokoisten hiukkasten määrät, myös suuret hiukkaset.

Suurikokoisten yli 30 µm(c) hiukkasten määrä kunnossa olevassa ja hyvin suodatetussa öljyjärjestelmässä on yleensä varsin matala, jopa lähes nolla. Niinpä suurien partikkelien määrää seuraamalla pystytäänkin havaitsemaan kulumisvaurion alku heti pienen muutoksen perusteella.

Nykyisin useat koneikko- ja komponenttitoimittajat ilmoittavat järjestelmän öljyn puhtausluokkarajat takuun voimassaolon ehtona. Nämä raja-arvot toimivat hyvänä viitearvona kunnonvalvontamittauksille. Monessa paikassa on vielä käytössä vanhan ISO 4406:1987 -standardin mukainen kaksikoodinen luku puhtausluokkien raja-arvoille, esimerkiksi 16/13. Jos mittaustulos on uuden standardin mukaisesti kolmikoodinen, esimerkiksi 17/15/12, niin mittaustuloksen toista numeroa (15) verrataan raja-arvon ensimmäiseen lukuun (16) ja tuloksen kolmatta numeroa (12) verrataan raja-arvon toiseen lukuun (13). Tässä esimerkissä mitattu tulos on pienempi kuin raja-arvot, eli öljyn puhtaus täyttää asetetut vaatimukset.

Näytteenotto

Hiukkaslaskentaan otettavan öljynäytteen näytteenottokohteella on merkittävä vaikutus mittaustulokseen, tehtänpä mittaussuoraan öljyjärjestelmästä tai pullonäytteestä. Näytteenottokohde valitaan öljyjärjestelmästä sen mukaan, mitä tietoa hiukkaslaskentatuloksella haetaan.

KUVAN 5 mukaisessa öljyjärjestelmässä mittauspiste A paljastaa pumpusta irtoavat kulumishiukkaset. Mittauspiste B osoittaa pääsuodattimen kunnon ja sen myötä järjestelmään syötettävän öljyn puhtauden. Vaihdelaatikon hammaspyörien tai akselien laakeroinnin vauriossa syntyvät partikkelit

näkyvät parhaiten paluulinjan mittauspisteessä C. Paluulinjan suulta pisteestä D otetussa öljynäytteessä suuret hiukkaset eivät ole enää mukana, jos kuvan paluusuodatin on kunnossa.

Hiukkaslaskimien käyttökohteita

Hiukkaslaskimet voidaan jakaa käyttötapsansa mukaisesti kolmeen ryhmään: laboratoriohiukkaslaskimet, kannettavat hiukkaslaskimet ja kiinteästi asennettavat hiukkaslaskimet.

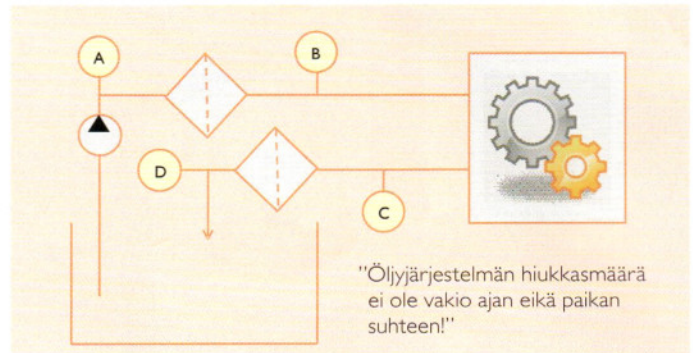
LABORATORIO-HIUKKASLASKIMET

KUVAN 6 mukaista laboratoriohiukkaslaskinta käytetään pullonäytteiden mittaamiseen. Laitteessa olevan ilmanpoistoautomaatiikan ja korkeapaineisen näytteesyötön ansiosta laite soveltuu yhtäläillä matalan viskositeetin hydraulinesteiden ja polttoaineiden kuin jäykkien voiteluöljyjenkin mittaamiseen. Kyseinen hiukkaslaskin on yleinen öljylaboratorioissa tieteen, tutkimuksen sekä teollisuuden mekaanisen kunnonvalvonnan parissa.

KANNETTAVAT HIUKKASLASKIMET

Kannettavat hiukkaslaskimet on suunniteltu erityisesti on-line-mittaukseen eli suoraan järjestelmästä tapahtuvaan hiukkaslaskentaan. Eri valmistajien laitteita voidaan käyttää vaihtelevasti eri käyttökohteille mitattavan nestetyypin mukaan (mineraali- tai synteettiset öljyt tai polttoaineet). Myös nesteen puhtausluokka, viskositeetti ja testattavan järjestelmän paine vaikuttavat laitteiden sopivuuteen.

Esimerkiksi kannettavan PAMAS S40 -mallisarjan laitteilla voidaan mitata mm. korkeapainehydrauliikan nesteet suoraan järjestelmästä tai matalapaineisen järjestelmän viskoosin voiteluöljyt. Myös polttoainejärjestelmien kunnonvalvonta on



KUVA 5. Öljynäyte otetaan järjestelmän eri kohteista sen mukaisesti, mitä tietoa hiukkaslaskentatuloksella haetaan.



KUVA 6. Laboratoriohiukkaslaskimella mitataan paperi- ja sellutehtaan sekä voimalaitoksen öljynäytteet Stora Enso Oyj:n tehtaalla Imatralla. Efora Oy:n kunnossapitoasentaja Maijaelina Ovaska tarkastaa hiukkaslaskentatuloksia.

yleistymässä, ja siihenkin löytyy sopiva malli. Hiukkaslaskimesa olevan sisäisen pumpun ansiosta laitteella voidaan mitata myös pullonäytteet (KUVA 7). Tällainen hiukkaslaskin on yleisesti käytössä öljyjärjestelmien asennus- ja huoltotoimenpiteitä tekevien yritysten työkaluna.

ON-LINE-HIUKKASLASKIMET

Kiinteästi asennettavat on-linehiukkaslaskimet edustavat laiteryhmän automaattisinta vaihtoehtoa. Suoraan öljyjärjestelmästä tapahtuvassa hiukkaslaskennassa on kuitenkin haasteita. Esimerkiksi öljyssä oleva ilma häiritsee hiukkaslaskentaa. Silloin mittaustulosta lisätään erillinen ilmanerotin. Oikeaoppisesti toteutettuna kokoaikainen

on-line-hiukkaslaskenta ja automatisoitu mittaustulosten valvonta luovat varmuutta tuotantoon ja säästävät käyttökustannuksia.

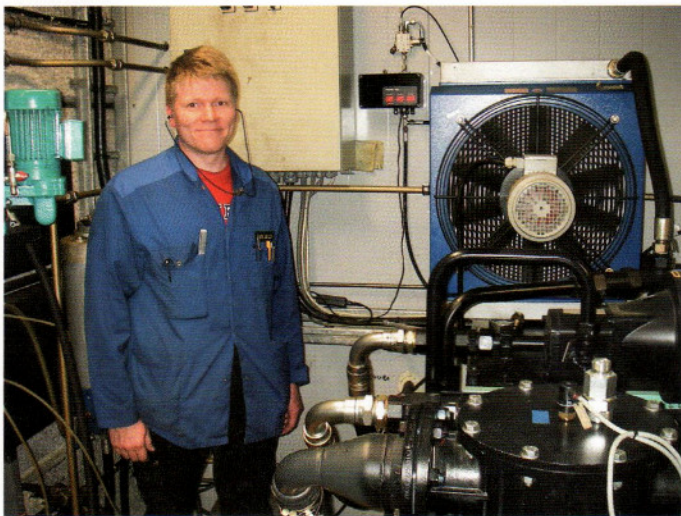
PAMAS S50 -on-line-hiukkaslaskin (KUVA 8) voidaan liittää paineettomaan tai korkeapaineeseen öljyjärjestelmään. ISO 4406:1999 -puhtausluokat näkyvät laitteen omasta paikallisnäytöstä. Mittaustulokset (hiukasmäärät kahdeksalla kokoluokalla sekä ISO- ja SAE-puhtausluokat) voidaan siirtää RS485-väylää myöten valvontatietokoneelle.

Yhteenveto

Säännöllinen ja useita kertoja vuodessa toteutettu öljynäytteiden hiukkasjakaumaerottelun



KUVA 7. Kannettavaa hiukkaslaskinta käytetään mm. maansiirtokoneiden hydraulikan kunnonvalvontaan. Wihuri Oy:n Teknisen Kaupan kiinteistövästavaa Tomi Penttilä ja Vantaan Caterpillar huollon mekaniikko Kalle Korhonen seuraavat öljynäytteen mittausta.



KUVA 8. Takaseinällä näkyvällä on-line hiukkaslaskimella valvotaan hydraulikoneikon pumpun kuntoa ja tuotannon koeajopenkkeihin lähtevän öljyn puhtautta Ponsse Oy:n tehtaalla Vieremällä. Laaduntarkastaja Jari Eskelinen myhäilee tyytyväisenä hyvin toimivan koneikon äärellä.

mittaus, jossa valvotaan partikkelimääriä laajalla hiukkaskoko-alueella, auttaa paljastamaan mekaniikan kulumisvauriot ajoissa. Herkkänä analyysimenetelmänä öljynäytteiden hiukkaslaskenta täydentää hyvin muita mekaniikan kunnonvalvontamittauksia, kuten värähtely- ja lämpötilamittauksia, parantaen tuotantokoneiden ym. mekaanisten laitteiden käyttövarmuutta.

Analysipalveluiden käyttö on edullinen vaihtoehto aloittaa öljynäytteiden hiukkasmittaus. Asiantuntevat öljylaboratoriot toimivat hyvänä taustatukena vielä oman hiukkaslaskimen hankinnan jälkeenkin, esimerkiksi jos halutaan tehdä lisätutkimuksia vaikkapa hiukkaslaskennalla löydetyn kulumisvaurion kohteen paikantamiseksi. ■

POWER TEAM®

Meiltä nyt Power Team hydrauliset työkalut

Power Team hydrauliset työkalut on vuosikymmenien ajan luonut itselleen maineen erinomaisena ja kestäväenä työkaluna. Nyt Power Teamin työkalut Oy Hedtec Ab:n tuotevalikoimassa koko laajuudessaan.

HEDTEC
Hedengren yhtiö
Lauttasaarentie 50, 00200 Helsinki
Puh. (09) 682 881
www.hedtec.fi