

Laboratoriotarkkuutta suoraan prosessiin

Ingrid Knoblauch, FLEXIM GmbH ja Hannu Toroi, Hantor-Mittaus Oy

Prosessista otettavien näytteiden perusteella ei saada lopputuotteen laatua pysymään koko aikaa tasaisena vaan tarvitaan jatkuvatoimisia ja tarkkoja mittauksia.

Prosessianalysaattorien avulla mittaustarkkuus saadaan vastaamaan ohjauksen tarpeita.

H yviä syitä prosessianalysaattoreiden käytölle löytyy lähes yhtä monta kuin on mittausmenetelmiäkin. Erilaisten mittaustekniikoiden laaja tarjonta tekee mittaustavan valinnan vaikeaksi käyttäjälle. Refraktometri on yleinen ja monille tuttu laboratorioanalyysilaitte. Uusia mahdollisuuksia menetelmän käyttöön suoraan prosessissa avautuu läpimittaus-differenssimenetelmällä.

Nyky aikaista teollista tuotantoprosessia ei voi ajatella ilman mittaustekniikkaa. Kemiallisten reaktioiden hallinta teollisessa mittakaavassa edellyttää, että kaikki prosessille relevantit parametrit mitataan jatkuvatoimisesti. Perinteisten prosessimittauksen - paine, lämpötila, virtaus, pinnan korkeus - ohessa on mielenkiinto yhä enenevässä määrin kohdistumassa suureisiin, jotka ovat suorassa yhteydessä lopputuotteen laatuun. Se, mitä ennen määritettiin säännöllisesti mutta epäjatkuvasti käyttölaboratoriossa, halutaan nyt analysoida suoraan prosessissa prosessianalysaattoreiden avulla ja syöttää reaaliajassa prosessinohjausjärjestelmään.



Monipuoliset anturirakenteet helpottavat Fleximin PROX R400 refraktometrin soveltamista erilaisiin käyttökohteisiin.

Parempaa laatua pienemmin kustannuksin

Prosessiteollisuusyrityksissä on tehty kustannusvertailua laboratorio- ja prosessianalysoinnin kesken. Vertailutulosten mukaan prosessianalysaattori oli edullisempi jo kohteissa, joissa otettiin vain yksi laboratorioanalyysi päivässä. Kustannussäästö ei sinänsä syntynyt merkittävässä määrin työvoimakustannusten kautta. Suurin hyöty saavutetaan sillä, että analyysitieto on käytettävissä reaaliajassa, jolloin säädöllä voidaan vaikuttaa tuotteen laatuun heti, kun poikkeama on havaittu. Silloin kun analysointi on jatkuvatoimista, on varmaa, että tuotteella on sille määritellyt laatuominaisuudet. Muusta

laadunvalvonnasta voidaan luopua. Hävikki ja hylky voidaan ehkäistä jo ennakoon ja epäkelvoo tuotetta ei pääse myyntiin. Suora prosessin analysointi tuo mukanaan myös uusia mahdollisuuksia prosessin optimointiin niin, että maksimaalinen tuotanto saavutetaan samanaikaisesti kun raaka-aineiden ja energian kulutus pienenee.

Selkeistä eduistaan huolimatta vanhojen prosessien varustaminen prosessianalysaattoreilla etenee hitaasti, vaikka kohtavat tuotantokustannukset ja kiristyvä kilpailu samalla lisäävät valmiutta investoida prosessianalysaattoreihin. Pidättyvyyden syynä on mitä suurimmassa määrin se, että käyttäjän on hankalaa päättää, mikä tarjolla olevista, lukuisista menetel-

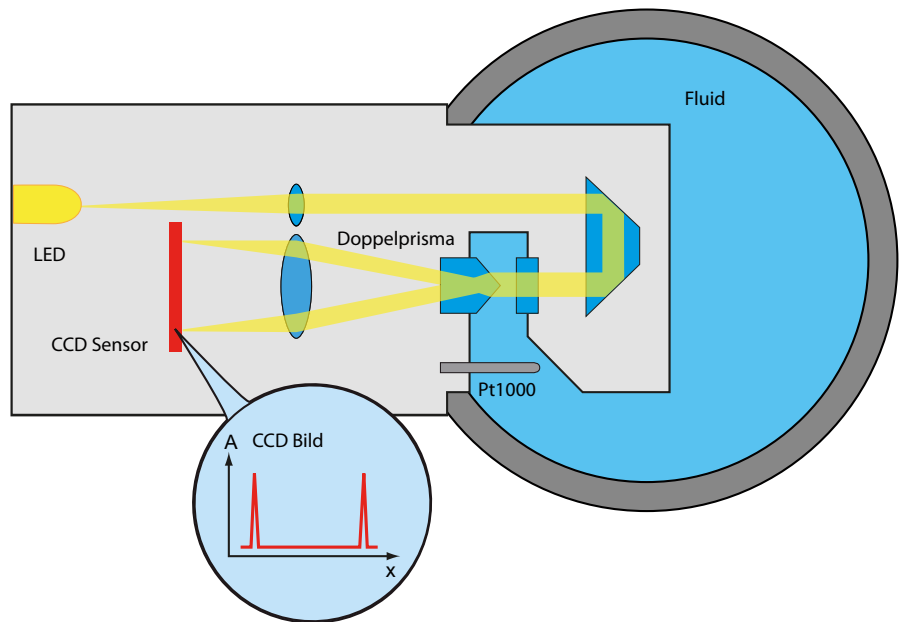
mistä ja tekniikoista olisi teknis-taloudellisesti paras. Laitekirjo on laaja alkaen sähkökemiallisista mittauksista (pH, johdotkyky) päättyen kalliisiin optisiin menetelmiin (esim. NIR-spektrometrit).

Toinen prosessianalysilaitteiden yleistyminen hidastava tekijä on se, että tarjolla olevat laitteet ja menetelmät eivät ole standardisoituja tai että tarvitaan paljon aikaa ja vaivaa, jotta halutun prosessiparametrin (esim. konsentraatio) ja primäärisen mittaussuureen välinen yhteys voidaan selvittää. Kokonaiskustannuksia tarkasteltaessa on myös selvítettävä valitun mittamenetelmän asennus- ja käyttökustannukset.

Taitekertoimen mittausta läpimittaustrefraktometrillä on selkeä tapa toteuttaa suora laatumittaus. Kyse on tutun laboratoriomittauksen soveltamisesta luotettavasti ja huoltovapaasti analyysimittaukseen suoraan prosessista.

”Läpivalaisu” tekee eron

Refraktometriä on käytetty laboratoriomittalaitteena jo yli sadan vuoden ajan. Refraktometri määrittää sen kulman, jolla valo taittuu, kun se siirtyy mitattavasta aineesta mittausprismaan. Ensimmäisen refraktometrin keksijä Ernst Abbe (joka työskenteli Carl Zeissin palveluksessa vuonna 1869) oivalsi nerokkaan ratkaisun käyttäessään taitekerrointa hartsien ja liimojen ominaisuuksien määrittelyyn: Hän kehitti instrumentin niin, että varsinainen valon taittumista ei tarvinnut havainnoida. Riitti kun havainnoitiin kokonaisheijastuksen rajakulma, sillä se kytkeytyy tunnetun Snelliuksen lain mukaan taitekulmaan. Kyseinen asia näkyy Abben rajakulmarefraktometrissä selkeänä tumma/kirkas rajana. Nykyiset laboratoriorefraktometrit toimivat rajakulmaperiaatteella. Se mikä on hyvä laboratorionäytteiden analysoinnissa, ei kuitenkaan aina sovi hyvin prosessikäyttöön. Jatkuvassa prosessikäytössä refraktometrin on tuotettava jatkuvasti tarkkoja mittaustuloksia. Mittausprisman päälle syntyy kuitenkin helposti ohut filmimäinen pinnoite. Rajakulman mittauksessa mittaussignaali muodostuu seitinohuen materiaalmäärän kautta. Tästä seuraa, että jo pienet määrät prisman pinnalle tarttuvaa materiaalia aiheuttavat mittaussignaalin ryömintää. Jotta tästä päästäisiin eroon, on rajakulmarefraktometrissä oltava prisman huuhtelujärjestelmä. Aina huuhte-



Läpimittaustrefraktometrin toimintaperiaate.



Prosessirefraktometri valvoo propyleeniglykolin konsentraatiota tislusprosessissa. Koska nestettä käytetään lentokoneiden jäänpoistossa, on konsentraatiomittauksen oltava tarkka ja luotettava.

lunkaan avulla ei päästä riittävän hyvään mittaustarkkuuteen ja pysyvyyteen. Ongelman ratkaisu perustuu uuteen optiikkaratkaisuun ja on nimeltään läpimittaustrefraktometri. Fleximin kehittämä PFOX R400 -läpivalaisuarefraktometri muokkaa linsijärjestelmällä valonsäteen yhdensuuntaiseksi ja mittaa taitekulman mittaustrefraktometrillä sen jälkeen, kun se on läpäissyt mittaustulossa virtaavan osan analysoitavasta aineesta. Se, mikä on ihmisilmälle vaikeaa, on nykyaikaiselle

tekniikalle helppoa. CCD-kenno tunnistaa monokromaattisen valon taittumisen erittäin suurella tarkkuudella intensiteettihiipun kohdalta. Mittaus suoraan nestevirtauksesta näytevirtauksen läpi on merkittävästi vähemmän arka tarttumille kuin perinteinen rajakulmamenetelmä.

Tuplana vielä parempi

Tuplana parempi pätee myös prosessirefraktometrille. PFOX R400 -refrakto-

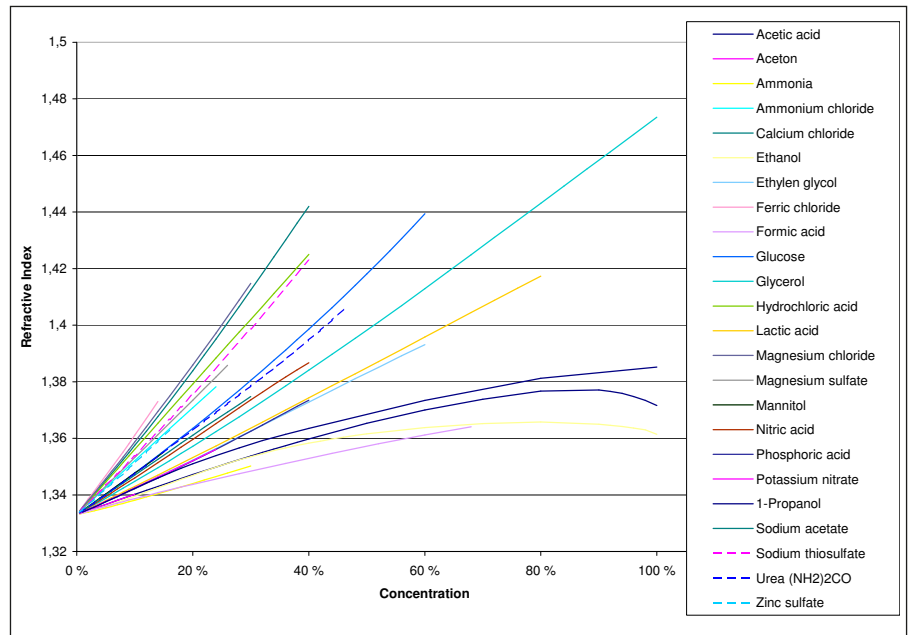
metrissa on kaksi valonsädettä, joiden taitumista mitataan: säde taittuu kaksoisprismassa kahteen eri suuntaan ja mittaus-signaali muodostetaan saatujen näytesä-teiden erotuksena. Saatua signaali korreloi taitekertoimen kanssa Snellin lain mukaisesti. Tämä signaalinmuodostustapa poistaa mittausviestin ryöminän, johtui-pa se sitten tarttumasta tai paineen ja lämpötilan muutoksista, ja mittaus-tulos on stabiili myös huonoissa prosessiolo-suhteissa.

Laboratoriotarkkuus ja toimintavarmuus prosessissa

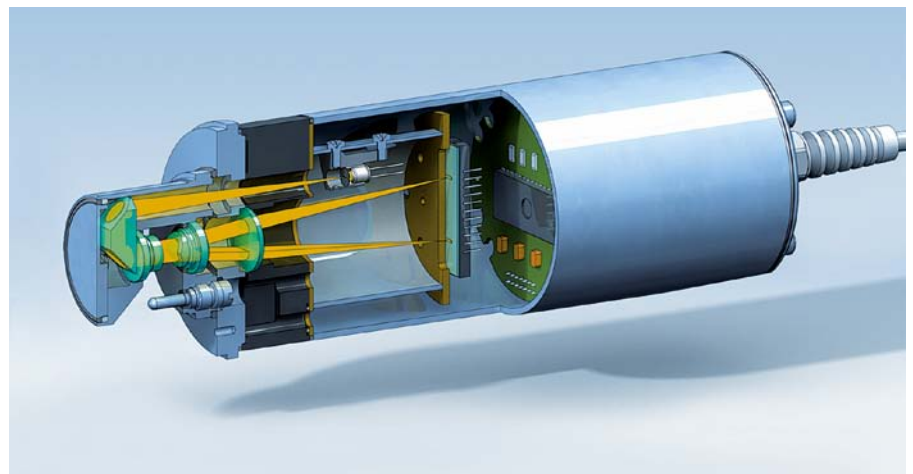
Niillä aloilla, missä taitekertoimen mitta-us on käytössä laboratoriolaitteena, käytetään refraktometrejä myös prosessi-instrumenttina; esimerkiksi elintarvike- ja juomateollisuudessa. Toinen merkittävä käyttöalue on kohteet, joissa yksinkertaisilla prosessianalysilaitteilla, esim. pH-mittaus, ei saada riittävää mittausefektiä aikaan. Läpivirtausrefraktometri on potentiaalinen vaihtoehto pH-mittauksille mm. kemian teollisuuden hankalissa sovelluksissa. pH-mittaukset vaativat tyypillisesti kalibroinnin noin 1–2 viikon välein. Sen lisäksi pH-anturit kuluvat ja vanhenevat ja ne pitää uusia säännöllisin välein. Läpivirtausrefraktometri PIOX R400 ei tarvitse säännöllistä uusintakalibrointia ja se toimii käytännössä ilman huoltotarvetta. Riittää, että nolapisteen pysyvyys tarkistetaan vuosittain tislattun veden avulla. Itsediagnostiikan avulla toiminnoilla on mahdollista optimoida signaalitasoa esimerkiksi lisäämällä valonlähteenä toimivan LEDin valotehoa silloin, kun prismalle syntyy tarttumia. Mittaus toimii suunnatulla valonsäteellä. Luotettavan toiminnan edellytyksenä on, että säde läpäisee mittausnäytteen. Läpivirtausrefraktometri mittaa taitekertoimen lisäksi lämpötilan ja signaalin amplitudin CCD-kennolla. Jälkimmäisen avulla on mahdollista ohjata anturin puhdistusta sovelluksissa, joissa tarttumat ovat erittäin voimakkaita. Tällä varmistetaan toiminnan luotettavuus kaikissa tilanteissa.

Sovelluksia ja laiterakenteita

Taitekerroin on aineominainen suure, jota on tutkittu ja dokumentoitu jo erittäin kauan. Useimmilla aineilla taitekerroin on selkeässä yhteydessä pitoisuuteen (vä-



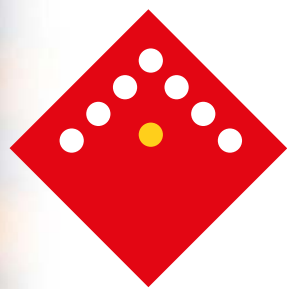
Taitekerroin on yleispätevä mittaus suure: Käyrästössä happojen, emästen, sokereiden ja alkoholien taitekertoimen riippuvuus konsentraatiosta.



Läpileikkaukkuva Fleximin PIOX® R400 -refraktometrissä.

kevyteen). Näin refraktometriä voidaan käyttää lähes yleispätevänä menetelmänä konsentraatiomittauksiin. Laajaa käyttöaluetta kuvaava, että se soveltuu esimerkiksi aniliinin konsentraatiomittauksiin, polymerisaatioreaktioiden seurantaan tai vaikkapa kantavierreveäkevyden mittaukseen oluen valmistuksessa. Laite- ja anturitekniikassa on saatavana rakenteita sekä putkisto- että säiliöasennuksiin erilaisin prosessiliitännöin. Lisäksi saatavana ovat erilaiset rakennevaihtoehdot hygieenisyyttä edellyttäviin kohteisiin elintarviketeollisuudessa. Korkealaatuinen safiiri anturioptikoissa takaa parhaan py-

syvyyden ja kemiallisen kestävyuden. Vasteajan lyhentämiseksi lämpötilan kompensointi toteutetaan suoraan näytevirtaukseen asennettuna nopean Pt1000-anturin avulla. Läpivirtausrefraktometri on mahdollista toteuttaa asennettuna lasiputkeen tai vuorattuun putkeen. On myös mahdollista valmistaa pieniä antureita PTFE-, PP- tai PEEK-materiaaleista niin, että niissä ei ole metalliosia kosketuksessa prosessiaineeseen. Räjähdyssuhteissa käytetään ATEX 0/1-tilaluokitettuja, luonnostaan vaarattomia rakenteita. ■

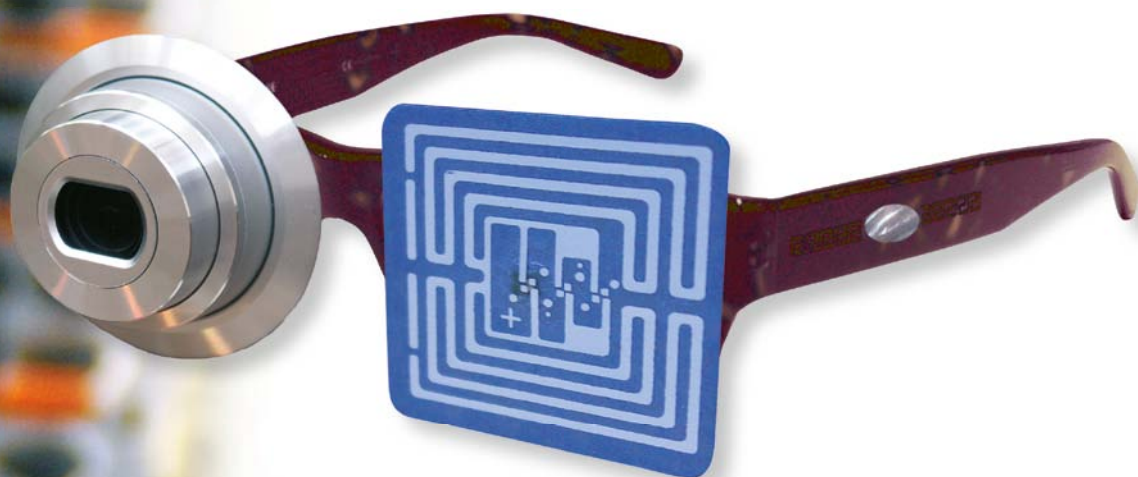


Automaatio

UUSIMMAT NÄKYMÄT

Automaatioalan tärkein ammattitapahtuma

Helsingin Messukeskus 4.-6.10.2011



Näy siellä, missä asiakkaasi ovat!

Tulevaisuuden tuotteet ja palvelut esitellään jälleen lokakuussa 2011 Suomen tärkeimmässä teknologia-alan tapahtumassa. Automaatio, ammattielektroniikan Elkom, teollisuuden sähkön Eltek, Hydrauliiikka & Pneumatiikka sekä koneenrakennusteollisuuden MecaTec muodostavat maan mahtavimman ammattimessujen kokonaisuuden. Tule mukaan!

Parhaat paikat ovat jaossa - varaa osastosi nyt.

Lisätietoja: myyntipäällikkö Sami Luukkanen
puh 09 150 9343, sami.luukkanen@finnexpo.fi

Katso lisää: www.automaatiomessut.fi

Yhteistyössä
Suomen Automaatioseura ry



www.automaatiomessut.fi


Suomen Messut