

KORROOSIOTA VOIDAAN MITATA VOIMA- JA SOODAKATTILOISTA "ON-LINE"



Olen vuosien varrella lukenut useita voimalaitoksiin liittyviä insinööri- ja diplomitöitä. Huomio on kiinnittynyt siihen, että varsin useassa työssä käsitellään ainakin jollakin tavoin voimalaitoksiin liittyviä korroosio- ja kerrostumaongelmia.

Mitä toimenpiteitä sitten lopulta tehdäänkään ongelmien poistamiseksi ja asioiden edistämiseksi?

Kuuma- ja kylmäkorroosio voimalaitoksilla

Korkean lämpötilan korroosio

Kuumakorroosiota alkaa esiintymään tyypillisesti silloin, kun poltossa syntyvien savukaasujen ja höyryjen lämpötila nousee yli 700 °C:een ja putkistojen seinämien pintalämpötila yli 400 °C:een. Korkean lämpötilan lisäksi korroosioon vaikuttavat syntyvien palo- ja savukaasujen sekä tuhkan koostumus. Etenkin kaasujen sisältämä korkea suolahappopitoisuus (HCl) ja metallikloridit, jotka kertyvät putkistoihin tuhkapartikkelien mukana, aiheuttavat korroosio- ja kerrostumaongelmia. Mitä enemmän klooria (Cl) esim. jätteenpolttolaitoksissa poltettava jäte sisältää, sitä enemmän polttoprosessin aikana syntyy HCl-kaasua. Klooriyhdisteiden lisäksi laitoksen savukaasut voivat sisältää mm. rikkidioksidia ja erilaisia sulfaatteja.

Pääasiallinen kuumakorroosimekanismeiksi jätteenpolttolaitoksissa on aktiivinen hapettuminen sekä saostumista johtuva korroosio, jonka aiheuttajana ovat sulat suolat ja/tai rikittyminen. Sulat suolat ovat yleensä haihtuvia kloridiyhdisteitä, jotka kondensoituvat savukaasujen joukosta putkien pinnalle joko nesteeksi tai kiinteäksi aineeksi. Kyseiset saostumat saattavat sisältää sulfaatteja ja alkaliklorideja, jotka voivat reagoida edelleen esimerkiksi rikkidioksidin (SO₂) kanssa.

Jätteenpolttolaitoksissa kuumakorroosio on ongelmana etenkin tulistinalueella ts. tulistinputkissa. Tulistimet toimivat alueella, jossa savukaasujen ja siten myös syntyvien höyryjen lämpötila on korkein. Mitä korkeampi höyryjen lämpötila on, sitä suurempaa on korroosio, koska suojaavien oksidikerrosten muodostumien vähenee merkittävästi. Tulistimilla korroosiotuotteena syntyy usein mustaa tiukasti sitoutunutta tuotetta, joka sisältää punaista hygroskooppista rauta(III)kloridia (FeCl₃).

Kylmään korroosio

Varsinkin rikkihappokorroosiota esiintyy kattilan loppupäässä ns. kylmäpäässä, eli ilman esilämmittimestä (luvo) aina savupiippuun saakka. Kattilan loppupäällä tarkoitetaan kattilan sitä osaa, jossa savukaasuista saatava lämpöenergia on saatu käytettyä kokonaan hyötykäyttöön, jolloin savukaasujen lämpötila pysyy suurin piirtein vakiona savupiippuun saakka. Rikkihapon synnylle otollisimmat paikat ovat lämpöpinnat, joiden lämpötila laskee alle 200 °C:n. Rikkihappohöyryä muodostuu tässä lämpötilassa, mutta se ei jää lämpöpinnoille ennen kuin lämpötila laskee

happokastepisteen alapuolelle. Happokastepiste on lämpötila, jossa happopisarat alkavat tiivistyä lämpöpinnoille. Korrosio alkaa, kun tämä ns. happokastelämpötila on alitettu (n. 110 - 150 °C) ja happopisarat alkavat tiivistyä pinnalle. Mikäli savukaasujen rikkioksidi (SO₂) konvertoituu rikkiotriksidiksi (SO₃), niin vesihöyry tiivistyy huomattavasti vesikastepistettä korkeammassa lämpötilassa muodostaen rikkiotriksidin kanssa rikkihappoa, jolloin rakenteet syöpyvät voimakkaasti.

Teoreettinen savukaasujen loppulämpötilan optimaalinen määritys, etenkin siten, että sitä voitaisiin käyttää prosessin ohjauksessa, on hankalaa. Jos ja kun on-line mittauksia ei ole, niin varsin yleisesti voimalaitoksissa savukaasulämpötilat pidetään korroosion pelon vuoksi liian korkealla. "Liian korkeassa" savukaasujen lämpötilassa kattilan hyötysuhde heikkenee, koska lämpöenergiaa menee kuumien savukaasujen mukana hukkaan. Vastapainelaitoksissa kaikista suurin vaikuttava tekijä hyötysuhteen laskulle on savukaasujen mukana hukkaan mennyt lämpöenergia, joka on suoraan verrannollinen savukaasujen loppulämpötilaan.

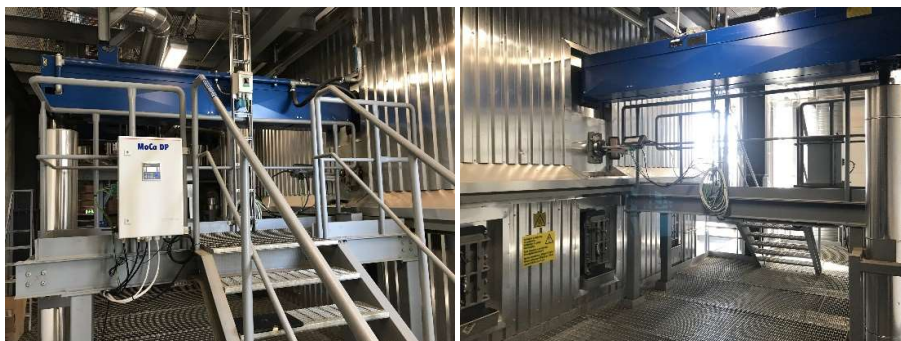
Savukaasujen loppulämpötilan laskeminen ilman mittauksia voi kuitenkin olla vielä hukkaan valuvan energian menetystä huomattavasti vaarallisempaa. Tärkeimmät savukaasujen komponentit mitkä vaikuttavat rikkihappokorroosioon ovat polttoaineen kosteus (vesipitoisuus) ja rikkioksidipitoisuus (SO₂). Savukaasujen kosteuteen ei juurikaan voida vaikuttaa, mutta rikkioksidien pitoisuuden voidaan.

Huomattavaa kuitenkin on siis se, että molemmissa tapauksissa eli liian korkea savukaasujen lämpötila tai liian alhainen savukaasujen lämpötila, menetetään rahaa.

Kylmään ts. luvojen toiminnan optimoimisella voidaan siten säästää merkittävästi rahaa. Mittauksiin sijoitetun investoinnin takaisinmaksuaika on lyhyt, joko hukkaenergia- tai rakenteita ts. kunnossapitokustannuksia säästämällä.

Voimalaitoksien kuuma- ja kylmäkorroosiota ts. rakenteiden korroosiorasitusta pystytään jatkuvatoimisesti mittaamaan.

Voimalaitoksen ns. kuumapään (tulistinalue) sekä kylmään (T<200C) materiaalien korroosionopeuksia voidaan mitata sähkökemiallisesti jatkuvatoimisesti. Mittausjärjestelmiä voidaan käyttää suoraan tai välillisesti apuna 24/7/365 kattilan seurannassa, optimaalisen toiminnan säätämisessä sekä esimerkiksi kunnossapitotöiden optimaalisessa suunnittelussa. Järjestelmillä pystytään paitsi seuraamaan rakennemateriaalien käyttäytymistä vallitsevissa olosuhteissa, tutkimaan lisäksi myös muita mahdollisia rakennemateriaaleja. Materiaalien käyttäytymistä voidaan tutkia eri lämpötiloissa, etsiä materiaalin kriittistä lämpötilaa tai esimerkiksi tutkia kerrostumien muodostumisnopeutta. Mittaukset antavat jatkuvaa informaatiota voimalaitoksen rakenteisiin kohdistuvista korroosiorasituksesta ja vallitsevasta tilasta. Kun sähkökemiallisten mittausten rinnalle liitetään vielä painohäviöön perustuva tarkkailu määrävälein, saadaan erittäin luotettavia tuloksia kattilan rakenteisiin kohdistuvasta korroosiosta – ilman seisokkia. Alla pari valokuvaa asennetusta MoCo DP järjestelmästä.



MoCo SH™ järjestelmä on tarkoitettu kattilan tulistinalueen jatkuvatoimiseen korroosioseurantaan. **MoCo DP™** on tarkoitettu kattilan kylmään korroosioseurantaan ja turvallisen kylmään prosessin optimaalisen energiatehokkaan ajolämpötilan määrittämiseen.

Järjestelmät voivat toimia myös automaattisesti suoranaisina ohjaavina järjestelminä, kuten esimerkiksi **MoCo DP Tcontrol** järjestelmä, joka mittaa jatkuvasti kylmään kriittistä happokastepisteen lämpötilaa, johon vaikuttavat pääasiassa polttoaineen kosteus ja SO₂ pitoisuus. Järjestelmä voidaan kytkeä säättämään automaattisesti kylmään (luvo) ilman esilämmittimen optimaalista energiatehokasta toimintaa. Lisää tietoa löytyy www.coresto.fi

Mittauksilla ja muutoksilla toimintatavoissa voidaan saada aikaan välitöntä säästöä

Voimalaitoksien ajo, kunnossa- ja käynnissä pito on vaativaa monimutkaista työtä ja vaatii laitosmiehiltä suurta ammattitaitoa. Kuitenkin useilla laitoksilla toimintatavat ovat juurtuneita ja asiat hoidetaan ja toistetaan aina niin kuin ennenkin. Muutoksille ei anneta sijaa tai niihin ei uskota. Esimerkiksi kylmään lämpötilaa pidetään vakiona ”riittävän korkealla”, joka sinänsä on ihan ok. Kuitenkin kastepisteen esiintyminen ts. kriittinen lämpötila ei ole vakio, johtuen polttoaineen kosteuden ja rikkipitoisuuden muutoksista. Näin menetetään lähes jatkuvasti energiaa.

Voimalaitoksien rakenteet syöpyvät – vähemmän tai enemmän ja valitettavan usein ennalta arvaamattomasti. Ennalta suunnittelemttomat korjaustyöt ovat yleensä aina huomattavasti kalliimpia tuotannon menetyksistä puhumattakaan. Korjaukset tehdään varsin usein kiireestä (ja saatavuudesta) johtuen samoilla materiaaleilla ja korjauksen jälkeen voimalaitosta ajetaan kuten ennenkin.

Laitoksilla, joissa tulistin- ja happokastepisteen määrittämisen korroosiomittausjärjestelmiä on jo käytössä, tiedetään, että jatkuvatoimisesta informaatiosta voi olla merkittävää hyötyä laitoksen kunnossapitoon ja polttoprosessin optimointiin. Viimeistään korjaustöiden yhteydessä asennettavien uusien mittausten avulla tilannetta pystyttäisiin seuraamaan ja pienillä ajotapamuutoksilla (materiaalit, lämpötilat, polttoaineet) tapahtuneet tilanteet voitaisiin ennaltaehkäistä sekä kattilan materiaalien käyttöikää voitaisiin parhaimmalla tapauksella jatkaa jopa vuosilla. Korroosion mittausjärjestelmään tehty investointi voi maksaa itsensä takaisin hyvin nopeasti, kun mahdolliset ongelmat havaitaan ajoissa ja siten voidaan säästää suuria summia rahaa.

Laitoksen korroosiota ja kerrostumien muodostumia voidaan hillitä optimoimalla kattilan toimintaa (materiaalit, lämpötilat, polttoaineet, jne.). Lisäksi korroosiota ja kerrostumia voidaan vähentää em. turpeen avulla, niin pitkään kuin sitä voidaan käyttää ja sitä on saatavilla. Tilastokeskuksen mukaan Suomessa voimalaitoksien sähkön ja lämmön yhteistuotanto on merkittävin sähköntuotantomuoto; vuonna 2009 36 prosenttia sähköntuotannosta tuotettiin yhteistuotannolla. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto on taloudellisesti järkevää kylmätalvisissa ilmastoissa, kuten Pohjois- ja Itä-Euroopassa. Turpeen käytöstä luopumisesta voimalaitoksien polttoaineena on keskusteltu pitkään ja siitä haluttaisiin luopua kokonaan. Kuitenkin kotimaisen turpeen (sisältää rikkiä) käyttö pienenä seososana polttoainetta (noin 8-15%) parantaa edelleen merkittävästi kattilan hyötysuhdetta puhdistamalla lämpöpintoja sekä alentaen merkittävästi korroosiota. Kattilan hyvä hyötysuhde ja optimaalinen toiminta alentaa lopulta kattiloiden päästöjä. Pienenkin turvemäärän lisäyksen positiivinen vaikutus kattilan toimintaan on yksiselitteinen - onko siten yhteiskunnallisesti turpeen käytöstä täydellisesti luopuminen välttämättä järkevää?

Turpeen inhihoivaa (rikki) vaikutusta voidaan nyt ja tulevaisuudessa kuitenkin korvata esim. kattilaan syötettävillä rikkigranulaateilla. Lisäaineiden vaikutuksia kattilan optimaaliseen toimintaan voidaan seurata jatkuvatoimisella korroosiomittauksella ja säätää lisäaineiden (esimerkiksi rikkigranulaatit) annostelua.

Kiteytettynä:

Voimaitoksien toimintaa ja kunnossapitoa voidaan optimoida korroosiomittauksien avulla ja iso osa piilo-ongelmista voidaan välttää, kun tiedetään jatkuvasti, mitä kattilan sisällä tapahtuu!

Siteeraan lopuksi Albert Einsteinin hulluuden määritelmää:

”Teet saman asian uudelleen ja uudelleen, mutta odotat eri tuloksia.”

Lopetetaan tämä ”hulluus” – yhdessä - tänään!



Savonlinna 11.9.2020

Kari Kärkkäinen
CEO, Coresto Oy