

TURUN PARI OY

PALAMISPROSESSIN LÄMPÖSÄTEILYN TEHOKKUUDEN MUUTOS

MUISTIO PARI POLTTOÖLJYJEN LISÄAINEEN KÄYTTÄJILLE

Ville Valkama

4.8.2010

Sisältö

Alkusanat	3
Aistinvaraisesti havaittavia muutoksia	3
Lämmön siirtymiselle ominaisia seikkoja	4
Liekin lämpötilan vaikutus säteilytehoon ja energiatehokkuuteen	5
Säteilylämmön huomiointi prosesseissa	6
Kirjallisuusviittausten lähteet	7

Alkusanat

Tiivistämme tässä muistiossa muutaman oleellisen seikan palamistapahtumien muutoksista, kun PARI polttoöljyjen lisäaine otetaan tuotantoprosessissa käyttöön. Näillä yksityiskohdilla on huomattava merkitys siihen miten hyvin energiankulusta lopputuoteyksikköä kohden saadaan vähennettyä.

Myöhemmin tekstissä tulevat lähdeviittaukset tukevat vahvasti PARI polttoöljyjen lisäaineesta annettuja asiakaslausuntoja. Tarkoituksenamme on antaa asiakkaillemme parhaat mahdolliset eväät nostaa tuotannon kapasiteettia ja vähentää energian kulutusta!

Aistinvaraisesti havaittavia muutoksia

Ensimmäinen silmällä havaittava muutos liekissä on se, että nk. pumppaus- ja väreilyilmiö vähenee huomattavasti jolloin liekki palaa vakaammin. Vakautumisen lisäksi liekki myös lyhenee, koska öljy palaa lyhyemmässä ajassa. Näin ollen liekki mahtuu aiempaa paremmin tulipesään / rumpuun. Tämän lisäksi myös öljy palaa vähemmällä ilma määrällä, joka johtaa savukaasuhäviöiden laskuun.

Savukaasuhäviöiden vähentymisen lisäksi energiansäästön ja tuotantokapasiteetin kasvun kannalta huomattavasti tärkeämpi asia on tiedostaa, että liekin säteilylämpönä luovuttama energiamäärän osuus kasvaa. Tämä on useimmissa prosesseissa, kuten kattilalaitoksissa, hyvin selkeästi havaittavissa liekin värin ja kirkkausasteen muutoksena.

Lämmön siirtymiselle ominaisia seikkoja

Lainaamme lyhyesti kirjan Poltto ja palaminen, toinen täydennetty painos (toimittajat Raiko, Saastamoinen, Hupa ja Kurki-Suonio). Lainaukset ovat sivunumeroilta 79 sekä 99.

Haluamme ensin täsmentää lämmönsiirron muotoja (s. 79).

"Lämmönsiirto on yhteinen nimitys kahdelle energiansiirtymismuodolle:

a) Energiansiirto molekylaarisessa johtumisen muodossa

b) Energiansiirto sähkömagneettisessa säteilyn muodossa

Kummallekin muodolle on edellytyksenä lämpötilaero, ja lämmönsiirron suunta on korkeammasta lämpötilasta matalampaan"

Muutama tärkeä huomio sähkömagneettisesta säteilystä (s. 99).

"Jokainen aine tai kappale lähettää eli emittoi sähkömagneettisen säteilyn muodossa energiaa ympäristöönsä, ja toisaalta se myöskin vastaanottaa eli absorboi ainakin osan siihen osuvasta säteilystä. Lämpösäteily on siis eräs energiansiirron muoto, ja toisin kuin lämmön johtuminen se ei edellytä väliainetta, vaan etenee tyhjiön läpi häviöttä ja suoraviivaisesti"

Lisäksi huomioikaamme myös seuraava toteamus saman sivun keskivaiheilta (s.99)

"Polttoprosessien lämpötila-alueella on lämpösäteily usein dominoiva energiansiirtomuoto"

Liekin lämpötilan vaikutus säteilytehoon ja energiatehokkuuteen

Sähkömagneettisen säteilyn voimakkuutta mitataan yksiköllä W/m^2 . Säteilyvoimakkuudelle on ominaista, että sen kasvu on suoraa verannollista pinnan absoluuttisen lämpötilan neljänteen potenssiin kaavan,

$$M = \varepsilon\sigma T^4$$

mukaisesti jossa ε on pinnan emissiivisyys, σ on *Stefanin ja Boltzmannin vakio* (kerroin ei siis muutu koska se on vakio), sekä T lämpösäteilyä lähettävän pinnan lämpötila Kelvin-asteikolla. Lähteenä on käytetty teosta Tekniikan Fysiikka 1 (tekijä Kari Suvanto), sivu 461.

Teoksessa Palofysiikka (Tekijät Veli Hyttinen, Pertti Tolonen ja Timo Väisänen) mainitaan sivulla 78 seuraavaa:

"Saman kappaleen emissiosuhde ja absorptiosuhde ovat yhtä suuret eli $\varepsilon = \alpha$. Vaikka musta kappale on teoreettinen käsite, niin useissa tapauksissa päästään käytännössä lähelle sitä. **Esimerkkinä tästä on liekipinta. Japanilaisten tutkimusten mukaan liekipinnan emissiosuhde on yksi.**"

Edellä olevassa lainauksessa mainittu musta kappale tarkoittaa esinettä, joka pystyy absorboimaan (ja näin ollen myös emittoimaan) kaiken siihen kohdistuvan säteilytehon. Lisäksi aikaisemmin emissiivisyydeksi kutsuttua suuretta nimitettiin nyt nimellä emissiosuhde, joka kuvanneekin ko. suhdelukua parhaiten.

Koska liekipinnan emissiosuhde on yksi, jää näin ollen säteilytehon kaavaan muuttuviksi tekijöiksi enää lämpötila T , joka siis ilmoitetaan Kelvin-asteikolla sekä suoritetaan laskettaessa neljänteen potenssiin. Joten liekin lämpötilan kasvu vaikuttaa erittäin voimakkaasti säteilytehokkuuden kasvuun liekissä!

Asteet (°C)	T^4 (K)	Lämpösäteily teho (W/m ²)
900	1,89415E+12	107407,73
950	2,2383E+12	126922,97
1000	2,62735E+12	148984,01
1050	3,06504E+12	173803,16
1100	3,55526E+12	201601,28

Taulukko 1. Lämpösäteilyn tehon muutos liekin lämpötilan muutoksena.

Esimerkkilasku 900 °C:lla taulukkoon 1. :

$$M = \varepsilon\sigma T^4 = \left(1 \times 5,6705 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 \times K^4} \times (1173,15K)^4\right) \approx 107407,73 \frac{W}{m^2}$$

Säteilylämmön huomiointi prosesseissa

Koska poltettavasta öljystä vapautuu PARI polttoöljyjen lisäainetta käytettäessä huomattavasti tehokkaammin säteilylämpöä, olisi sen ominaisuudet hyvä tiedostaa myös kaikissa prosesseissa. Säteilylämmön suoraviivaisuudesta ja väliaineriippumattomuudesta lämmön siirrossa voidaan käyttää hyvänä esimerkkinä uimarannan hiekkaa aurinkoisena hellepäivänä. Suorassa auringon paisteessa olevan hiekan lämpötila on ilman lämpötilaa korkeampi.

Vastaavanlainen ilmiö on mahdollinen mm. erilaisissa rumpukuivaus prosesseissa, kun tuotantoa ohjataan kuivattavan tuotteen pintalämpötilamittauksen avulla. Kuivattava tuote voi PARIn käyttöönoton jälkeen olla huomattavasti kuivempaa tai vastata huomattavasti tarkemmin pintalämpötilaansa koko läpileikkauksensa matkalta kuin aiemmin. Höyrykattilalaitoksissa vastaavasti höyry on laadultaan huomattavasti aiempaa parempaa vähemmällä öljymäärällä.

Miksi säteilylämmön tehokkuuden muutos sitten tekee niin radikaalin muutoksen? Mielestämme erinomainen vastaus tähän kysymykseen löytyy teoksesta Poltto ja Palaminen, edelleen sivulta 99. Lainaamme sitä nyt sanasta sanaan:

"Yksiatomiset ja kaksiatomiset symmetrismolekyyliset kaasut kuten H_2 , N_2 ja O_2 ovat lämpösäteilyä täysin läpäiseviä. Sen sijaan esim. CO_2 , CO , SO_2 ja vesihöyry H_2O sekä emittoivat että absorboivat lämpösäteilyä. Tämä ns *kaasun säteily* on otettava huomioon, jos kyseisen kaasun osapaine on suuri tai kaasukerroksen paksuus merkittävä."

Eli lämpöenergian säteilytehokkuuden kasvu mahdollistaa nopeamman lämpötilan nousun, lyhyemmät keitto- ja kypsennysajat sekä kuivausprosessien tehostumisen. Kaikki edellä mainitut tekijät tarkoittavat lyhykäisyydessään sitä, että tuotantokapasiteetti ja energiatehokkuus kasvavat.

Muutamien sellaisten asiakkaiden kirjoittamia lausuntoja, jotka ovat saaneet PARI polttoöljyjen lisäaineen mahdollistaman säteilylämmön tehon lisäyksen hyödyksi osittain tai suoraan tuotantoonsa voitte lukea osoitteessa <http://www.tulitehoa.fi/lausunnot.php> .

Ystävällisin terveisin,

Turun Pari Oy

Ville Valkama

ville.valkama@turunpari.fi

010-4224794 / 044-2600684

Turun Pari Oy

4.8.2010

Isoniityntie 139
21380 Aura

Puh. 010-4224790
Fax. 02-7633200

<http://www.tulitehoa.fi>
turunpari@turunpari.fi

Kirjallisuusviittausten lähteet

Poltto ja palaminen, toinen täydennetty painos

Julkaisija: International Flame Research Foundation - Suomen kansallinen osasto

Toimittajat: Risto Raiko, Jaakko Saastamoinen, Mikko Hupa, Ilmari Kurki-Suonio

Palofysiikka, 3. uusittu painos, 2008

Julkaisija: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö

Tekijät: Veli Hyttinen, Pertti Tolonen ja Timo Väisänen

Tekniikan Fysiikka 1, 1.-2. painos

Julkaisija: Edita Publishing Oy

Tekijä: Kari Suvanto