

O Pisto/EPT

24.1.2008

1 (4)

Suomen Soodakattilayhdistys ry

KESTOISUUSTYÖRYHMÄN KOKOUS I/2008

AIKA 23.1.2008 klo 12.00 – 17.00

PAIKKA Radisson SAS Royal Hotel, Vaasa

OSALLISTUJAT	Reijo Hukkanen	Stora Enso Oyj, Oulun tehdas, pj.
	Tapio Huuska	Oy Metsä-Botnia Ab, Kemi
	Esa Ilves	Inspecta Oy
	Lasse Koivisto	Andritz Oy, Varkaus
	Lauri Mattila	UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari
	Matti Salmela	Metso Power Oy, Tampere
	Markus Nieminen	Pöyry Forest Industry Oy, Vantaa
	Outi Pisto	Pöyry Forest Industry Oy, Vantaa, siht.

Sunilan vaurioita käsiteltäessä:

Tero Arvilommi	Sunila Oy, Kotka
Martti Alppirinne	Sunila Oy, Kotka

LIITE I	VTT:n tutkimusraportti: Sanicroevän säröily
LIITE II	KLTK-ohjeet

JAKELU

Tiedotetaan sähköpostilla:

(46)

(10) Kestoisuustyöryhmä

(12) Hallitus

(21) Vaurioraportoinnin yhdyshenkilöt

(3) Arkisto EPT/OMP/SEK

1 POISSAOILOILMOITUKSET

Kalle Salmi, Jorma Viinikainen, Pekka Pohjanne, Ville Valta ja Hannu Hänninen olivat estyneitä osallistumaan kokoukseen. Kalle Salmen tilalla kokoukseen osallistui Matti Salmela.

2 ASIALISTA

Asialista hyväksyttiin muutoksitta.

3 VAURIOT

Sunilan vauriota käsiteltäessä kokouksessa oli paikalla Tero Arvilommi ja Martti Alppirinne kertomassa tehtaan vaurioista.

Tulevaisuudessa pyritään siihen, että jokaisessa kokouksessa olisi vieraileva käytönvalvoja.

3.1 4/2007 SE Oulu

Pohja-alueet tulee tarkastaa, vaikka pohjamateriaali olisi Sanicro 38 tai vastaava materiaali. Havaitut säröt on Alloy 825 -materiaalissa, joka on yleistynyt evämateriaalina. Yleensäkin 825 compound-materiaaleissa säröjä ei ole löytynyt tietävästi missään.

Vaurioon voi olla vaikutusta evän leveydellä, joka on suurempi kuin uudemmissa kattiloissa.

VTT:n tutkimusraportti vauriosta liitteenä I.

3.2 6/2007 Sunila

Vaurion perussyynä on ollut lipeän hallitsematon syöttömäärä käynnistyksessä johtuen Honeywellin automaatiojärjestelmän ominaisuudesta, jossa mittausarvo lukitaan viimeiseen järkevään arvoon anturihälytyksestä. Tulipesänpaine pääsi nousemaan hallitsemattomasti.

Tehtaan esittämien asioiden lisäksi suositellaan, että polttolipeän säätöä 0-ohjauksella on parannettava sekä suositellaan Honeywellin järjestelmässä olevien tärkeitten säätöpiirien täydentämistä siten, että anturihälytys lukitsee mittausarvon ylä- tai alamittausarvoon. Näin säätöpiirien toimintasuunta pysyy oikeana.

3.3 7/2007 Sunila

Ruiskutasojen automaatiokaapelit ja ohjausilmaputket on suojattava tai rakennettava metalliputkesta.

Automaattisia voitelulaitteita käytettäessä tulee huolehtia, ettei pitkällä ajanjaksolla moottoreihin ei kerry haitallista määrää rasvaa.

Moottorityypin soveltuvuus taajuusmuuttajaan on tarkastettava aina moottorivaihdon yhteydessä.

3.4 8/2007 Oy Metsä-Botnia Ab, Joutseno

Nuohojen aiheuttama värähtely savukaasujen virtaussuunnassa johtuen rikkoontuneesta putken tuennasta,

3.5 9/2007 Sunila

Rakenteesta johtuvat vaurioituneeseen putkeen syntyneet lisäjännitykset ovat aiheuttaneet vaurioputken väsymisen. Vastaava rakenne on yleisesti parannettu sallimaan levyvaipan ja paineastian väliset liike-erot.

3.6 10/2007 UPM-Kymmene Tervasaari

Kyseessä on sulfiittikattilan 3. (kuumin) eko, jossa materiaalin lämpötila on hyvin lähellä happaman korroosion maksimi lämpötila-aluetta. Nuohojen lähialueilla putket on vapaita kerrostamista ja siten suolakorroosion lämpötila on lähellä vesilämpötilaa.

Vaurio ei ole yleistettävissä soodakattiloilla.

4 KLTK-OHJEIDEN PÄIVITYS

Käsiteltiin Reijo Hukkasen kommentteja KLTK-ohjeeseen, liite II. Päivitys jatkuu vuonna 2008 ja ohjeiden päivitykseen on budjetoitu 3.000 €.

5 TYÖRYHMÄN KOKOONPANO VUONNA 2008

Työryhmän kokoonpanossa ei muutoksia vuonna 2008.



6 MUUT ASIAT

Ei muita asioita

7 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokous pidetään 2.4.2008 klo 10 Pöyryllä Vantaalla.

Vakuudeksi

Outi Pisto

Liite I

VTT:n tutkimusraportti vauriosta 4/2007

Tilaaja Stora Enso Oyj
Oulun tehdas
Reijo Hukkanen
Nuottasaarentie
90120 Oulu

Tilaus 4500615700 / 28.5.2007

Yhteyshenkilö VTT:ssä **VTT**
Erikoistutkija Pekka Pohjanne
Kemistintie 3, Espoo
PL 1000, 02044 VTT
Puh. 020 722 6863
Faksi 020 722 7002
Sähköposti Pekka.Pohjanne@vtt.fi

Tehtävä **Soodakattilan pohjaputkien Alloy 825 evän vauriotutkimus**

Tehtävä Selvittää soodakattilan pohjaputkien Alloy 825 evän säröilyn syy.

Näytteet Tilaajan 30.5.2007 toimittama soodakattilan pohjasta leikattu eväpala, koko (leveys x pituus x paksuus) n. 10 mm x 70 mm x 6 mm.

Saadut asiatiedot Kyseinen Alloy 825 (UNS N08825) tyyppinen runsasnikkelinen levymateriaali on ollut käytössä soodakattilan HR11N compoundpohjaputkien evissä 15.9.2006 alkaen. Toukokuun 2007 vuosiseisokin yhteydessä tehdyssä pohjaputkien tunkeumanestetarkastuksessa havaittiin ko. materiaalista valmistetuissa evissä säröindikaatioita kolmella alueella. Tutkimuksiin toimitettu näytepala on otettu pohjaputkien 75 ja 76 välisestä evästä keskeltä vaurioaluetta, joka sijaitsee keon alla. Tarkastuksessa ei havaittu säröjä 27.6.2001 käyttöön otetuissa HR11N compoundpohjaputkissa, joiden evämateriaalina on myös Alloy 825 tyyppinen compoundlevymateriaali.

Pohjaputkien hitsaukset on tehty asianmukaisesti noudattaen materiaalinvalmistajien antamia ohjeita. Hitsauspöytäkirjojen mukaan käytetyissä hitsausparametreissa ei ole raportoitu eroja ehjän ja vaurioituneen kohdan välillä eikä viitteitä sellaiseen silmämääräisesti ole.

Tehdyt tutkimukset Eväpala valokuvattiin, tutkittiin stereomikroskoopilla ja sille tehtiin fluoresoiva tunkeumanestetarkastus säröjen havaitsemiseksi ennen näytteen paloittelua metallografisia tutkimuksia varten. Evämateriaalien rakenteen ja säröilyn syyn selvittämiseksi eväpalasta valmistettiin poikkileikkaushie. Poikkileikkaushietä tutkittiin optisella metallimikroskoopilla.

Evämateriaalin kemiallinen koostumus määritettiin elektronimikroskoopiin (SEM) liitetyllä energiadiispersiivisellä röntgenmikroanalysaattorilla (EDS),

jolla voidaan havaita boori (B) ja sitä raskaammat alkuaineet. Analyysit tehtiin evän poikkileikkaushieestä. Lisäksi poikkileikkaushieestä mitattiin evämateriaalin Vickers-kovuudet (HV5).

Tulokset

Energiadisersiivisellä röntgenmikroanalysaattorilla (EDS) määritetty evämateriaalin kvantitatiivinen kemiallinen koostumus on esitetty taulukossa 1. Analyysin mukaan kyseessä on Alloy 825 (UNS N08825 38,0-46,0 %Ni, 19,5-23,5 %Cr, 2,5-3,5 %Mo, 0,6-1,2 %Ti, 0,2 %Al, 1,0 %Mn, 0,5 %Si, bal. Fe) tyyppinen materiaali.

Makrokuva vaurioituneesta evästä on kuvassa 1. Kuvaan on merkitty kohta, josta poikkileikkaushie tehtiin. Fluoresoivassa tunkeumanestetarkastuksessa evämateriaalissa havaittiin paljon poikittaisia säröjä (kuva 2). Evän hitseissä ei todettu säröindikaatioita.

Evästä valmistetussa poikkileikkaushieessä säröt näkyivät hyvin (kuva 3). Kaikki säröt ovat ydintyneet evän soodakattilan tulipesän puoleiselta pinnalta. Suurimpien säröjen syvyydet olivat luokkaa 0,3 - 0,5 mm pienimpien säröjen syvyyksien ollessa noin 0,06 mm.

Valokuvia evämateriaalin mikrorakenteesta on esitetty kuvassa 4. Mikrorakenteen nykyiset raerajat eivät syöpyneet poikkileikkaushieen syövytyksessä, joten evämateriaalissa ei ole tapahtunut herkistymistä. Sen sijaan evämateriaalin vanhoissa raerajoissa havaittiin syöpymistä, joka viittaa viimeisen liuotushehkutuksen epäonnistumiseen.

Esimerkkejä säröistä poikkileikkaushieen syövytyksen jälkeen on kuvassa 5. Kaikki todetut säröt etenevät nykyisen rakenteen raerajoja pitkin ja ovat ulkonäkönsä perusteella jännityskorroosion aiheuttamia raerajajännityskorroosiosäröjä. Evän tulipesän puoleisessa pinnassa ei todettu merkkejä korroosiosta.

Poikkileikkaushieestä mitatut kovuudet on esitetty taulukossa 2. Evän tulipesän puoleisen pinnan kovuus on jonkin verran suurempi kuin keskiosan kovuus, mikä on tyyppillistä muokatulle materiaalille.

Tulosten tarkastelu

Vaurioituneen evän materiaali on Alloy 825 tyyppinen runsasnikkelinen seos, kuten pitääkin. Metallografisten tutkimusten mukaan evämateriaalin viimeistä liuotushehkutusta ei ole tehty asianmukaisesti. Liuotushehkutus on jäänyt vajaaksi, joko liian lyhyen hehkutusajan tai matalan lämpötilan takia, jolloin kaikki raerajakarbidit eivät ole ehtineet liueta. Tutkimuksissa tämä näkyi vanhojen herkistyneiden raerajojen syöpymisenä.

Laboratoriokokeissa Alloy 825 tyyppisellä materiaalilla on todettu rakeiden läpi etenevää jännityskorroosiota (TGSCC, transgranular stress corrosion cracking) kuumissa ja kiehuissa alkalisissa sulfidiliuoksissa (mm. Pohjanne et al. 2002), jännityskorroosioriskin ollessa suurempi kylmämuokatulla kuin

hehkutetulla materiaalilla (Keiser et al. 2002, Kish et al. 2004 ja Kish 2007). Myös herkistyminen heikentää Alloy 825 materiaalin jännityskorroosionkestävyyttä alkalisissa sulfidiliuoksissa, joskin sen vaikutus on pienempi kuin kylmämuokkauksen (Keiser et al. 2002, Kish et al. 2004 ja Kish 2007).

Käyttökokemukset Alloy 825 tyyppisistä komppoundputkista soodakattiloissa ovat hyviä (Keiser 2007a, b). Tähän mennessä Alloy 825 komppound pohjaputkissa tai evissä ei ole havaittu säröjä. Hyvin pieniä säröjä on havaittu muutamien kattiloiden sula-aukkojen putkissa, mutta ei evissä. Säröjä on myös havaittu kahdessa kattilassa primääri-ilma-aukkojen alaosissa. Tyypillistä kaikille tähän mennessä havaitulle säröille on ollut se, että ne ovat edenneet rakeiden läpi, eikä raerajoja pitkin. Soodakattiloissa käytössä olevista komppoundputkimateriaaleista raerajoja pitkin eteneviä säröjä on tähän mennessä todettu vain voimakkaasti kylmämuokatussa Alloy 625 materiaalissa.

Tutkimusten mukaan evämateriaalin säröilyn syy on raerajajännityskorroosio (IGSCC, intergranular stress corrosion cracking), mutta sen aiheuttajasta ei ole tällä hetkellä varmuutta. Metallografisten tutkimusten mukaan evämateriaali ei ole herkistynyt pohjapaneelien hitsauksen yhteydessä tai käytönaikana. Vajaaksi jääneellä liuotushehkutuksella ei ilmeisesti ole ollut vaikutusta säröilyyn, sillä kaikki todetut säröt etenevät nykyisen rakenteen raerajoja pitkin. Kovuusmittausten perusteella evämateriaalia ei ole kylmämuokattu, sillä mitatut kovuudet vastaavat kirjallisuudesta hehkutetulle Alloy 825 materiaalille saatavia arvoja (Taulukko 3).

Taulukko 1. Vaurioituneen evämateriaalin kemiallinen koostumus. Analyysi on tehty energiadiispersiivisellä röntgenmikroanalysaattorilla.

<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>Al</i>	0.26	+/- 0.05	0.54	+/- 0.09
<i>Si</i>	0.58	+/- 0.07	1.15	+/- 0.14
<i>Ti</i>	0.92	+/- 0.05	1.08	+/- 0.06
<i>Cr</i>	23.36	+/- 0.21	25.23	+/- 0.23
<i>Mn</i>	1.10	+/- 0.12	1.12	+/- 0.12
<i>Fe</i>	30.48	+/- 0.32	30.65	+/- 0.32
<i>Ni</i>	38.38	+/- 0.46	36.72	+/- 0.44
<i>Cu</i>	2.07	+/- 0.18	1.83	+/- 0.16
<i>Mo</i>	2.86	+/- 0.18	1.67	+/- 0.10
<i>Total</i>	100.00		100.00	

Taulukko 2. Kovuusmittausten tulokset. Mittaukset tehtiin 1 mm:n välein kolmesta kohdasta evän paksuuden funktiona.

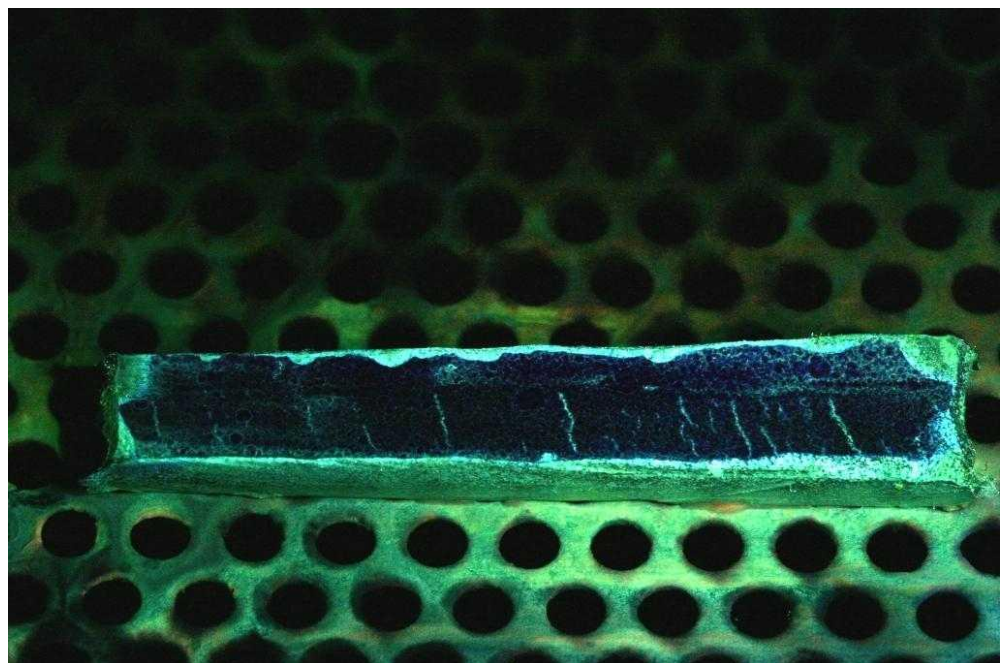
	Kovuus, HV5			
	1.piste	2.piste	3.piste	ka.
Tulipesän puoleinen reuna	175,4	177,1	179,9	177,5
¼ evän paksuudesta keskelle päin	174,7	171,7	170,9	172,4
Evän keskeltä	159,7	160,1	162,1	160,6

Taulukko 3. Kirjallisuudesta saatuja kovuusarvoja Alloy 825 materiaalille.

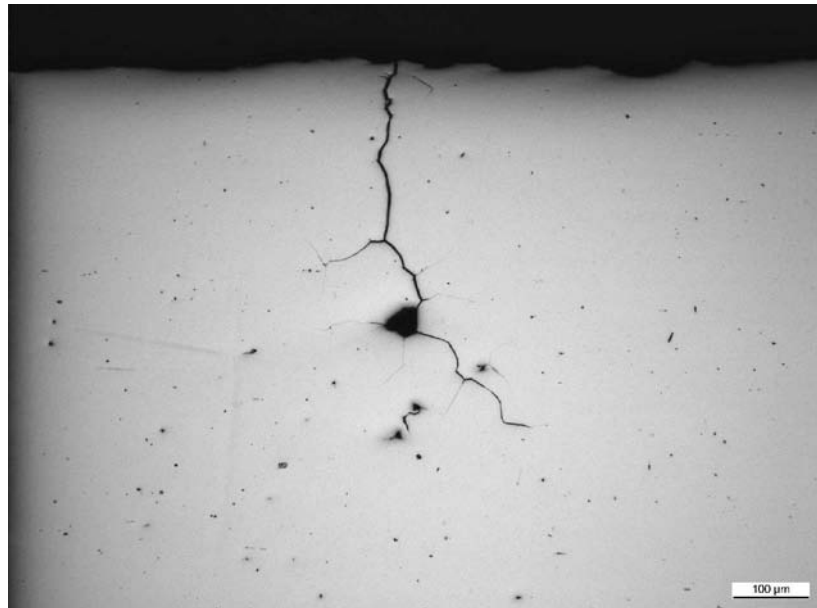
Alloy 825 – hehkutettu (Rebak 2004)	85 HRB (172 HV)
Alloy 825 – kylmämuokkauksen vaikutus (mikrokovuusmittaukset, Kish 2007)	166 HV (0% kylmämuokkaus) 355 HV (50% kylmämuokkaus)



Kuva 1. Makrokuva vaurioituneesta evästä.



Kuva 2. Makrokuva evämateriaalissa tunkeumanestetarkastuksessa todetuista säröistä.

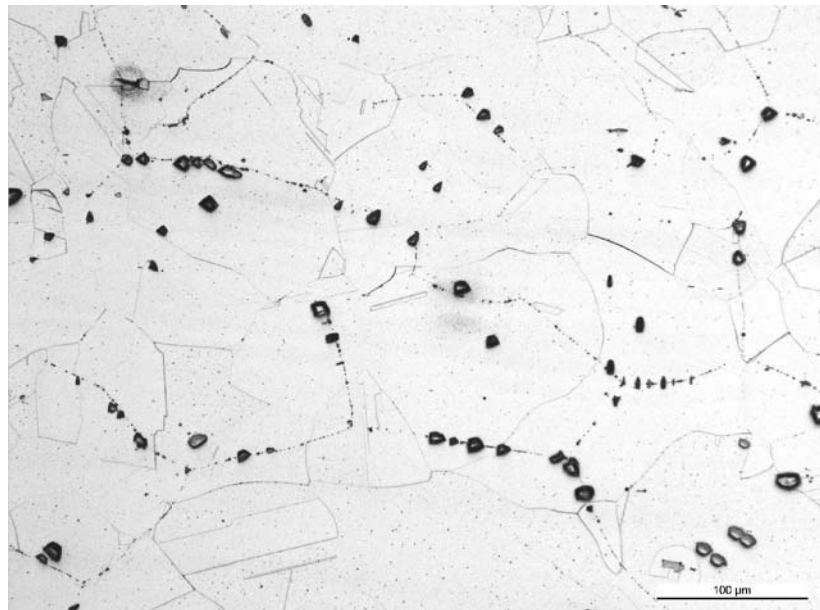


a)

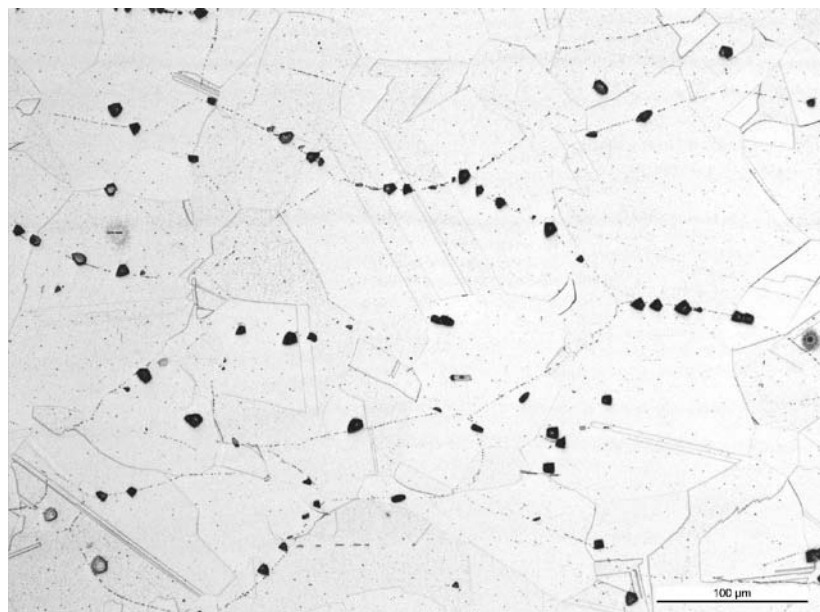


b)

Kuva 3 a ja b). Esimerkkejä poikkileikkaushieessä todetuista tyypillisistä haarautuneista suurista säröistä.

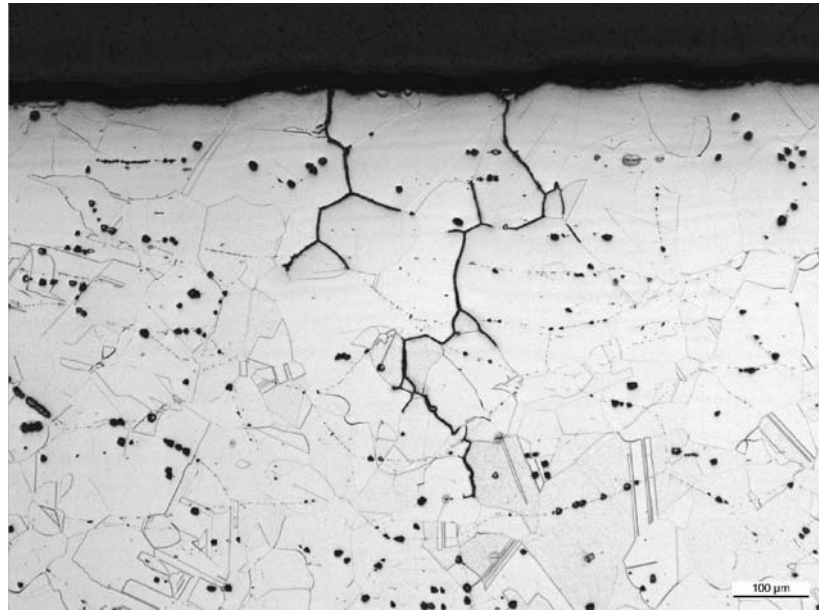


a)

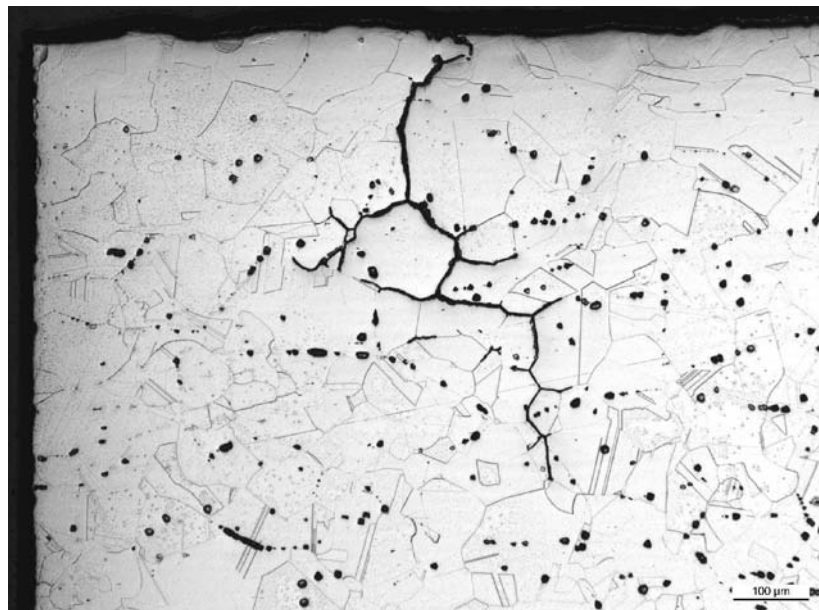


b)

Kuva 4 a) ja b). Valokuvia vaurioituneen evän mikrorakenteesta syövytyksen jälkeen.



a)



b)

Kuva 5 a) ja b). Valokuvia poikkileikkaushieessä havaituista suurista säröistä syövytyksen jälkeen.

Yhteenveto

Vaurioituneen evän materiaali on Alloy 825 (UNS N08825) tyyppinen runsasnikkelinen seos. Evämateriaalin säröilyn syy on raerajajännityskorroosio, mutta sen aiheuttajasta ei ole tällä hetkellä varmuutta. Vajaaksi jääneellä liuotushehkutuksella ei ilmeisesti ole ollut vaikutusta säröilyyn, sillä kaikki todetut säröt etenevät nykyisen rakenteen raerajoja pitkin. Evämateriaalia ei ole myöskään voimakkaasti kylmämuokattu, sillä mitatut kovuudet vastaavat kirjallisuudesta hehkutetulle materiaalille saatavia arvoja. Metallografisten tutkimusten mukaan evämateriaali ei ole myöskään herkistynyt pohjapaneelien hitsauksen yhteydessä tai käytönaikana.

Viitteet

Pohjanne, P., Hänninen, H., Kiesi, T., Mäkipää, M. & Oksa, M. 2002. Soodakattilan uudet materiaalit (SOMA, 1998-2001). Tekninen loppuraportti. Suomen Soodakattilayhdistys ry, Raportti 12/2002. 49s.

Keiser, J. 2007a. Recovery Boiler Floor Tube Cracking - Summary and Recommendations. Materials for Industrial Heat Recovery Systems, DE-FC36-04GO14035. Final Project Review Meeting, Materials For Industrial Heat Recovery Systems, April 11th, 2007.

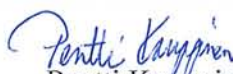
Keiser, J. 2007b. Henkilökohtainen tiedonanto lokakuu 2007.

Kish, J.R., Singbeil, D.L. & Keiser, J.R. 2004. Stress Corrosion Cracking Susceptibility of Alternative Composite Tube Alloys in Simulated Kraft Recovery Boiler Environment. Corrosion 2004, Paper No. 04244. 11s.

Kish, J. 2007. Recovery Boiler Primary Air Port Tube Cracking & Preferential Corrosion - Field and laboratory studies. Materials for Industrial Heat Recovery Systems, DE-FC36-04GO14035. Final Project Review Meeting, Materials For Industrial Heat Recovery Systems, April 11th, 2007.

Rebak, R. 2004. Environmentally Assisted Cracking of Nickel alloys – A review. Environment Induced Cracking of Metals – 2. September 19 – 23, 2004, Banf, Canada. 14p.

Espoo, 10.1.2008


Pentti Kauppinen
Johtava tutkija


Pekka Pohjanne
Erikoistutkija

LIITTEET

-

JAKELU

Tilaaja
VTT / Kirjaamo

Alkuperäinen + pdf
Alkuperäinen

20310/PPO



Liite II

KLTK-ohjeet

Kattilalaitosten turvallisuusohjeet SOODAKATTILAT

Suojeluohjeen on laatinut Kattilalaitosten turvallisuuskomitea (KLTK) ja se on julkaistu vuonna 2008 Teollisuusvakuutuksen suojeluohjeena G 7.

1. Ohjeen soveltamisala
2. Polttoliipeän palamisominaisuudet
3. Räjähdyседellytysten syntyminen kattilaan
4. Rakenteelliset suojelutoimenpiteet
5. Valvontalaitteet
6. Turvallisuuslaitteet
7. Käynnistys ja käyttö
8. Pysäytysmenetelmät
9. Häiriöt ja vuodot
10. Tarkastukset
11. Laitoskohtaiset ohjeet

MUUTETTU TEKSTI KELTAISELLA

1. OHJEEN SOVELTAMISALA

Tämä ohje koskee soodakattiloiksi kutsuttuja höyrykattiloita, joita käytetään sellutehtissa mustaliipeän sisältämien kemikaalien regenerointiin ja puusta liuotetun orgaanisen aineksen lämpösäilytyksen talteenottoon. Polttoliipeä ruiskutetaan tulipesään ja pääosa palamisesta tapahtuu tulipesän pohjalle muodostuneessa keossa. Tulipesän pohjalta sulakourujen kautta virtaava sula liuotetaan laihan valkoliipeään liuottajassa.

Soodakattiloiden käynnistys-, pysäytys- ja häiriötilanteissa sekä lisähöyryn tuotannossa käytetään apupolttoaineita, kuten polttoöljyä tai maakaasua. Apupolttoaineiden käytössä noudatetaan niitä koskevia määräyksiä ja ohjeita, ellei tässä ohjeessa toisin mainita.

Jos soodakattiloissa poltetaan erillisissä polttimissa suopaa tai muita kaasui- tai nestemäisiä sivutuotteita, kuten tärpätti, metanoli, mäntyöljy noudatetaan näiden poltossa soveltuvien osien asianomaisten erikoisohjeiden

määräyksiä. Laimeiden ja väkevien hajukaasujen käsittelyssä ja poltossa noudatetaan soodakattilayhdistyksen suositusta.

Soodakattilalaitoksissa noudatetaan liitteen mukaisia lakeja, asetuksia, päätöksiä, ohjeita ja standardeja sekä laitoskohtaisia ohjeita ja suosituksia. Lisäksi noudatetaan Teknillisen tarkastuskeskuksen (TTK) ja Valtion Teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) määräyksiä, ohjeita ja tiedotteita.

Tässä ohjeessa käytetään seuraavassa määriteltyjä nimityksiä:

- **Mustaliipeällä** tarkoitetaan sellun keitosta talteenotettua natriumpohjaisten keittokemikaalien ja puusta liuenneitten aineosien vesiliuosta.
- **Laihalipeällä** tarkoitetaan pesemöstä saatavaa, talteenotettua mustaliipeää.
- **Vahvalipeällä** tarkoitetaan haihduttamalla väkevöityä mustaliipeää.
- **Polttoliipeä** on tulipesään ruiskutettava liipeä, johon on yleensä lisätty lentotuhkaa ja kemikaaleja.

- **Laiha valkolipeä** on meesan pesusta saatu liuos.
- **Viherlipeällä** tarkoitetaan sulan ja laihan valkolipeän liuosta.
- **Suopa ja mäntyöljy** ovat nestemäiset rasva- ja hartsisaippuat, jotka erotetaan mustalipeästä.
 - **Väkeviä hajukaasuja** ovat keittämön, haihduttamon ja likaislauhteiden strippauksen lauhtumattomat kaasut, joiden pitoisuus on ylemmän räjähdysrajan yläpuolella.
- **Luokittelun varmennus**

Englanninkielinen lyhenne LVHC (Low Volume High Concentration) tarkoittaa väkeviä hajukaasuja. BLRBAC:in ohjeessa käytetään amerikkalaista termiä CNCG (Concentrated Non-Condensable Gas).

SOG (Stripper Off Gases) tarkoittaa stripperiltä tulevia lauhtumattomia väkeviä kaasuja, jossa esim. metanoli on höyryfaasissa

- **Laiheita hajukaasuja** muodostuu kohteissa, joissa käsitellään tai säilytetään **jäteliemiä tai kalkkilipeäseoksia mustalipeää** niin, että ne ovat suorassa kontaktissa ilman kanssa. Laiheiden hajukaasujen väkevyys on aina pidettävä alemman räjähdysrajan alapuolella.
- **Käynnistyspolttimet** ovat öljy- ja/tai kaasupolttimia, jotka sijaitsevat tulipesän polttoyöhykkeessä lähellä kekoa. Niiden tarkoituksena on tuoda lämpöä keon alueelle kattilan käynnistykseen, pysäytyksen ja lipeänpolton häiriöiden aikana (sisältävät myös ns. tukipolttimet).
- **Kuormapolttimilla** tarkoitetaan öljy- ja/tai kaasupolttimia, jotka tavallisesti sijaitsevat tulipesän jälkipolttoyöhykkeessä lipeäpolttimien yläpuolella ja joita käytetään kattilan höyrytehon lisäämiseen.
- **Hajukaasupolttimilla** tarkoitetaan...

2. POLTTOLIFEÄN PALAMISOMINAISUUDET

2.1 Polttolifeän kuiva-ainepitoisuus

Polttolifeän kuiva-ainepitoisuus on yleensä yli 70 %. Matala kuiva-ainepitoisuus on estettävä sulavesiräjähdysvaaran takia. Polttolifeän kuivaainepitoisuutta kattilaan syötössä on valvottava kattilalaitoksen vaaran arvioinnissa tarkastetulla ja hyväksytyllä tavalla. Kuivaainepitoisuutta on mitattava vähintään kahdella mittalaitteella, joiden tulee olla erillisiä ja toimia eri mittaus periaatteella. Lukitus suositellaan tehtäväksi 2/3 periaatteella. Kuivaainepitoisuus pidetään mahdollisimman tasaisena, koska sen vaihtelu aiheuttaa helposti palamishäiriöitä.

Comment [h1]: Mitkä on tavat

2.2 Polttolifeän muut ominaisuudet

Erilaisten puulaatujen käyttö ja erilaisten sel-lujen keitto aiheuttaa vaihtelua lipeän laadussa, mikä on otettava huomioon polttotekniikassa. Lipeän orgaanisen kuiva-aineen kaasuuntumistuotteet muodostavat vaihtelevan seoksen palamiskelpoisia kaasuja. Niiden joukossa on mm. hiilimonoksidia, vetyä sekä metaania ja eräitä rikkiä sisältäviä kaasuja kuten rikkivetyä. Kaasuseoksen koostumus riippuu paitsi lipeän laadusta myös tulipesän olosuhteista. Palamiskelpoisten kaasujen pitoisuus tulipesän alaosassa on suuri, koska palamisilma johdetaan tulipesään korkeammalta.

Comment [h2]: Mitä varten tämä on olemassa pois??

2.3 Polttolifeään sekoitettavat muut aineet

Polttolifeään voidaan sekoittaa sekoitetaan kemikaalitäydennyksenä glaubersuolaa ja savukaasuista erotettu lentotuhka. Nämä aineet alentavat lipeän lämpöarvoa; suuret määrät ja epätasainen lisäys voivat aiheuttaa lipeän palamishäiriöitä.

Jos polttolipeän mukana poltetaan suopaa, on sen annostelun oltava tasaista. Suopa parantaa lipeän lämpöarvoa, mutta epäta-sainen sekoitussuhde muuttaa kattilan pala-misolosuhteita. tai kuiva-ainepitoisuus on valvottava kuten lipeällä.

Polttolipeään ei saa sekoittaa polttoöljyä tai tärpähtiä.

Jätehappo pitää neutraloida ja sen sekoittaminen mustalipeään täytyy olla ohjeistettua ja valvottua. Neutraloitu jätehappo on lisättävä lipeään ennen lipeän kuiva-ainepitoisuuden valvontaa

3. RÄJÄHDYSEDELLYTYSTEN SYNTYMINEN KATTILAAN

3.1 Apupolttoaineräjähdyksen vaara edellytykset

Öljypolttimista syötetty öljyilmaseos samoin kuin kaasupolttimista purkautuva kaasuilma-seos ovat normaalisti pitoisuudeltaan räjähdys-rajojen sisäpuolella. Öljy- tai kaasupolttimien toimintahäiriöiden aikana voi kehittyä palamis-kelpoisia kaasuja niin paljon että ne ilmaan sekoittuneina aiheuttavat räjähdysten. Tällaisen tilanteen voi aiheuttaa esim. käynnistyspolttimeen osunut lipeäsuihku tai putoava suolakerrostuma.

Apupolttoaineräjähdyksen vaara on soodakattiloissa suurempi kuin muita polttoaineita käytettäessä. Tämä johtuu soodakattilan toimimisesta tulipesän alavyöhykeen osalta pelkistävällä, aliilmalla. Soodakattilan apupolttoaineiden polttojärjestelmän tulee noudattaa turvallisuusmääräyksiltään ja logiikaltaan öljyn ja kaasujen poltosta annettuja suosituksia ja määräyksiä.

Liekinvalvonnan tulee soveltua soodakattila käyttöön ja sen tulee erottaa lipeän palaminen kaasu-, öljy-, metanoli- ja hajukaasuliekeistä. Erityisesti on huolehdittava ettei liekinvalvonta ei reagoi tulipesänvastapuolen apupolttoaineen liekistä liekkiä.

Apupolttoaineräjähdyksen vaara on suurin kattilan epäonnistuneen käynnistytksen,

liekinvalvonnan toimintahäiriön tai lipeänpolton häiriön seurauksena tehtävän uudelleen sytytyksen aikana.

3.2 Lipeänpoltoista syntyvien kaasujen räjähdysten edellytykset

Soodakattilassa voi tulipesään kehittyä räjähtävä kaasuseos, mikäli palaminen häiriintyy niin, että lipeän kaasuuntuessa muodostuvat palamiskelpoiset kaasut eivät syty heti. Kaa-suräjähdyksen aikaansaava sytytyslämpötila tai energiamäärä saattavat olla alhaisia. Kuu-massa tulipesässä on häiriönkin sattuessa yli 500 °C lämpötila. Sammuneessakin pesässä ovat riittäviä energialähteitä esim. muuraukset, tulistimen suolakerrostumat ja sytytysliekki sekä ennen kaikkea tulipesän pohjalla oleva hehkuva keko ja sula. Näiden kaikkien energiamäärä riittää aiheuttamaan kaasu-seoksen räjähdysten.

Kaasuräjähdyksen vaara on olemassa myös kattilan tulipesän jälkeisissä osissa kuten ekonomaiserissa ja sähkösuodattimissa.

Käyntitilassa olevaan soodakattilassa voi tulipesään kehittyä räjähtävä kaasuseos, polttoilmasyötön, savukaasu laitteistossa tapahtuvan vakavan häiriön, lipeänlaadun tai lipeän epätasaisen syötön aiheuttamana sammumisen surauksena. Myöskin sähköhäiriöt aiheuttavat vakavan uhan. Kaasuräjähdyksen vaara on konkreettinen myös kattilan tulipesän jälkeisissä osissa kuten ekonomaiserissa ja sähkösuodattimissa.

Lipeänpolton häiriöissä on erityisesti huolehdittava riittävästä tuuletuksesta valvomalla jäänöshappipitoisuutta ja palamattomien kaasujen (CO) pitoisuudesta savukaasuissa huolehtiminen.

Lukitusjärjestelmän on estettävä apupolttoaine polttimien sytytysyritys / käynnistys savukaasun happipitoisuuden ollessa alhainen ja palamattomien pitoisuuden korkea.3 /3 lukitus.

Sekundääreistä ilmaa ei primäänsä

Comment [h3]: Miten huolehditaan

3.3 Sulavesiräjähdyksen edellytykset

Soodakattilassa on sulavesiräjähdyksen vaara veden päästessä tulipesän pohjalle silloin, kun siellä on sulaa tai hehkuva keko. Vesi voi tällöin höyrystyä niin nopeasti, että seurauksena on tuhoisa paineaalto Tällainen räjähdys voi tapahtua jopa useita tunteja tulen sammumisen jälkeen.

Veden pääsy kekoon tai sulaan voi johtua esim. seuraavista syistä:

- vuoto kattilan paineenalaisissa osissa siten, että vuotovesi pääsee tulipesään
 - polttolipeän kuiva-ainepitoisuuden lasku sallitun arvon alapuolelle mustalipeäjärjestelmään päässeen vuotoveden tai haihdutuksessa sattuneen häiriön tähden
 - vuoto palamisilman esilämmittimessä tai sulakourujen jäähdytysjärjestelmässä siten että vesi pääsee tulipesään
 - lauhteen pääsy tulipesään hajukaasujen polttokanavasta
 - polttolipeäputkiston pesun aikana Vesilukot ja lauhteen poisto ilmakehänavista on toteutettava noudattaen Soodakattilayhdistyksen suositusta.
- Kaikkien ilmakehänavien alimmassa pisteessä tulee olla ilman virtaukselta suojattu veden sieppaus kouru ennen ilman tulipesään johtamista. Kourun vesilukolla varustettu veden poisto yhteen koko tulee olla vähintään NS 80. Yhteen poistopää tulee sijoittaa näkyvälle paikalle vesilukon vesitäyttö venttiilin näköyhteyteen.

3.4 Hajukaasujenräjähdysten edellytykset

3.5 Liuottajäräjähdyksen edellytykset

Liuottajassa tapahtuu jatkuvasti pieniä räjähdysisiä sulan virratessa nesteeseen. Sulan hajoittaminen pisaroiksi vähentää "paukahtelua". Liuottajäräjähdys voi olla seurausta useammasta tapahtumaketjusta.

- Polttolipeän ja siten sulan laatu voi muodostua sellutehtaan prosessihäiriöiden seurauksena sellaiseksi ettei sulan liuotus toimi suunnitellusti. Ominaista näille häiriöille on mustalipeän orgaanisen aineen osuuden alhaisen osuus ja / tai alhainen sulfiditeettitaso. Tällöin polttolipeän lämpöarvo ei riitä aikaansaamaan riittävää pelkistysreaktioita ja sulan lämpötila nousee. Erityisen riskitekijän muodostaa soodakattilan pesuveden johtaminen haihduttamoon. Pesuvedet tulisi käyttää mieluummin laihavalkolipeäksi ja johtaa matalapitoiset vedet jätevesijärjestelmään tehtaan ympäristöluvan salliessa.
- Sulakourun aukon tukkeutuessa tulipesän pohjalle kerääntyy ylimääräistä sulaa. Kun sulakourun aukko tällöin avataan, on sulan virtaus jonkin aikaa erittäin voimakasta ja muodostaa liuottajan räjähdysmahdollisuuden. Mahdollisuus tähän on erityisen suuri kattilan vesipesun jälkeen pohjalle kertyneen sulan takia.
- Voimakas sulavirtaus saattaa myös muodostaa liuottajaan sulakasautuman, koska kaikki sula ei ehdi liueta nesteeseen ja tällöin syntyy myös räjähdysvaara.
- Liuottajan huuvien seinille kerääntyy sulamöykkyjä, jotka riittävästi kasvaessaan putoavat nesteeseen ja saattavat aiheuttaa liuottajäräjähdyksen.
- Liuottajan nestepinnan ollessa liian korkealla sulan hajotuksella ei ole mahdollisuutta toimia. Tästä on aiheutunut liuottimen nesteen ja sulan räjähdysmäinen ryöpsähtäinen liuottimen hoitotasolle.

Comment [h4]: Toinen teoria myös.

Comment [h5]: tarvittanko vesilukkoonhälytys tietävästi ei missään ole rakennettu.

- Lipeän polton aloitus täytyy estää liuottimen pinnan ollessa alle lukitusrajan.
- Ennen apupolttoaineen polttimen sytytystä on myös varmistettava, että liuottajassa on riittävästi nestettä, sillä sulavirtaus saattaa alkaa nopeasti polttimen sytytyksen jälkeen. Liuottajan nestetäytön aloittaminen sulavirtauksen jo alettua johtaa todennäköisesti liuottajaräjähdykseen.
- Tukkeentuneiden sulakourujen avaamisesta tulee olla kirjalliset ohjeet. Suositeltavaa on että varmistetaan että työhön osallistuvilla henkilöillä on kokemusta työstä. Samoin on suositeltavaa että kattilan käytönvalvoja saa asiasta viivyttelämättä tiedon. Henkilöstön on käytettävä tähän työhön ja tarkoitukseen suunniteltuja välineitä, suojaimia ja vaatteita

4. RAKENTEELLISET SUOJELUTOIMENPITEET

4.1 Kattilalaitos

- Hätäpoistumis
- Sammutuskalusto

Kattilalaitoksen rakentamisesta on olemassa yksityiskohtaiset määräykset. Kattilalaitoksen rakennuksen rakenteissa on myös noudatettava rakennus- ja paloturvallisuus- sekä työturvallisuusmääräyksiä. Tarkemmat määräykset sisältyvät standardiin SFS 5712: Höyrykattilat. Höyrykattilalaitos. Rekisteröitävä höyrykattila. Standardissa käsitellään kattilalaitoksen sijoittaminen, runko-, seinä- ja kattorakenteet, hoitotasot, kulkusillat, portaat, tikkaat ja poistumistiet. Lisäksi noudatetaan laitoskohtaisia ohjeita.

Soodakattila rakennus tuelisi varustaa vähintään kolmella lujarakenteisella (betonisella) tasolla. Mahdollisten räjähdysvaurioiden rajaamiseksi.

4.2 Käynnistys- ja kuormapolttolaitteet

Soodakattilan käynnistys- ja kuormapolttolaitteiden rakenteessa ja sijoituksessa on kiinnitettävä huomiota soodakattilakäytön asettamiin erikoisvaatimuksiin. Öljypoltto-ohje (G2) ja kaasunpoltto-ohje (G3) esitetyt seikat.

4.3 Lipeälaitteisto

Lipeän ruiskutasolla ja sularännien ympäristössä ohjausinstrumentti-ilma putkistot ja kaapelit rakennetaan tai suojataan kestämaan lipeä ja sula roiskeita ja häiriötilanteessa aukoista purkaantuvaa kuumaa kaasua. Lipeäpumppujen rakenteella ja kunnossapidolla varmistetaan ettei tiivistevesi pääse polttolipeän joukkoon. Mustalipeäpumppuissa on käytettävä mekaanisia tiivisteitä ja niissä on oltava tiivisteveden määrän ilmaisu. Rakenne tulee olla turvallinen mahdollisesti lipeän joukkoon päätyvän nestemäärän suhteen.

Kun pestään tai höyrypuhalletaan linjoja on varmistettava se ettei vettä pääse tulipesään. Vesiliitännät on kytkettävä irti tai yhteydet on varmistettava venttiililukituksin normaalin käynnin aikana.

Mikäli mustalipeään sekoitetaan suopaa tms. on annostelulaitteissa huolehdittava sekoitussuhteen jatkuvasti valvonnasta.

Vahvalipeän varastosäiliö pitää varustaa lipeän sekoitus- ja kierrätyslaitteilla. Säiliön yllilämpeneminen seisokinkin aikana pitää estää lämpötilavalvonnalla ja rajoittamalla tarpeen mukaan energian tuontia esimerkiksi sekoituksen kautta. Korkeassa kuiva-aine kattiloissa kuiva-aine pitoisuutta laskettava ja painetta laskettava.

Kattilan lentotuhkan palautus-järjestelmä on rakennettava siten, ettei mahdollisen vuodon johdosta tuhkasuppiloihin kerääntynyt vesi pääse mustalipeäjärjestelmään ja sieltä tulipesään.

Paineellinen lipeän varastointi? Varoventtiili ja kaasaus myös seisokkien aikana.

Lipeälaitteiston rakenteessa on joka suhteessa kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, ettei vettä pääse polttoliipeän joukkoon.

4.4 Muut polttolaitteet

Väkevät hajukaasut poltetaan soodakattilassa niitä varten suunnitelluissa polttimissa. Näiden osalta noudatetaan Soodakattilayhdistyksen suositusta.

Laimeat hajukaasut voidaan syöttää pesään primääri-ilman yläpuolisista ilmarekistereistä. Sallitut hajukaasuosuudet polttoilmasta on määritettävä tapauskohtaisesti.

Väkevien hajukaasuja polton minimikuorman määrittää kattilatoimittaja tapauskohtaisesti.

Hajukaasujen lauhteiden poistoon on syytä kiinnittää erityistä huomiota.

Laimeita hajukaasuja ja liuottajanhönlä voidaan edellisestä poiketen polttaa kattilan ollessa käynnissä, jos hajukaasujärjestelmä on rakennettu soodakattilayhdistyksen suosituksen mukaisesti riittäväillä laimennuksilla ja lämpötilojen yläraja lukituksilla.

Mikäli soodakattilassa poltetaan erillisissä polttimissa suopaa, on sen polttolaitteissa noudatettava lipeälaitteistolle yllä esitettyjä ohjeita. Huomattavaa on esimerkiksi kuivaainepitoisuuden valvonta kuten lipeällä.

Mikäli soodakattilassa poltetaan erillisissä polttimissa mäntyöljyä, tärpättä tai metanolia on näiden polttolaitteissa soveltuvan osin noudatettava öljynpolttolaitteiden ohjeita.

4.5 Polttoilmalaitteisto ja laimeiden hajukaasujen kanavat

Kiertovedellä ja/tai höyryllä toimivien palamisilman esilämmityspattereiden jälkeiset ilma-kanavat on rakennettava siten, ettei mahdollinen vuotoesi ja/tai lauhde pääse tulipesään.

Polttoilmalaitteiston rakenteella varmistetaan ilman hyvä sekoittuminen palavien kaasujen kanssa kaikilla kuormitus-tasoilla.

Apupolttoaineiden polttimille on varmistettava riittävä palamisilman saanti. Kullakin polttimella tulee olla ilmamäärän asettelumahdollisuus.

Johdettaessa laimeita hajukaasuja palamisilman seassa on ilmajärjestelmä varustettava laittein, jotka estävät vuodot kattilahuoneeseen normaalin käytön ja myös ilma-aukkojen puhdistuksen aikana. Kaasulinja varustetaan tarvittavilla pisaranerotus- ja esilämmityslaitteilla.

Soodakattilayhdistyksen suositusta noudatetaan.

4.6 Sulakourut ja liuottaja

Sulakourujen jäähdytysjärjestelmä on rakennettava lappo- tai alipaineperiaatteella toimivaksi. Jäähdytysveden tulee olla lauhdetta tai täyssuolanpoistettua lisävetä.

Jäähdytysvesijärjestelmä on varustettava virtaus-, lämpötila ja johtokyky mittauksella.

Sulakourujen jäähdytysjärjestelmän toiminta tulee varmistaa totaalisesta sähkökatkoksta varten varavesijärjestelmällä. Veden riittävyys varavesijärjestelmästä on tarkasteltava.

Jos sulakourujen suunniteltu vaihtoväli on enemmän kuin 1 vuosi tulee sulakouruista saada valmistajalta jokaisesta kourusta yksilöllinen testaustodistus jossa todetaan kourun painehäviön ja virtausmäärän olevan suunnitelmien mukaisia.

Sulakourun sulan ja tulipesän puoleiset hitsausliitokset tulee tarkastaa valmistuksen yhteydessä NDT tarkastusmenetelmillä 100% tarkastus laajuudella.

Sulakourut pisin käyttöikä saa olla noin kaksi vuotta jonka jälkeen ne tulee korvata uusilla. Käyttöjakson jälkeen käytöstä poistetut sulakourut tulee kokonaisuudessaan romuttaa. Sulakourujen edusta suunnitellaan siten, että henkilöiden nopea poistuminen on mahdollista. Sulakourujen toimintaa on seurattava kameroiden välityksellä valvomosta

Sulakourut täytyy varustaa tehokkailla sulanhajottajilla.

Liuottaja rakennetaan lujarakenteiseksi ja varustetaan paineenpurkausaukoilla, jotta liuottajäräjähdyksessä syntyvä paine pääsee purkautumaan vaaraa aiheuttamatta. Paineenpurkausaukot on suunniteltava siten, ettei purkautuva paine tai viherlipeä aiheuta henkilövaaraa. Liuottajan päällä on oltava lujarakenteinen betonitaso.

5. VALVONTALAITTEET

5.2 Polttimien valvontalaitteet

Kattiloiden polttimet varustetaan automaattisilla liekinvalvonta-, sulku- ja lukituslaitteilla. Valvontalaitteita valittaessa on otettava huomioon soodakattilakäytön erikoisvaatimukset. FuturaBT-Light Mikäli soodakattilassa poltetaan mäntyöljyä, tärpättiä, metanolia, hajukaasuja jne. on näiden polttimien valvontalaitteissa noudatettava KLTK:n Öljynpoltto- ja Kaasunpoltto-ohjeita ja lisäksi soodakattilayhdistyksen hajukaasun polttosuositusta sekä kohdan 6.1 TLJ (turvallisuuteen liittyvät järjestelmät

5.3 Savukaasujen valvontalaitteet

Soodakattila on varustettava molemmin puoleisella savukaasun happi- ja hääpitoisuuden mittauksella. Mittauksista muodostetaan riskiarvioinnin perusteella lukitukset apupolttoaineille ja lipeänpoltolle. Rekisteröiväksi mittauksiksi suositellaan ainakin happipitoisuuden ja palamiskelpoisten kaasujen pitoisuuden mittaukset. Isoissa kattiloissa olisi suositeltavaa mitata happipitoisuus molemmilta puolilta kattilaa, jotta palamisen vauhti olisi hallittavissa. On suositeltavaa mitata myöskin savukaasujen lämpötilat molemmilta puolilta kattilaa useammasta kohtaa savukaasujen virtaussuunnassa.

5.4 Polttoliipeän valvontalaitteet

Polttoliipeän kuiva-ainepitoisuutta on valvottava kahdella jatkuvatoimisella, hälyttävällä mittauksella. Liipeän syöttö kattilaan on lopetettava, kun liipeän kuiva-ainepitoisuus laskee alle 58 %. Lukitus? Myös polttoliipeän virtaus on mitattava. Mittaus kalibroidaan kerran viikossa.

5.5 Muut valvontalaitteet

Keon ja kaikkien polttimien toiminnan valvomiseksi tulipesä on varustettava sopivilla aukoilla, jotka on pidettävä puhtaina. Rassarit? Käyttäjällä tulee olla mahdollisuus valvomosta jatkuvasti todeta, joko instrumentteja tai tulipesäkameraa käyttäen keon muoto ja lämpötila sekä ruiskujen toiminta.

Sulakourujen aukipysymistä suositellaan valvottavaksi kamerasäilytyksellä valvomosta.

6. VAARANARVIOINTI JA TURVALLISUUSLAITTEET

6.1 TLJ (turvallisuuteen liittyvät järjestelmät)

TLJ on Turvallisuuteen Liittyvä Järjestelmä, joka koostuu mekaanisista turvajärjestelmistä (esim. varoventtiilit) ja Turva-automaatiojärjestelmästä (TAJ). Soodakattilalle tulee tehdä riskien arviointi, johon kuuluu vaara- ja riskianalyysi sekä riskin merkityksen arviointi. Riskin merkityksen arvioinnissa tulee käsitellä eri vaaratilanteet, niiden seuraukset ja tehdä päätös riskin siedettävyydestä. Tarpeellinen riskin vähennys voi koostua eri TLJ:stä ja ulkoisista riskin vähennyskeinoista (koulutus, liikkumisen rajoittaminen tms). TLJ:iin luetaan S/E/OE TAJ:ien lisäksi myös muun teknologian TLJ:t eli varoventtiilit, murtolevyt jne. TLJ järjestelmät rakennetaan Suomen Soodakattilayhdistys ry SOODAKATTILAN TURVAAUTOMAATION SUOSITUKSEN mukaisesti

6.1 Lukitus- ja hälytysjärjestelmä

Soodakattila on varustettava asianmukaisella lukitusjärjestelmällä, joka estää laitteiden käynnistymisen ja käytöstä ottamisen väärässä järjestyksessä ja joka häiriön sattuessa kytkee laitteet irti automaattisesti turvallisessa järjestyksessä. Soodakattila on myös varustettava riittävällä määrällä hälytyksiä, jotta valvomossa on heti paikallistettavissa tapahtuneet häiriöt. Soodakattilan automaatiojärjestelmän tulee olla sellainen, että vaaratilanteet sen avulla ovat hallittavissa.

6.2 Apupolttoaineen pysäytys

POLTTOAINEIDEN KATKAISU

Keskeytettäessä apupolttoaineen syöttö kattilaan toimitaan öljyn- ja kaasunpoltto-ohjeiden mukaisesti. Soodakattilaitos on varustettava ao. pysäytyksen vaatimilla valvomo- ja paikalliskytkimillä.

Apupolttoaineiden syöttö kattilarakennukseen tulee olla estettävissä palosuoja venttiileillä. Soodakattilanpikapysäytyksen tulee sulkea nämä venttiilit automaattisesti.

6.3 Vaarahälytysjärjestelmä

Soodakattila on varustettava riittävällä määrällä ääni- ja valohälytyslaitteita, jotka voidaan käynnistää valvomosta vaaran uhatessa. Hälytyslaitteiden tulee sijaita siten, että kattilalaitoksen sisäpuolella olevat sekä sisään pyrkivät havaitsevat hälytyksen. Vaarahälytys aktivoituu, myös kun pikapysäytys käynnistyy.

6.4 Pikapysäytysjärjestelmä

Soodakattila on varustettava pikapysäytysjärjestelmällä. Pikapysäytyksen käynnistämiseksi on valvomossa oltava erillinen kytkin. Pysäytys ja sen valvonta sekä jatkotoimenpiteet hoidetaan valvomosta tai muusta turvallisesta paikasta. <-8

6.5 Pikatyhjennysjärjestelmä

Soodakattila on varustettava pikatyhjennysjärjestelmällä, joka voidaan käynnistää erillisellä kytkimellä tarvittaessa, kun pikapysäytykseen sisältyvät päätoimenpiteet on hyväksytysti suoritettu ja todettu.

Pikatyhjennysjärjestelmään kuuluu joukko ulospuhallusputkia, joista kukin on varustettu vähintään yhdellä kauko-ohjattavalla ja yhdellä käsikäyttöisellä venttiilillä sarjaan kytkettynä. Alimmat pikatyhjennysputket yhdistetään kattilan laskuputkiin siten, että vedenpinta saadaan laskettua 3 metrin korkeudelle kattilan pohjasta ja muut verhoputkien jakotukkiin tai verhoputkien laskuputkiin.

Putkisto mitoitetaan siten, että veden pinta voidaan laskea verhoputkien alapään tasolle tai nokan korkeudelle noin 10 minuutissa ja tästä lopulliselle korkeudelle noin 20 minuutissa.

Tyhjennysputket johdetaan suoraan ulkoilmaan siten, ettei purkautuvasta vedestä ole vaaraa. Tyhjennysputket voidaan myös johtaa erilliseen ulospuhallussäiliöön, jossa paisuntahöyry erotetaan vedestä ennen sen johtamista ulkoilmaan.

Pikatyhjennyksessä tapahtuvan vedenpinnan laskun valvomiseksi on kattila varustettava sen koko korkeudella toimivalla vedenpinnan rekisteröintilaitteella.

Pikatyhjennysputkien käsikäyttöisissä venttiileissä tulee olla ääriasentokytkimet, jotta valvomosta todetaan venttiilien olevan auki.

<-8

6.6 Muut järjestelmät

Soodakattilassa on varmistettava turvallisuuden kannalta tarpeellisten instrumenttien ja sähkölaitteiden toiminta häiriötilanteissa esim. sähköhäiriön tai instrumentti-ilmakatkoksen aikana.

Paineilman saatavuus on varmistettava turvallisen alasajon mahdollistavaksi ajaksi ilman etusijaisuudella, varastosäiliöllä tai varavoimaan kytketyllä kompressorilla

7 KÄYNNISTYS JA KÄYTTÖ

- Työskentely
- Kulunvalvonta

7.1 Käytön edellytykset

Soodakattilan käynnistystä edeltävät toimenpiteet ja käyttöedellytykset suunnitellaan ja toimenpiteiden suorituksesta on suositeltavaa pitää kirjaa. Järjestelmällisillä toimenpiteillä estetään käynnistuksen ja käytön aikana ilmenviä häiriöitä ja keskeytyksiä sekä häiriöistä aiheutuvia vahinkoja.

Soodakattilan käyttöhenkilökunnan on tunnettava käynnistys- ja käyttöohjeet sekä toimintaohjeet vaaratilanteiden ehkäisemiseksi.

7.2 Käynnistys ja käyttö

Soodakattila käynnistetään aina apupolttoaineilla. Ennen polttimien sytytystä on tulipesää tuuletettava ainakin 3 minuuttia puolta kuormaa vastaavalla ilmamäärällä, mikäli kattilan valmistaja ei ole määrännyt vieläkin tehokkaampaa tuuletusta. Tuuletusilma on johdettava tulipesään alimpien ilmarekisterien kautta.

Käynnistyspolttimien sytytyksessä menetellään kuten polttoöljyä ja kaasua koskevissa erityisohjeissa on mainittu. Soodakattilan polttimia käynnistettäessä on aina käytettävä sytytintä eikä toisen polttimen liekkiä. Polttoilma on pidettävä riittävänä, mieluummin runsaana. Tarvittaessa voidaan ilmamäärää lisätä lipeäpoltton ilmasuuttimien kautta sopivaan kohtaan.

Kattilan käynnistuksen aikana suositellaan polttimien vuorottaista käyttöä tulipesän tasaisen lämpenemisen saavuttamiseksi.

Lipeänpoltton saa aloittaa vasta, kun tulipesän lämpötila on riittävä lipeän syttymiseksi. Lipeänpoltto aloitetaan ruiskuttamalla lipeää tulipesään jaksottaisesti tai ottamalla lipeäpolttimet käyttöön yksi kerrallaan.

Palavan polttoaineen määrää vähitellen lisättäessä on myös vastaavasti lisättävä ilman määrää tulipesään pyrkien samalla pitämään savukaasujen happimäärä mahdollisimman tasaisena. Tulipesän vetoa on seurattava ja pidettävä se tasaisena. Jos savukaasujen happimäärässä tai tulipesän vedossa esiintyy normaalia suurempia vaihteluja, on viimeksi käyttöön otettu poltin poistettava tai yksi polttimisessa kattilassa lipeän syöttö vähäksi aikaa katkaistava. Palamisen vakaannuttua voidaan lipeän syöttöä tulipesään varovaisesti lisätä. Ellei lipeänpoltton aloittaminen onnistu em. keinolla, on ennen uutta käynnistysyritystä selvitettävä ja poistettava häiriön syy. Öljy- tai kaasupolttimet voidaan pitää toiminnassa, mikäli niiden toiminta on häiriötöntä.

Kun lipeänpoltto on saatu käyntiin ja kattila saavuttanut minimikuorman sammutetaan käynnistyspolttimet yksi kerrallaan käyttöohjeen mukaisesti.

Kaasuräjähdyksen välttämiseksi on aina syötettävä riittävä määrä palamisilmaa tulipesän alaosaan primääri-ilmarekisterin kautta. Tämä koskee erikoisesti tilanteita joissa vain kuormituspolttimet ovat käytössä tai joissa näiden lisäksi poltetaan lipeää vain hyvin pienellä teholla.

Määräaikailla tarkastuskierroksilla on valvottava laitteiston kuntoa ja palamisen tasaisuutta. Tarkastuskierroksilla on erityisesti kiinnitettävä huomiota ja puhdistettava säännöllisesti:

- öljypolttimet ja niiden aukot
- lipeäpolttimet
- ilma-aukot
- sulakourut jäähdytyksineen ja kourujen aukot
- tulipesäkamerat

8. PYSÄYTYSMENETELMÄT

8.1 Normaali pysäytys

Normaali pysäytys tehdään etukäteen suunnitellun ohjelman mukaan, jolloin olosuhteet pysäytyksen aikana ovat turvalliset. Pyrkimyksenä on riittävää huolellisuutta noudattaen luoda edellytykset seuraavaa käynnistystä ja huoltotoimenpiteitä varten. Menettelyssä siirrytään vaiheittain lipeänpoltosta öljyn- tai kaasunpolttoon ja lopuksi pysäytetään toiminnot. Normaali pysäytys tehdään seuraavasti:

- Lipeän ruiskutusta vähennetään asteittain ja samalla otetaan käyttöön tarpeellinen määrä käynnistyspolttimia yksi kerrallaan. Polttimien sytytystapahtuma on tuuletusta lukuunottamatta samankaltainen kuin käynnistyksessä. Tässä yhteydessä käyttö on erityisesti huolehdittava, ettei polttimien alueella muodostu räjähdyskelpoista kaasuseosta. Polttimia huuhdellaan palamisilmalla riittävän kauan sen varmistamiseksi, ettei polttinrekisteriin ole jäänyt palomiskelpoisia kaasuja.

- Palavan aineen osuuden laskiessa keossa pienennetään ilmansyöttöä hallitusti riittävän lämpötilan ylläpitämiseksi jotta keon pois palaminen on mahdollista

- Öljyn- tai kaasunpolttoa jatketaan riittävällä teholla siihen asti kunnes tulipesän pohjalla oleva keko on palanut, minkä jälkeen polttotehoa vähennetään. Polttimet sammutetaan yksitellen kattilan käyttöohjeen mukaisesti. Otettaessa kattila pois käytöstä suljetaan ilman virtaus polttimille vasta kun tulipesä on tuulettunut.
- Pysäytetään puhaltimet, pumput ja muut laitteet kattilan käyttöohjeen mukaisesti sekä varmistetaan säätimien tila.

8.2 Kattilasuoja

Toteutetaan TLJ järjestelmässä.

Kattilasuojalla ymmärretään seuraavien ehtojen muodostama kokonaisuus, jonka voimassaolo on edellytyksenä kattilan toiminnalle. Lisäksi voidaan asettaa kattilakohtaisia ehtoja.

"Kattilasuoja kunnossa" - tieto saadaan kun:

- tulipesän paine on pienempi kuin asetettu yläraja
- lieriön pinta on alavesirajan yläpuolella (alitus sallittu 10-20 sekunnin ajan)
- primääri-ilmapuhallin käy
- sekundääri-ilmapuhallin käy
- primääri-ilmavirtaus ja kokonaisilmavirtaus ovat riittävät (alitus sallittu 10 sekunnin ajan)
- vähintään yksi savukaasupuhallin käy ja sen edessä ja jäljessä olevat pellit ovat auki

Mikäli kattilasuoja ei ole kunnossa niin:

- öljyn ja kaasun poltto loppuu
- polttolipeäpumput pysähtyvät
- polttolipeän säätöventtiilit sulkeutuvat
- tuuletus ei käynnisty automaattisesti

8.3 Pikapysäytys

Toteutetaan TLJ järjestelmässä.

Pikapysäytyksen tarkoituksena on lopettaa välittömästi lipeän poltto ja keon palaminen katkaisemalla polttoaineiden syöttö ja palamisilman tulo tulipesän alaosaan.

Pikapysäytys tehdään valvomossa pikapysäytyskytkimellä. Kun pikapysäytyskytkintä painetaan tapahtuvat seuraavat toiminnot:

- soodakattilahuoneessa käynnistyy poistumishälytys ääni- ja valohälytyksenä
- pikapysäytyksen/pikatyhjennyksen tapahtumaraportointi käynnistyy
- polttolipeäpumput pysähtyvät
- polttolipeän paineen ja lämpötilan säätöventtiilit sulkeutuvat
- öljy- ja kaasupolttimet pysähtyvät ja pääsulkuventtiilit sulkeutuvat
- primääri-ilmapuhallin pysähtyy ja primääri-ilman säätöpellit sulkeutuvat

- sekundääri- ja tertiääri-ilman säädöllä varmistetaan huuhteluilman tulo keon yläpuolelle. Keon palamisalueella sijaitsevat sekundääri-ilmat suljetaan.
- päähöyryn sulkuventtiilit sulkeutuvat
- käynnistyslinjan venttiilit avautuvat (säätöventtiili 20 %)
- nuohous pysähtyy
- sähkösuotimien suurjännitteet kytkeytyvät pois
- tuhka- ja suolakuljettimet pysähtyvät
- pikatyhjennyksen kolmen minuutin aikaviive käynnistyy
- väkevien hajukaasujen poltto keskeytetään ja ne ohjataan kattilarakennuksen ulkopuolelle
- suovan, mäntyöljyn, tärpätin ja metanolin poltto keskeytetään
- laimeiden hajukaasujen poltto keskeytetään ja ne ohjataan kattilarakennuksen ulkopuolelle

Säätöventtiilit ja -pellit suljetaan ohjaamalla säätöpiiri käsiajolle ja säätäjän ulostulo nollaan.

8.4 Pikatyhjennys

Toteutetaan TLJ järjestelmässä.

Pikatyhjennyksen tarkoituksena on estää veden pääsy kosketukseen sulan kanssa. Pikapysäytyksen jälkeen voidaan erillisestä kytkimestä harkinnan mukaan käynnistää pikatyhjennys valvomosta tai muusta turvallisesta paikasta käsin.

Pikatyhjennys suoritetaan, mikäli:

- todetaan vuoto kattilan paineenalaisissa osissa sellaisella alueella, että vettä pääsee tulipesään
- on perusteltua syytä epäillä sellaisen vuodon olemassaoloa, että vettä pääsee tulipesään
- jostakin kattilan ulkopuolisesta laitteesta pääsee vettä tulipesään eikä vuotoa voida estää

Pikatyhjennyksessä alennetaan kattilan vedenpinta n. kolmen metrin korkeudelle tulipesän pohjasta n. 30 minuutin aikana. Pika-

tyhjennyksen alimmat yhteet sijoitetaan laskuputkiin siten, että niiden keskilinjat ovat n. kolmen metrin korkeudella tulipesän pohjasta laskettuna.

Pikatyhjennyksen jälkeen kattilan paine lasketaan kattilalle sallitulla nopeudella.

Mikäli pikatyhjennys käynnistetään alle kolmen minuutin kuluttua pikapysäytyksen käynnistämisestä tapahtuvat välittömästi seuraavat toiminnot:

- syöttöveden säätö- ja sulkuventtiilit sulkeutuvat
- ruiskutusveden säätö- ja sulkuventtiilit sulkeutuvat

Kun pikatyhjennyksen aikaviive on kulunut loppuun tai pikatyhjennyskytkintä painetaan aikaviiveen jälkeen tapahtuvat lisäksi seuraavat toiminnot:

- syöttövesipumput pysähtyvät ja estetään turbopumpun käynnistymisen
- kaikki pikatyhjennysventtiilit avautuvat
- käynnistysventtiilit sulkeutuvat
- kymmenen minuutin kuluttua ylemmät eli verhoputkien pikatyhjennysventtiilit sulkeutuvat

Jos pikatyhjennyskytkin palautetaan niin pikatyhjennysventtiilit sulkeutuvat.

Pikatyhjennysventtiilit voidaan koestaa linjakohtaisesti käytön aikana sulkemalla pikatyhjennysventtiilien edessä olevat käsiventtiilit. Koestuksen jälkeen käsiventtiilit tukitaan aukiasentoon.

9. HÄIRIÖT JA VUODOT

- Paloveden riittävyys.
- Varavoima teksti
-

Tulen sammuminen käytön aikana on vaarallisempaa kuin epäonnistunut sytytys, koska häiriö tulee yleensä yllättäen ja syytä häiriöön ei aina varmasti tiedetä.

9.1 Apupolttoaineiden palamishäiriöt

Soodakattiloissa on tapahtunut useita apupolttoaineiden aiheuttamia tulipesäräjähdyksiä. Jos polttimessa ei tapahdu jatkuva syötettävän polttoaineen syttyminen on olemassa mahdollisuus räjähdyskelpoisen kaasuseoksen syntymiseen. Soodakattilan apupolttoaineiden polttimien kuntoon on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska olosuhteista johtuen polttimien likaantuminen on nopeata.

Putoilevat suolakerrostumat voivat myös sammuttaa liekin. Nuohouksen aikana on olemassa kuorma polttimien toiminnan häiriintymisen vaara varsinkin jos kuorma on pieni. Tällaisessa tapauksessa suositellaan käynnistyspolttimien käyttöä keon sammumisen estämiseksi.

9.2 Lipeän palamishäiriöt

Käytönvalvontamittareita seuraamalla on valvottava, että palaminen on täydellistä ja ellei näin tapahdu, on heti ryhdyttävä tarpeellisiin säätötoimiin. Vaihtelut höyryntuotuksessa ja savukaasujen happipitoisuudessa ovat yleensä osoitus siitä, että lipeän palaminen ei ole tasaista. Tällöin on etsittävä syy palamisen epätasaisuuteen ja tehtävä tarpeelliset korjaustoimenpiteet. Yleisimmät syyt palamisen epätasaisuuteen ovat:

- lipeän laadun vaihtelu
- palamisilman virheellinen määrä tai jako
- nuohouksen aikana tulistimesta putoavat suolakerrostumat
- lipeäsuuttimen viallisuus
- lipeän alhainen kuiva-ainepitoisuus
- liian alhainen lipeämäärä

Jos palamista ei voida pitää tasaisena lipeän syöttömäärän tai lämpöarvon ollessa alhainen (esim. alhainen reduktio- ja kaustisointiaste tai suuri suolalisäys) on palamisen vakiinnuttamiseksi käytettävä käynnistyspolttimia.

Virheellinen lipeän syöttö- ja ilmamäärän suhde aiheuttaa keon kasvamisen suureksi ja tällöin on vaara, että keko luhistuu ja tukkii primääri-ilma-aukot. Yleensä tällaiset häiriöt ovat korjattavissa vähentämällä lipeän syöttöä ja käyttämällä käynnistyspolttimia. Käynnistyspolttimia käytettäessä on huolehdittavaa että polttimien edusta on vapaa eikä keko pääse kaatumaan polttimien päälle. Kekoon johdettavaa ilmamäärää on myös lisättävä häiriön yhteydessä.

Polttolipeän kuiva-ainepitoisuuden laskiessa normaalitasosta esim. kolme prosenttiyksikköä, johtaa se tavallisesti lipeän palamisen häiriintymiseen ja sulavesiräjähdyksen mahdollisuuden lisääntymiseen. Sen tähden syy kuiva-ainepitoisuuden laskuun on heti selvitettävä ja ellei sitä voida poistaa, on lipeän poltto keskeytettävä ja ryhdyttävä tarpeellisiin toimenpiteisiin.

Nuohouksen aikana voi tulistimesta pudota suuria suolakerrostumia, jotka aiheuttavat tulipesässä paikallisia palamishäiriöitä. Käyttämällä käynnistyspolttimia tällaiset häiriöt ovat yleensä poistettavissa.

Jos lipeän palaminen ei ole hallittavissa ja keko alkaa sammua, on suljettava lipeävirtaus sekä aloitettava lipeänpolto uudelleen käynnistyspolttimen avulla.

9.3 Sähköhäiriöt

Lyhytaikaisen sähköhäiriön jälkeen kattila voidaan käynnistää normaalien käynnistysohjeiden mukaan. Jos sähköhäiriö jatkuu pitkään, toimitaan laitospöytäkirjan mahdollisuuksien mukaan ja kattila saatetaan valmiustilaan katilakohtaisten ohjeiden mukaan.

9.4 Syöttövesihäiriöt

Kattilakohtaisissa ohjeissa on oltava yksityiskohtaiset toimintaohjeet KLTK:n ohjeen "Höyrykattilan vesi-höyryjärjestelmä" mukaisesti. Ylisuuri syöttövesivirtaus höyryn kehitykseen verrattuna on yleensä merkinä vuodosta josakin kattilan osassa. Riippuen vuodon paikasta tehdään pikapysäytys tai normaali pysäytys.

Vuodonvalvonta järjestelmä.
Soodakattila on varustettava vuodonvalvonta järjestelmällä joka tarvittaessa antaa hälytyksen henkilökunnalle.
Yksinkertaisimmillaan järjestelmä muodostetaan syöttövesi -ja höyryvirtaamien riittävän pitkistä keskiarvosta.

9.5 Vesivuoto tulipesään

Jos on epäiltävissä tai on todettu sellainen vuoto että vettä pääsee tulipesään, on heti tehtävä pikapysäytys ja tilanteesta riippuen myös pikatyhjennys. Merkkeinä tällaisista vuodoista ovat seuraavanlaiset ilmiöt:

- veden ja sulan kohdatessa tapahtuvat paukahdukset
- vuodon aiheuttama ääni
- kattilan vedonsäädössä tapahtuvat häiriöt
- suuri syöttövesivirtaus höyryn kehitykseen verrattuna
- paikalliset palamishäiriöt keossa

9.6 Vesivuoto tulipesän ulkopuolelle

Mikäli tulipesän vuoto sijaintinsa johdosta antaa vettä tai höyryä yksinomaan tulipesän ulkopuolelle on kattila tässäkin tapauksessa pysäytettävä vuodon laadun mukaan normaalipysäytyksellä tai pikapysäytyksellä.

9.7 Tulistinvuoto

Suuri tulistinvuoto aiheuttaa vaikeuksia kattilan hallittavuudessa ja tällöin on tehtävä pikapysäytys. Jos tulistinvuoto on todettu sellaiseksi, että se vaurioittaa tulipesän vesiputkia, tehdään pikatyhjennys.

Pieni tulistinvuoto on yleensä vaikeasti todettavissa. Jos on epäiltävissä tällaisen vuodon olemassaoloa, lopetetaan lipeän poltto ja etsitään vuoto apupolttoainepolton aikana. Vuodosta riippuen kattilalle tehdään normaali pysäytys heti tai joissakin tapauksissa voidaan pysäytys siirtää sopivampaan ajankohtaan.

Tulistinvuodot ovat vaikeasti varmuudella tunnistettavissa, joten ne on yleensä käsiteltävä vesivuotoina.

9.8 Vuoto ekonomaisierissa tai keittoputkistossa

Suuri vuoto aiheuttaa häiriöitä kattilan veden syötössä ja vedonsäätö voi tulla hallitsemattomaksi. Tällöin on tehtävä kattilalle pikapysäytys.

Pieni vuoto ekonomaisierissa tai keittoputkistossa ei aiheuta merkittäviä kattilan hallintavaikeuksia. Tällöin kattila pysäytetään normaalisti.

Kattilan rakenteesta riippuen voi keittoputkiston vuodosta päästä vettä myös tulipesään. Tällöin on tehtävä heti pikapysäytys ja tilanteesta riippuen myös pikatyhjennys.

9.8 Automaatiohäiriö

Automaatiohäiriö

9.9 Paineilma- ja instrumenttihäiriö

Automaatiohäiriö

10. TARKASTUKSET

10.1 Kattilan vesipesu

Kattilan pysäytyksen jälkeen mahdollisesti tehtävässä vesipesussa on olemassa sulavesiräjähdyksen vaara. Pesua ei saa aloittaa niin aikaisin ettei tulipesän pohjalla oleva sula ole vielä ehtinyt riittävästi jäähtyä.

Ekojen pesu

Kattilan vesipesu tehdään siten, että kattilaan joutuva kosteus haihtuu mahdollisimman nopeasti, koska kosteus yhdessä suolan kanssa aiheuttaa voimakasta syöpymistä. Jos on oletettavissa, että pesun yhteydessä vettä pääsee myös kattilan ulkopuolelle eristeisiin, on kattilan syöpymä-mittauksissa tarkkailtava myös ulkopuolista syöpymää.

Jos pesun yhteydessä kattilan pohjalle kerääntyy suuria määriä suolaa, on käynnistyksen yhteydessä otettava huomioon, että suola sitoo itseensä vettä. Käynnistys on pesun jälkeen tehtävä varovaisesti, jotta suolan sisältämä vesi ehtii höyrystyä.

Vesipesussa on noudatettava ETY:n suositusta soodakattilan pohjan compound-rakenteiden tarkastamiseksi.

10.2 Kattilan putkiston määräaikaistarkastukset

Koska veden pääsy tulipesään aiheuttaa soodakattiloissa sulavesiräjähdyksen vaaran, on näissä kattiloissa paineastia-asetuksen määrittämien paineastiataarkastusten lisäksi suoritettava myös seinämänpaksuusmittauksia ja käytettyjen suojausten tarkastuksia kaikissa kattilan paineenalaisissa putkissa, joihin syntynyt vuoto mahdollistaa vuotoveden pääsyn tulipesän pohjalle. Soodakattiloissa paineenalaiset putket voivat syöpyä erittäin nopeasti varsinkin tulipesän alaosassa. Tarkastukset suoritetaan mahdollisimman säännöllisin väliajoin. Tarkastusvälin pituus (1-3 v) riippuu tulipesän seinämärakenteesta ja siinä käytettyjen materiaalien syöpymiskestävyydestä.

Tarkastuksissa suositellaan käytettäväksi systemaattista mittauskohtien valinta-, merkitsemis- ja kartoitusmenetelmää sekä mittaustulosten tallentamista ATK-järjestelmään.

Kunnonvalvontaan tehtävä lisämittausta viranomaisten vaatimien mittausten lisäksi.

11. VEDENLAATU JA VALVONTA

- peittaukset
- Korroosionvalvonta ja tarkastukset
- Vesi- höyrypuolen valvonta
- vesinormit
- lauhteenpuhdistus
- jos tavanomaisesta poikkeava vesikemikaali, niin kolmannella osapuolella hyväksyttävä vedenlaadun valvontajärjestelmä

12. LAITOSKOHTAISET OHJEET

Kattilan valmistajan on tehtävä käyttöhenkilökunnalle yksityiskohtaiset käyttöohjeet. Näistä tulee selvitä mm. käytettävien polttoaineiden laatu ja ominaisuudet, kattilan käynnistys, valvonta käynnin aikana ja pysäytys sekä miten menetellään erilaisissa häiriö- ja vaaratilanteissa.

Käytönvalvoja

Laitoskohtaisesti on määrättävä ne eri työvuoroissa käyttöön osallistuvat henkilöt, jotka tekevät päätöksen kattilan pysäyttämisestä ja tällöin käytettävästä menetelmästä häiriö- ja räjähdysvaaratilanteessa. Lopullinen ratkaisu tehdään mieluummin aina kahden henkilön yhteisellä päätöksellä. Myös päätöksen tekijöiden varamiehet olisi määrättävä.

Räjähdysvaaran johdosta on laitoskohtaisesti nimettävä myös ne henkilöt, jotka tekevät päätöksen siitä, milloin vesipesu voidaan turvallisesti aloittaa.

Käyttöohjeet on pidettävä ajan tasalla sekä käyttöhenkilökunnan saatavilla. Kullakin kattilalaitoksella tulee olla laitoskohtaiset henkilöturvallisuusohjeet.

Kattilalaitoksen käytönvalvojan tulee hyväksyä ja todeta lukitusjärjestelmään tehtävät muutokset.

Liite 1

(Liitettä ei ole päivitetty vuoden 1997 jälkeen).

Lait, asetukset, päätökset, ohjeet ja standardit

Kaasut

- Laki räjähdysvaarallisista aineista 263/53. muutokset 143/73, 89/83, 463/87, 135/91
- Maakaasuasetus 623/87, muutos 686/90
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös maakaasuasituksen soveltamisesta 624/87
- Nestekaasuasetus 316/79, muutos 1107/81
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös nestekaasuasituksen soveltamisesta 317/79, muutokset 715/80 ja 757/81
- SFS 5123. Kaasupolttimet. Ohjaus-, säätö- ja liekinvalvontalaitteet.

Palavat nesteet

- Laki räjähdysvaarallisista aineista 263/53, muutokset 143/73, 89/83, 463/87, 135/91
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös palavista nesteistä annetun asetuksen soveltamisesta 313/85
- Luettelo yleisimmistä palavista nesteistä ja niiden ominaisuuksista (KTM) 19.10.1984
- Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista 682/90, muutos 703/92
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annetun asetuksen soveltamisesta 683/90, muutos 704/92
- Asetus öljylämmityslaitteistosta 276/83
- SFS 3295. Sumutusöljypolttimet. Varmuustoiminnot
- SFS 4616. Sumutuspolttimet. Toiminta ja testaus

Kemikaalit

- Kemikaalilaki 744/89, muutokset 84/91, 757/92, 766/92
- Kemikaaliasetus 620/90, muutokset 287/91, 835/92
- Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista 682/90, muutos 703/92
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annetun asetuksen soveltamisesta 683/90, muutos 704/92

Paineastiat

- Paineastialaki 98/73, muutokset 566/75, 464/87, 1350/91
- Paineastia-asetus 549/73, muutokset 672/75, 636/77, 1106/81, 257/84, 506/87, 1024/91
- Asetus kattilalaitosten käytön valvojien pätevyyskirjoista 213/78
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös paineastia-asetuksen soveltamisesta 69/75, muutokset 392/84, 1025/91
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös höyrykattilaan tai painesäiliöön liitetyistä putkistoista 71/75, muutokset 394/84, 1027/91

- SFS 5712. Höyrykattilat. Höyrykattilalaitos. Rekisteröitävä höyrykattila
- SFS 3323. Putkistot
- SFS 3269. Höyrykattilan tarkastus- ja puhdistusaukot sekä luukut
- SFS 3338. Höyrykattilan käyttöönotto- ja määräaikaistarkastukset
- SFS 3321. Paineekoe

Kattilalaitosten turvallisuuskomitean ohjeet

- Teollisuusvakuutuksen suojeluohje G 9 Höyrykattiloiden ja pölylämmityslaitteiden rakenne
- Teollisuusvakuutuksen tietolehti n:o 59 Kattilalaitosten henkilöturvallisuusohjeet
- Teollisuusvakuutuksen suojeluohje G 2 Öljynpoltto
- Teollisuusvakuutuksen suojeluohje G 3 Kaasun poltto
- Teollisuusvakuutuksen suojeluohje G 10 Automaatio ja instrumentointi
- Teollisuusvakuutuksen suojeluohje G 11 Höyrykattilan vesi-höyryjärjestelmä
- Teollisuusvakuutuksen suojeluohje G 13 Kattilalaitoksen suunnittelu

Muita ohjeita ja lakeja

- ETY - soodakattilavaliokunta:
- Soodakattiloiden suojaussuositus 1988
- Suositus soodakattilan pohjan compoundrakenteiden tarkastamiseksi 1993

Ilmansuojelulaki 67/82, 66/86