

Energiataloudellinen Yhdistys Energiekonomiska Föreningen

EV-84084-02
ETY-Soodakattilavaliokunta

SUOJAUS SUOSITUS 1988

26.5.1988

EV/AOR

Otaniemi 1988-12-07

LISÄYS ESIPUHEESEEN

Suojaussuositus 1988 on koottu laadintahetkellä saatavilla olleiden tietojen ja kokemusten perusteella.

ETY-Soodakattilavaliokunta ja suosituksen tekijät eivät ota vastuuta suosituksessa mahdollisesti olevista tai suosituksen soveltamisesta aiheutuvista virheistä tai niiden aiheuttamista kustannuksista.

EV-84084-02
ETY-Soodakattilavaliokunta

SUOJAUSUOSITUS 1988

26.5.1988

© Copyright 1988
ETY-Soodakattilavaliokunta
Kestoisuuskomitea

Postiosoite/Postadress

PL 27 PB 27
00131 HELSINKI 00131 HELSINGFORS

Käyntiosoite/Besöksadress

Aleksanterinkatu 15 A Alexandersgatan 15 A
00100 HELSINKI 00100 HELSINGFORS

Puhelin/Telefon

(90) 179 466

Telex

123494 ety sf

Telefax

(90) 655 076

Sähke/Telegram

ENERGIAT HELSINKI

SISÄLLYSLUETTELO

		Sivu
	ESIPUHE	1
I	COMPOUND-PUTKIOHJE	2
II	PUTKIEN PÄÄLLEHITSAUS	10
III	METALLIRUISKUTUSOHJE	14
IV	SOODAKATTILOIDEN VESIPESU	17
V	TARKASTUSSUOSITUS	18
VI	AJO-OLOSUhteiden VAIKUTUS	22

EV-84084-02
ETY-Soodakattilavaliokunta
Kestoisuuskomitea
Suojaussuositus 1988

ESIPUHE

Soodakattiloiden suojaussuositus 1988 perustuu vuonna 1978 julkaistuun suositukseen (EKONO 137a). Suositusta on muutettu vastaamaan eri materiaaleista ja valmistusmenetelmistä saatuja kokemuksia.

Suosituksessa on käsitelty eri suojaustavat rakennettaessa uutta tai korjattaessa vanhaa soodakattilaa. Suositukseen on lisätty kattilan vesipesuja, tarkastuksia ja ajo-olosuhteiden vaikutusta käsittelevät osat. Aiemmassa suosituksessa ollut tapitusohje on poistettu uudesta suosituksesta.

Suojauksen on laatinut ETY-Soodakattilavaliokunnan kestoisuuskomitea, johon ovat kuuluneet:

S. Nickull (puheenjohtaja)	Oy Wilh. Schauman Ab
P-E. Ahlers	Oy Keskuslaboratorio Ab
J. Aho	Keskeytysvakuutus Oy OTSO
J-P. Juuti	EKONO Oy
K. Mäkelä	Oy Tampella Ab
J. Simonen	A. Ahlström Osakeyhtiö
A. Sistonen	Enso-Gutzeit Oy
V-M. Vuori	Oy Tampella Ab

Kestoisuuskomitea haluaa kiittää henkilöitä, jotka ovat olleet mukana suositusta laadittaessa.

I COMPOUND-PUTKIOHJE

1. Määritelmä

Compound-putkiohje koskee putkia, jotka on valmistettu kahdesta eri aineesta, joista toinen muodostaa putken ulkopinnan ja toinen sisäpinnan. Ulkopinta on austeniittista ruostumatonta terästä SS 2352 tai vastaava (AISI 304L), nimellispaksuus 1,65 mm. Sisäpinta (perusputki) on hiiliterästä. Valmistusmenetelmänä on kuumamuokkaus (hot-extrusion), minkä aikana paineen ja korkean lämpötilan vaikutuksesta ulko- ja sisäpinnan muodostavien aineiden välillä saadaan aikaan metallurginen sidos.

Standardin SFS 3291 mukaan putken seinämäpaksuus saa olla enintään 6,3 mm ilman tarkistusta lämpöjännitysten suhteen. Kun ulko- ja sisäpinnan muodostavat lämpölaajenemisominaisuuksiltaan kaksi erilaista ainetta, ei tarkistuslaskelmia voida suorittaa esim. AD-Merkblatt B 10:ssä olevan Lorenzin kaavan mukaan.

2. Soveltamisala

Suosituksessa käsitellään compound-putkien tilauksessa, hitsauksessa ja muussa konepajakäsittelyssä huomioon otettavia seikkoja.

3. Putkien tilausvaiheessa esitettävät vaatimukset mekaanisista ja teknologisista ominaisuuksista

- 3.1 Putkien mekaaniset ja teknologiset ominaisuudet on tarkastettava vähintään samassa laajuudessa kuin normaalien saumattomien putkienkin vastaavat ominaisuudet noudattaen lisäksi alempana mainittuja erikoisohjeita.

Tarkastuslaajuutta ja -tapoja määrättäessä on lisäksi otettava huomioon soodakattilan vientimaan mahdolliset erikoismääräykset.

- 3.1.1 Vetokoe suoritetaan valmiilla compound-putkella (päällyste ja perusputki yhdessä). Koelaajuus vähintään standardin DIN 17175 mukainen.
- 3.1.2 Rengaskokeet (rengaslaajennuskoe) suoritetaan jokaisen valmiin putken molemmista päistä. Suoritustapa ja vaatimukset DIN 17175 mukaan.
- 3.1.3 Päällysteen paksuus tarkistetaan rengaskokeita varten otetuista koekappaleista, tai valmistusprosessin yhteydessä suoritetaan automaattisilla laitteilla jatkuva päällysteen paksuuden mittaus.
- 3.1.4 Päällysteen ja perusputken metallurgisen sidoksen tarkistus suoritetaan ultraäänellä käyttäen vertailukappaleena halkaisijaltaan samanlaista compound-putkea. Putkeen on vertailuvirheeksi sisäpinnalta lähtien porattu sidospintaan saakka tasapohjainen poraus tai jyrsitty ura. Porauksen tai jyrsityn uran

pohjainen poraus tai jyrситty ura. Porauksen tai jyrситyn uran mitat, tarkastustapa ja hyväksymisrajat on putkien tilausvaiheessa sovittava erikseen.

- 3.1.5 Putkien ultraäänitarkastus pituussuuntaisten virheiden toteamiseksi suoritetaan tarkastus Stahl-Eisen Prüfblatt 1915-77 tai vastaavan standardin mukaan ja poikittaisuuntaisten virheiden osalta 1918-77 mukaan.
- 3.1.6 Päällysteestä ja perusputkesta on ilmoitettava sulatusanalyysit.
- 3.1.7 Standardeissa vaadittujen vesipainekokeiden korvaamisesta putkien ultraääni- tai pyörrevirtatarkastuksella sovelletaan paineastiamääräyksiä.
- 3.1.8 Käytettäväksi sovittujen standardien tai vientimaan paineastiamääräysten vaatiessa muita kuin edellä kohdissa 3.1.1...3.1.7 mainittuja mekaanisia tai teknologisia kokeita tai edellä esitetyistä poikkeavia koelajuuksia, on niistä tilausvaiheessa erikseen sovittava.

4. Putkien toimitustila

Putket on toimitettava sopivassa lämpökäsittelytilassa, jotta päällysteelle ja perusputkelle saataisiin optimaaliset korroosionkesto- ja mekaaniset ominaisuudet. Putkien on oltava hilsevapaiksi peitattuja tai muulla tavoin käsiteltyjä vastaavan pinnanlaadun saavuttamiseksi. Mittatarkkuus- tms. syistä voi lopullisena käsittelynä olla myös kylmämuokkaus ja suoja-kaasuhehkutus tai hiominen.

5. Mittatoleranssit

Pituus-, ulkolämpimitta-, kokonaisseinämän paksuus-, päällyste-paksuus- ja suoruustoleransseista on tilauksen yhteydessä sovittava erikseen.

Ohjearvoina suositellaan seuraavien mittatoleranssien käyttöä:

- ulkohalkaisija $\pm 0,75 \%$, minimi $\pm 0,50 \text{ mm}$
- kokonaisseinämän paksuus $0...+22 \%$
- ruostumattoman kerroksen paksuus $\pm 0,4 \text{ mm}$
- suoruus $1,5 \text{ mm}/1000 \text{ mm}$.

6. Materiaalitodistukset

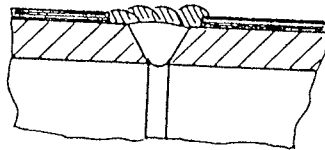
Materiaalitodistusten on oltava vähintään SFS/3/3B, DIN 50049/3.1B tai SIS 11 00 01/A3 mukaisia vastaanottotodistuksia. Jos vastaanotossa halutaan käyttää ulkopuolista vastaanottajaan (tarkastuslaitosta tms.) on siitä tilauksen yhteydessä erikseen sovittava, ja mainittava, kuka tällainen vastaanottaja tai tarkastuslaitos on. Todistuksissa on oltava tiedot kaikista suoritetuista kokeista ja tarkastuksista.

7. Compound-putkien hitsaus

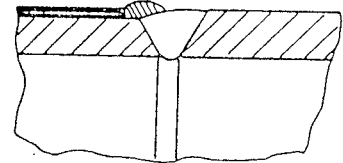
7.1 Putkien päittäishitsaus

7.1.1 Sopivia hitsaustapoja ovat puikkohitsaus ja TIG-hitsaus siten, että juuripuoli hitsataan joko puikko- tai TIG-menetelmällä ja pinta puikkohitsauksena. Myös muita hitsaustapoja voidaan käyttää, kunhan hitsien lisäaine-, lujuus- ja laatukysymykset menetelmäkokeilla selvitetään.

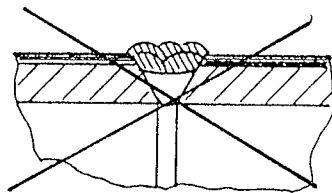
7.1.2 Liitettäessä compound-putkia tai compound-putkia hiiliteräsputkiin voidaan käyttää kuvien 1 ja 2 mukaisia liitosmuotoja ja hitsaustapoja. Kuvissa 3 ja 4 on esitetty virheelliset liitosmuodot ja hitsaustavat:



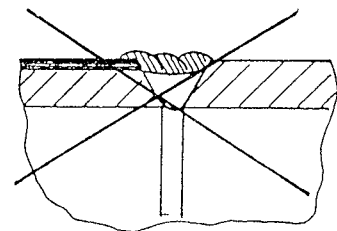
Kuva 1



Kuva 2



Kuva 3



Kuva 4

Hiiliteräsosuuksia hitsataan perusputkeen vastaavalla lisäaineella ja vain pintakerros yliseostetulla lisäaineella. Pintakerroksia hitsattaessa ei hitsauslisäainetta yleensä levitetä vaan hitsaus suoritetaan toisiinsa limittäin liittyvillä kapeilla paloilla.

Ennen vaativissa olosuhteissa tapahtuvaa hitsausta tulee hitsaavan yrityksen yhdessä kattilan omistajan kanssa varmistaa hitsaajien ammattitaidosta ko. olosuhteissa.

7.2 Panelihitsaus

7.2.1 Yleistä

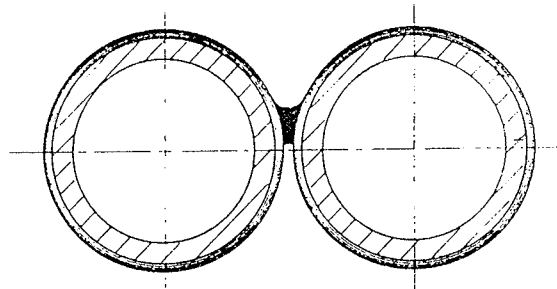
Panelihitsauksella tarkoitetaan kaasutiiviiden seinälohkojen valmistamista putkista siten, että putket hitsataan toisiinsa joko ns. tangenttiputki- tai eväputkirakenteena, jossa putkien väliin hitsataan hiiliterästä tai ruostumatonta terästä oleva evä.

Työhön soveltuvia hitsausmenetelmiä ovat MIG-, puikko- ja jauhekaarhitsausmenetelmät. Hitsauksessa pyritään käyttämään koneellista hitsausta. Compound-putkia hitsattaessa on varottava ettei hitsi läpäise ruostumatonta päällystekerrosta.

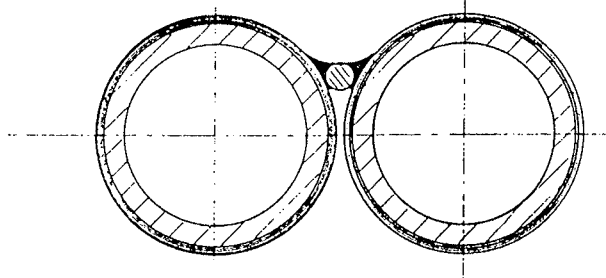
7.2.2 Tangenttiputkipanelit

Käytettävät hitsaustavat ovat MIG- tai puikkohitsaus putkien muodostamaan "luonnolliseen" railoon (kuva 5) tai jauhekaarihitsaus, jolloin usein on kuitenkin käytettävä ruostumatonta terästä olevaa täytelankaa putkien välissä (kuva 6).

Lisäaineena on 20 % Cr 10 % Ni -tyyppinen lisäaine on riittävä. Lisäaineiden valinnassa pyritään oikean analyysivaatimuksen lisäksi hyvään hitsin pinnan muotoon.



Kuva 5



Kuva 6

Hitsaus on suoritettava sisäpuolella (tulipesän puolelta). Tunkeuma- ym. hitsien mittojen sopivien hitsausarvojen määräämiseksi on yleensä tarpeen suorittaa ns. tyyppi- tai menetelmä- koe.

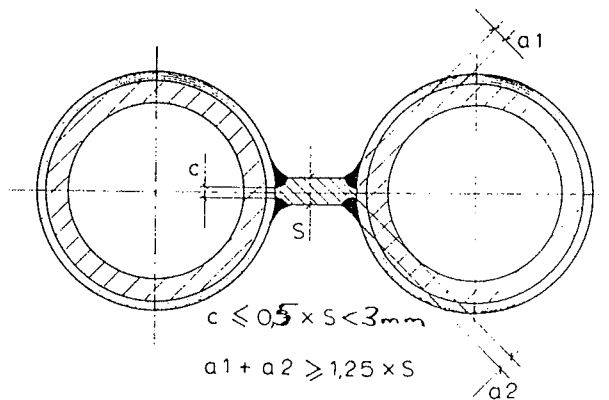
7.2.3 Eväputkipanelit

Evien liittämiseksi putkiin voidaan käyttää MIG- tai jauhekaarihitsausta, lyhyissä erillisissä putkissa myös käsin tapahtuvaa puikkohitsausta.

Hitsaus on suoritettava molemmiin puolin evää, hitsautumattomana alueena sallitaan yleensä 50 % evän paksuudesta (max 3 mm). Samaan putkeen liittyvien hitsien a-mittojen (poikkihieestä mitattuna tunkeuman pohjaan) tulee yhteensä olla vähintään 1,25 x evämateriaalin paksuus (ks. kuva 7).

Evä voi olla viistetty tai viistämätön riippuen ainepaksuudesta, hitsiltä vaadittujen tunkeuma-arvojen saavuttamisesta ja hitsien kemiallisesta koostumuksesta (esim. hiiliteräksen ja austeniittisen hitsin sekoittumisesta). Jos eväaine on hiiliterästä, on käytettävä ns. yliseostettua lisäainetta. Austeniittisiä evämateriaaleja käytettäessä on lisäaineena käytettävä vähintään austeniittista 18/8 -tyyppistä lisäainetta vastaavaa laatua.

Muiden lisäosien, kuten kannattimien, lyhyiden evien tms. hitsaamisessa compound-putkiin noudatetaan soveltuvin osin edellä olevia ohjeita.



Kuva 7

7.3 Saumojen korjaushitsaukset

Compound-putkien päittäishitsaussaumoissa mahdollisesti esiintyvät hitsausvirheet voidaan luokitella kahteen ryhmään:

- Hitsiin jääneet huokokset, kuona tai läpihitsautumattomuus, ns. kylmäjuoksu (kohta 7.3.1).
- Ruostumattoman- ja hiiliteräksen sekoittuminen seurauksena syntyneen kareneen hitsin säröily käytön aikana (kohta 7.3.2.)

Pääsääntöisesti käytetään kohdan 7.3.2 menetelmää, mutta jos voidaan katsoa perustelluksi voidaan käyttää kohdan 7.3.1 suositusta.

Virheiden luonteesta on suositeltavaa varmistua NDT-tarkastuksiin, jotta virheellisen sauman korjaus tulee oikein suoritetuksi.

7.3.1 Huokokset, kuona tai läpihitsautumattomuus

Hitsauksen aikana hitsiin jääneet huokokset, kuona tai läpihitsautumattomuus, jotka todetaan NDT-tarkastuksessa tai vesipainekokeessa, voidaan korjata avaamalla ja täytehitsaamalla noudattaen samoja periaatteita kuin compound-putkihitsauksessa yleensä.

Hitsiä avattaessa on huolehdittava, että ruostumatonta pintakerrosta "kuoritaan" riittävän etäältä korjattavan kohta ympäriltä liiallisen sekoittumisen välttämiseksi. Suositeltava etäisyys korjaustöissä on 2...4 mm.

Hitsaus suoritetaan normaalissa järjestyksessä, ensin hiiliteräsosuus täyteen TIG- tai puikkohitsauksena, sen jälkeen ruostumattoman pinnoitteen hitsaus puikkohitsauksena. Tällä menetelmällä suositellaan korjattavaksi samaa kohtaa saumassa ainoastaan yhden kerran.

7.3.2 Säröilevä hitsi

Käyttötilanteessa syntynyt, röntgen- ja/tai ultraäänitarkastuksien havaittava särö on todennäköisimmin seurausta ruostumattoman- ja hiiliteräksen voimakkaasta sekoittumisesta hitsauksen aikana. Särölle on ominaista, että se useimmiten ydintyy putken sisäpuolella sauman juuressa tai joskus myös sauman sisällä, mutta ei pinnassa.

Sekoittumisen seurauksena säröillyttä hitsiä ei missään tapauksessa saa korjata täytehitsaamalla. Vanha sauma on aina poistettava ja uudet viisteet valmistettava terveeseen materiaaliin vähintään 20 mm etäisyydelle alkuperäisestä saumareunasta. Väliin lisätään uusi putki, jonka pituussuositus on vähintään 100 mm.

8. Lämpökäsittelyt hitsauksen yhteydessä

Päittäishitsausten tai panelihitsausten yhteydessä ei esilämmitys tai jälkihehkutus ole tarpeen eikä yleensä päällysteen korroosion kestävyys heikkenemisen takia suositeltavaa.

9. Compound-putken hitsausten tarkastus

9.1 Päittäishitsausten tarkastus on mahdollista suorittaa röntgen- tai ultraäänilaitteilla tai erikoistapauksissa Ir₁₉₂-isotooppikuvauksena. Ultraäänitarkastuksessa voidaan yleensä luotettavasti tarkastaa vain hiiliteräslisäaineella hitsattu sauman juuripuoli. Putkien verrattain suuri seinämäpaksuus ulkohalkaisijaan verrattuna vaikeuttaa röntgenfilmeihin saatavaa arvostelukelpoista hitsipituutta ns. ellipsikuvausta sovellettaessa. Yleensä ei irrallisia putkia lukuunottamatta kuvausta myöskään voida suorittaa kahdesta toisilleen kohtisuorasta suunnasta niin, että tulos varsinkin paneliseinissä olevien putkien osalta olisi arvostelukelpoinen. Ultraäänitarkastuksella voidaan lähes koko sauman pituus tarkastaa edellyttäen, että putkien väli on riittävän suuri ja evätön alue sauman kohdalla tarpeeksi pitkä. Mikäli mahdollista on compound-putkien päittäisliitosten röntgentarkastus suoritettava hiiliteräsosan hitsauksen jälkeen ennen ruostumattoman pintakerroksen hitsausta.

9.2 Evä- ja panelihitsausten tarkastus suoritetaan hitsien silmä- määräisenä tarkastuksena. Lisäksi tehdään panelihitsauskoneiden hitsausarvojen tarkastamiseksi työkokeita ennen varsinaisen tuotantohitsauksen aloittamista.

10. Compound-putkien taivutus

Compound-putkien taivutuksessa noudatetaan samoja ohjeita kuin hiiliteräsputkillakin huomioiden kuitenkin seuraavat erityisvaatimukset.

Liiallisen muokkautumisen välttämiseksi suositellaan minimitaivutussäteeksi $R \geq 1,5 \times D_n$.

Taivutustyökalujen kuntoon on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta compound-putkien melko ohut päällystekerros ei naarmujen tms. vuoksi vahingoitu.

Kuumalla oikominen voidaan suorittaa nestekaasuliekillä varovaisuutta noudattaen seuraavien ohjeiden mukaan:

- kuumennus mahdollisimman nopeasti oikomislämpötilaan
- suositeltava oikomislämpötila on $T = 870...900^{\circ}\text{C}$, jota tulee valvoa
- nopea jäähdytys välittömästi kuumennuksen jälkeen esim. paineilmalla ruostumattoman teräksen herkistymisen välttämiseksi.

Kuumataivutuksessa on otettava huomioon putkivalmistajan suositukset lämpötiloista, jäähdytyksestä yms.

11. Compound-putkien supistaminen

Näissä työvaiheissa voidaan käyttää normaaleja hiiliteräsputkille kehitettyjä kylmäsupistuslaitteita ja puristimia. Työkalujen kuntoon ja sopivan voiteluaineen käyttöön on päällystekerroksen vahingoittumisen estämiseksi kiinnitettävä erityistä huomiota. Supistusastetta valittaessa on myös otettava huomioon, että kylmämuokkauksen aiheuttaman kovuuden nousun poistamiseksi ei yleensä voida suorittaa lämpökäsittelyä.

II PUTKIEN PÄÄLLEHITSAUS

1. Soveltamisala

Tämä ohje koskee lähinnä vanhojen päällehitsien korjaushitsaus-
ta austeniittisella ruostumattomalla teräksellä, mutta menetel-
mää voidaan käyttää uusissa kattilossa. Ohje soveltuu myös
kattiloiden paljaiden hiiliteräsputkien ja tapituksella tai
metalliruiskutuksella varustettujen putkien suojaamiseen.

2. Pinnan puhdistus

Hitsaus saadaan suorittaa vain puhtaalle pinnalle.

Kattilaolosuhteissa on jähmettynyt sula, kulunut tapitus tai
vanha käytössä lohkeillut metalliruiskutus poistettava putken
pinnasta huolellisesti. Puhdistus voidaan tapauksesta riippuen
tehdä joko raepuhaltamalla tai hiomalla.

Konepajaolosuhteissa uudet hiiliteräsputket puhdistetaan
parhaiten raepuhaltamalla.

3. Päällehitsauksen vaatimukset

3.1 Mikrorakenne

Tulipesän valmiin päällehitsauskerroksen tulee olla mikro-
rakenteeltaan ferriittis-austeniittinen, jolloin sopiva fer-
riitin määrä on 5...15 %. Mainittu ferriittimäärä on edullinen
hitsausteknisistä syistä, koska ferriitti pienentää hitsin
kuumahalkeamistaipumusta.

3.2 Kemiallinen koostumus

Valmiin päällehitsauskerroksen nimellisanalyysin tulisi olla
esimerkiksi:

Cr	16...19 %
Ni	8...11 %
Mo	0... 2 %
C noin	0,06 %

Kromi- ja nikkelpitoisuudet voivat olla korkeammatkin edel-
lyttäen, että mikrorakenteen koostumus säilyy kohdan 3.1
mukaisena.

3.3 Kerrospaksuus

Päällehitsauskerroksen paksuuden tulee olla mahdollisimman
ohut, jotta lämmönsiirtyminen olisi hyvä ja seinämän kokonais-
vahvuus ei kasvaisi liian suureksi (lämpöjännityslaskelmat
>6,3 mm seinämän vahvuuksilla standardin SFS 3291 mukaan).

Käytetty hitsausmenetelmä asettaa myös rajoituksia muodostuvan
palon paksuudelle, ks. kohta 5.

4. Hitsausmenetelmät ja lisäaineet

4.1 Hitsausmenetelmät

Kattilaolosuhteissa suoritettavassa päällehitsauksessa tulee tavallisimmin kysymykseen puikkohitsaus. Kaasukaarihitsauksen (MIG tai TIG) käytölle on rajoituksena hitsin valuminen pystyhitsauksessa. Valitsemalla hitsausparametrit siten, että sulan määrä hallitaan, voidaan myös näitä menetelmiä käyttää.

Konepajaolosuhteissa päällehitsaus voidaan tehdä jalkoasennossa, jolloin sekä puikko- että kaasukaarihitsaus (pulsssi-MIG-tekniikka erityisesti) soveltuvat työhön hyvin.

4.2 Lisäaineet

Kohdassa 3.2 vaaditun analyysin saavuttaminen päällehitsauskerrokselle edellyttää yliseostetun lisäaineen käyttöä, jolla kompensoidaan perusaineen sekoittumisen ja seosaineiden palohäviöiden (hapettumisen) vaikutus. Suositeltavia lisäainetyyppejä ovat mieluiten niukkahiilliset seokset (C maks. $\leq 0,03 \%$), AISI 309- tai 309-Mo vastaavat lisäaineet.

Koska kerrospaksuuden tulee olla mahdollisimman ohut, tulee käytännössä kysymykseen vain yksipalkokerros. Monipalkokerros on laadultaan parempi mutta kustannuksiltaan kallis. Huonontuneen lämmönsiirtymisen vuoksi voivat lämpötilaerot muodostua liian suuriksi suurten kerrospaksuuksien yhteydessä, jolloin terminen väsyminen saattaa aiheuttaa putkivaurioita toistuvien ylös- ja alasajojen seurauksena.

4.3 Hitsausparametrit

Yliseostettuja lisäaineita käytettäessä ei voida olla varmoja päällehitsauskerrokselle vaadittavan nimellisanalyysin saavuttamisesta ellei ole varmistuttu käytettävien hitsausparametrien (esim. lisäaineen paksuus, virta, puikon kuljetusnopeus, levitystapa, työlämpötila, langan syöttönopeus ym.) soveltuvuudesta ko. hitsausmenetelmälle ja lisäaineelle. Sopivien hitsausparametrien löytämiseksi suositellaan ennen työhön ryhtymistä hitsausmenetelmäkokeen suorittamista.

4.4 Esikuumennus

Esikuumennuksen käyttö päällehitsauksessa ei ole tarpeen.

4.5 Menetelmäkoe

Käytettävälle hitsausmenetelmälle ja lisäaineelle suositelluilla hitsausarvoilla päällehitsataan putki, samassa hitsausasennossa (pystyhitsi tai jalkohitsi) kuin mitä työssä tullaan käyttämään. Koehitsin laatu voidaan arvioida visuaalisesti ja tutkimalla metallograafisesti poikkileikkaushieitä. Koehitsin tutkimisessa tulee selvittää esim. seuraavat seikat:

- tunkeutuman syvyys, kerrospaksuus ja palon muoto
- mikrorakennetarkastelu ja mahdolliset halkeamat
- ferriittipitoisuuden määrittäminen joko mikroskooppisesti tai ferriittimittarilla (esim. Permascope)

- hitsin ja muutosvyöhykkeen kovuusmittaus
- päällehitsauskerroksen analyysi.

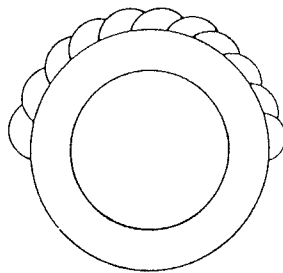
5. Hitsauksen suorittaminen

Päällehitsauksessa tulee käyttää menetelmäkokeella varmistettuja hitsausarvoja. Erityisesti on huolehdittava, että menetelmäkokeella valittavaa työlämpötilaa ei ylitetä työskentelyn aikana, koska hitsin sekoittumisaste riippuu olennaisesti työlämpötilasta. Puikolla hitsattaessa on valokaari pidettävä lyhyenä ilmasta tulevan austeniittia kasvattavan typen määrän pienentämiseksi.

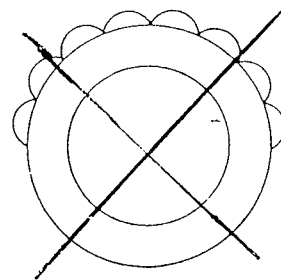
Työhön käytettävien hitsaajien tulee suorittaa ennen työn aloittamista hitsauskoe, jonka laatu arvostellaan visuaalisesti ja kerrospaksuusmittauksella.

Hitsille vaaditun analyysin saavuttamiseksi on lisäksi käytettävä sopivaa palon paksuutta, joka on yleensä ϕ 3,25 mm ja ϕ 4 mm, puikoilla hitsattaessa vähintään noin 3 mm ja kaasukaarihitsauksessa vähintään n. 2,5 mm.

Päällehitsaus tulee tehdä oheisen kuvan mukaan siten, että viereiset palot sulatetaan osittain limittäin, jolloin hitsin liiallinen, perusaineen seostumisesta johtuva laimeneminen saumakohdassa voidaan estää. Erityisesti tämä on huomioitava ensimmäisen palon hitsauksessa.



Oikea palkojen sijoittelu



Väärä palkojen sijoittelu

6. Päällehitsauksen jälkikäsittely

Päällehitsauskerroksen hiontaa ja jännityksenpoistohehkutusta ei suositella.

Jännityksenpoistohehkutusta saattaa olla hitsauksen muodonmuutoksia ajatellen edullinen, mutta korroosionkestävyyteen sen vaikutus voi olla epäedullinen.

7. Päällehitsauksen tarkastus

Päällehitsauksen tarkastusmenetelmänä tulee kysymykseen lähinnä visuaalinen tarkastelu ja ferriitin mittaus ferriittimittarilla. Putken kokonaiseinämävahvuus voidaan mitata myös ultraäänimenetelmällä. Silmämääräistä tarkastusta voidaan täydentää tunkeumanestetarkastuksella säröjen ja huokoisuuden toteamiseksi.

Tarpeen vaatiessa voidaan työn laatu tarkistaa ainettarikkovilla menetelmillä pistokokein (esim. näyte otetaan päällehitsatun putken päästä).

III METALLIRUISKUTUSOHJE

1. Soveltamisala

Metalliruisikutusta käytetään soodakattilan tulipesässä ja tulistimissa korroosio- ja eroosiosuojana. Tulipesässä päälle-ruiskutusta käytetään compound- tai päällehitsatun alueen yläpuolella ja kattilan nokan alueella.

2. Menetelmät

Pinnoitusta suoritetaan liekki-, kaari- ja plasmaruiskuttamalla

- liekkiruisikutus on perinteinen menetelmä, millä saavutetaan verraten hyvä korroosion kestävyys. Menetelmä vaatii huolellisen työn suorituksen, että pinnoitteen ja perusaineen välille saadaan riittävä tartunta. Tartunta tällä menetelmällä on n. 15-25 N/mm²
- kaariruisikutus antaa hyvän tartunnan n. 35-60 N/mm², mutta korroosion kestävyys on huomattavasti heikempi kuin liekkiruisikutuksella
- plasmaruisikutus antaa hyvän tartunnan n. 60 N/mm² ja tiiviin pinnoitteen.

3. Aineet

Kolmikerrospinnoite

- Metco 405 0,1 mm
- Metcoloy 5 0,3 mm
- Al 0,1 mm

- saattaa esiintyä lohkeilua
- korjaaminen hankalaa.

SKWAM SP (17 % Cr, 1 % Mo) 0,3 mm

- kokemukset melko hyviä
- voidaan korjata.

Kanthal M (22 % Cr, 5 % Al)

a) liekkiruisikutettuna 0,3 mm

- voidaan korjata
- kokemukset lyhytaikaisia, mutta melko hyviä

b) kaariruisikutus 0,2 mm + liekkiruisikutus 0,2 mm

- tartunta parempi kuin liekkiruisikutettuna
- voidaan korjata
- kokemukset lyhytaikaisia, mutta melko hyviä

Tafaloy 45 CT (45 % Ni, 33 % Cr)

- kaariruiskutetaan 0,4 mm
- ei käyttökokemuksia Euroopassa

Metco 465 (27 % Cr, 6 % Al, 2 % Mo)

- plasmaruiskutettava pinnoite
- käytössä USA:ssa

Edellä mainituista aine-/menetelmäyhdistelmistä SKWAM SP-liekkiruiskutuksesta on pitkäaikaiset positiiviset kokemukset. Lisäksi menetelmä sopii hyvin käytettäväksi kattilaolosuhteissa.

Kanthal M -menetelmästä (liekkiruiskutus tai kaari- + liekki-ruiskutus) on saatu Ruotsissa sen käyttöönotosta vuodesta 1985 lähtien myönteiset kokemukset. Menetelmä sopii hyvin kattilaolosuhteisiin.

4. Pinnoitustyö

4.1 Esipuhdistus

Käytössä olleen kattilan pinnat on puhdistettava ennen pinnoitusta. Paras puhdistustulos saavutetaan kattilan vesipesulla, mikä suoritetaan erillisen vesipesuohjeen mukaan. Siellä missä vesipesu ei ole mahdollinen, käytetään mekaanisia puhdistusmenetelmiä.

4.2 Raepuhallus

Pinnoitettavat alueet hiekkapuhalletaan kvartsihiekillä tai alumiinisilikaatilla. Loppukarhennus suoritetaan teräsrakeilla. Raepuhalluksen puhtausaste on oltava vähintään Sa 3.

Puhalluksen aikana on kiinnitettävä huomiota ilmanpaineen riittävyyteen, paineilman öljyttömyyteen ja siihen, että suhteellinen kosteus pinnoitettavilla alueilla tulipesässä on alle 70 %. Pinnankarhennus suoritetaan niin, että metalliruiskutuksen tartuntakerros voidaan suorittaa välittömästi karhennuksen jälkeen.

4.3 Metalliruiskutus

Metalliruiskutuksen suorituksessa on noudatettava valitun menetelmän laite- ja lisäainevalmistajien ohjeita. Lisäksi on suoritettava menetelmäkoe työn suoritusolosuhteissa, että voidaan todeta ym. ohjeiden sopivuus.

Pinnoite on ruiskutettava täysipaksuiseksi useana kerroksena ja jokainen pinnan kohta on käsiteltävä ainakin kaksi kertaa.

Pinnoitteen on oltava lujasti tarttunut ja yhtenäinen, siinä ei saa olla kasaumia eikä puoli-irralaisia metalliräiskeitä.

5. Valvonta

Hyvän lopputuloksen varmistamiseksi on puhdistus - metalliruis-
kutustyötä valvottava. Erikoista huomiota on kiinnitettävä
seuraaviin asioihin

- vesipesu ja sen jälkeinen kuivaus
- reapuhalluksen puhtausaste, käytettävän paineilman öljyt-
tömyys, ja ilman suhteellinen kosteus kattilassa
- pinnan karhennus ja aika karhennuksen ja pinnoituksen välillä
- työn suoritus menetelmäkokeen mukaisesti.

6. Tarkastus

Pinnoitteen keskimääräinen paksuus saadaan selville lisäaineen
kulutuksen perusteella laskemalla. Pinnoitteen paksuuden
tasaisuus voidaan parhaiten todeta ultraäänimittarin avulla.
Magneettisella mittarilla voidaan mitata epämagneettisia
pinnoitteita. Jos kerros todetaan liian ohueksi, voidaan
metallia ruiskuttaa lisää, edellyttäen, että pinta on täysin
kuiva ja että siinä ei ole epäpuhtauksia.

Pinnoitteen kiinnipysyvyyttä voidaan tutkia ultraäänimittarin
avulla.

Pinnoitteen laatu ja tasaisuus tarkistetaan silmämääräisesti.

Käytön aikainen pinnoitteen tarkastus tulisi suorittaa silmä-
määräisesti kerran vuodessa.

IV SOODAKATTILOIDEN VESIPESU

1. Soveltamisala

Soodakattilan vesipesua käytetään nykyisin yleisesti kattilan puhdistamiseen ennen laajempien korjaustöiden aloittamista. Paremman korjaustyöympäristön saavuttamisen lisäksi saadaan myös turvallinen työympäristö.

Kattilan pesussa on suojausmielessä huomioitava useampia kohtia jotta välttyttäisiin ikäviltä seurauksilta.

2. Pesun aloittaminen

Pesun turvallinen aloittamisajankohta sulavesiräjähdyksen välttämiseksi lipeämpolton päättymisen jälkeen on erityisen tärkeä selvittää etenkin niiden kattiloiden osalta, joissa on dekantoiva pohja ja joihin tulien sammutuksen jälkeen on jäänyt keko. Lyhyin aika öljympolton päättymiseen ja pesun turvallisen aloituksen välillä on vähintään 8 tuntia. Jos pohjalle on jäänyt suuri keko on harkittava pesun aloittamisajankohdan siirtämistä.

Toinen tärkeä kriteeri, joka vaikuttaa vesipesun aloittamisajankohtaan on lieriön lämpötila. Ennen vesipesun aloittamista on varmistettava, että lieriön lämpötila on tarpeeksi alhainen. Ennen ensimmäistä vesipesua on syytä selvittää suositeltava lämpötilaraja kattilan valmistajan kanssa.

3. Pesun suorittaminen

Kattilan pesu suoritetaan normaalisti nuohoimilla ja runsaalla vesimäärällä. Tulipesän pohjalle putoava suola on syytä liuottaa ja huuhdella pois. Seisokin yli jätetty suolaliuos saattaa aiheuttaa pohjaputkien pintaan jännityskorroosion hyvin lyhyessä ajassa.

Kattilan seinien rakenteesta johtuen massatut kohdat ja eristyksen kastuvat pesun yhteydessä. Tämän johdosta on syytä kuivattaa kattila heti pesun jälkeen. Yleisin tapa kuivattaa kattila on käyttää luonnonvetoa kaikkien luukkujen ollessa avattuna. Tällöin kattilaan jäänyt vesi haihtuu kattilaputkistoon sitoutuneen lämmön edistäessä haihtumista. Kuivaus voidaan myös suorittaa kuumalla primääri-ilmalla tai vielä suositeltavampaa on käynnistyspolttimen käyttö 2-4 h. Tämä suoritetaan varovasti, ettei kattilan paljaiden pohjaputkien lämpörasitus kasva liian suureksi.

4. Pesusta saatava hyöty

Vesipesun avulla kattila saadaan nopeasti ja tehokkaasti puhtaaksi. Pesun nopeuden seurauksena kattilan sisäpuolisia korjauksia ja NDT-tarkastuksia päästään suorittamaan nopeammin. Erityisesti silmämääräiset tarkastukset ja mittaukset ovat lämpöpintojen puhtauden vuoksi luotettavampia.

V TARKASTUSSUOSITUS

1. Yleistä

Soodakattiloiden paineenalaisten osien tarkastuksilla pyritään tarkastamaan kattilan kuntoa, ennakoimaan korjaustarvetta ja kattilan jäljellä olevaa käyttöikää sekä määrittämään korjausten yhteydessä vaurioiden laajuus. Soodakattiloiden tarkastussuositus keskittyy kattiloiden tarkastuslaajuuteen ja -menetelmiin sekä tarkastusväleihin.

Soodakattiloissa tulee suorittaa kaikki lämpöpinnat käsittävä tarkastus, jonka perusteella määritetään jatkotarkastustarve kohteittain. Uusintatarkastusten perusteella voidaan todeta tarkemmin kohteiden vaatima tarkastusväli. Tarkastusvälin ja -laajuuden porrastuksella saavutetaan optimaalinen tarkastustarve ja lyhennetään tarkastuksiin tarvittavaa käyttökeskeytyksen aikamäärää.

2. Tarkastusmenetelmät

Kaikkiin ainettarikkomattomiin kattilatarkastuksiin kuuluu silmämääräinen tarkastus, jota tulee laajentaa mahdollisimman laajalle alueelle kattilassa. Mikäli seisokin yhteydessä ei rakenneta telineitä koko kattila-alueelle, tulee silmämääräinen tarkastus suorittaa tarkastus- ja miesluukkujen kautta mahdollisten vaurioindikaatioiden havaitsemiseksi.

Särötutkimukset suoritetaan magneettijauhe- tai tunkeumaväri-menetelmällä materiaalin ulkopinnalta sekä mahdolliset sisäiset säröt tarkastetaan ultraäänimenetelmällä. Hitsausaumojen säröjen toteamiseen käytetään lisäksi röntgentutkimusta.

Seinämvahvuusmittauksiin käytetään ultraäänimenetelmää.

Putkien ja kammioiden sisäpuolisen syöpymisen tutkimiseen käytetään endoskooppia.

Virumisvaurioiden määrittämiseen käytetään jäljennemenetelmää ja tutkittavan kappaleen mittatarkastelua.

Ainettarikkovia menetelmiä käytetään tutkittaessa näytekapaleista materiaalin metallurgisia ominaisuuksia, joista voidaan mainita seuraavat tarkastukset:

- mittatarkastelu
- kovuusmittaus
- metallografinen tarkastus
- materiaalin lujuusarvomääritys
- materiaalianalyysi.

3. Tarkastusten suoritus

Ennen soodakattilan tarkastuksia tulee määrittää alustava tarkastuslaajuus ja tarkastusmenetelmät sekä suoritettavien ainettarikkovien tarkastusten näyteenottokohdat. Näiden

määrittämiseksi tulee käyttää hyväksi aiemmin suoritettuja tarkastuksia, joiden perusteella todetaan kulumis- ja vikaantumisherkeimmät alueet sekä ne kattilan osat, jotka vaativat määräämisaikataarkastusta. Tarkastusten aikana täydennetään tai mahdollisesti lyhyemmän tarkastusajaksikin yhteydessä muutetaan tarkastuslaajuutta tarvittaessa. Jos tarkastusten yhteydessä tehdään materiaalin keston suhteen poikkeavia havaintoja on syytä suorittaa ainettarikkovia tutkimuksia.

Kattilan puhdistus tulee suorittaa tarkastettavilta alueilta mahdollisimman hyvin vesipesulla, jotta taataan mahdollisimman hyvä tarkastus- ja työympäristö. Tarkastuksiin tarvittavan aikamäärän lyhentämiseksi tulee eristysten purku ja telineiden rakentaminen suorittaa siten, että ne eivät häiritse tarkastus- ja korjaustyötä.

Tarkastustulosten raportoinnilla selvitetään tulevia seisokkeja varten tarkastuslaajuus sekä mahdollinen korjaustarve.

4. Tarkastuslaajuus

Soodakattiloiden tarkastuskohteisiin kuuluvat seuraavat alueet:

Kohde	Menetelmä	Syy
Pohja		
- sivuseinäputkien eväraudan hitsaussauma	tunkeumaväri	säröt/palaminen
- compound-hiiliteräsputkien päittäissaumat	ultraääni, röntgen, tunkeumaväri, isotooppikuvaus	säröt/hitausvirheet
- päällehitsaus	tunkeumaväri	säröt
- pohjaputket	tunkeumaväri, ultraääni	säröt
Tulipesän seinät		
- aukkojen ympäristö	tunkeumaväri, ultraääni	säröt
- compound/compound ja compound/hiiliteräs-saumat	ultraääni, röntgen, isotooppikuvaus, tunkeumaväri	säröt/hitausvirheet
- putkien seinämäpaksuus	ultraääni	syöpyminen
- päällehitsaus	tunkeumaväri	säröt
- metalliruiskutusalue	silämääräinen	kiinnipysyvyys/syöpyminen

5. Tarkastusväli

Kattilan eri osien tarkastusvälejä määritettäessä on huomioitava aiemmat tarkastustulokset ja osien vaihtoväli. Aiemmissa tarkastuksissa todettujen säröjen, seinämäpaksuuden ohenemisen ym. perusteella tulee tarkastusvälejä kyseisten kattilan osien osalta lyhentää ja suorittaa kattavampi tarkastus. Lisäksi kattilakohtaiset tekijät sekä ajo-olosuhteiden vaikutus on otettava huomioon. Luvussa VI on käsitelty ajo-olosuhteiden vaikutusta kattilan kestoisuuteen.

6. Uusien soodakattiloiden ja vanhojen kattiloiden uusintojen tarkastus

Uusissa soodakattiloissa ja vanhojen kattiloiden uusituilla alueilla tulee suorittaa seinämävahvuusmittaukset ja särötutkimukset. Mittauksista tulee olla käytössä mittauspöytäkirjat sekä kuvauksista kuvauskartat. Lisäksi tulee tarkastaa, että pohja on tasomainen ja lepää pohjapalkkien varassa.