

Korjaushitsaus- käsikirja



Osa 2, Hitsausohjeita



OY ESAB

Ruusilantie 18, 00390 HELSINKI

puh. (09) 547 761, faksi (09) 547 7771, www.esab.fi

Osa 2, Hitsausohjeita

Valuraudan hitsaus	2 - 3
Huonosti hitsattavien terästen hitsaus	2 - 7
Erialaisten metallien hitsaus toisiinsa – sekaliitokset	2 - 12
Mangaaniterästen hitsaus	2 - 16
Työkaluterästen hitsaus	2 - 20

Yleistä

Valuraudat ovat seoksia, jotka sisältävät raudan lisäksi seuraavia seosaineita: 2-5% C, 1-3% Si ja alle 1% Mn.

Valuraudoilla on pieni sitkeys, kovuus ja lujuus sekä ne ovat yleensä melko hauraita. Näiden ominaisuuksien parantamiseksi valurautoja seostetaan ja/tai lämpökäsitellään.

Yleisimmät valurautalajit ovat:

- suomugrafiittivalurauta (harmaa valurauta)
- pallografiittivalurauta
- adusoitu valurauta
- tylppägrafiittivalurauta
- valkoinen valurauta

Suuri hiilipitoisuus vaikuttaa hitsattavuuteen huomattavasti. Koska valurautojen koostumukset ja ominaisuudet vaihtelevat paljon, myös hitsattavuus vaihtelee. Toiset laadut ovat kohtalaisesti hitsattavia, toiset ovat hitsattavaksi sopimattomia. Kaikki yllä mainitut valurautalaadut ovat sopivilla lisäaineilla ja toimenpiteillä kuitenkin hitsattavissa, pois lukien valkoinen valurauta, joka on erittäin haurasta.

Hitsauslisäaineet valuraudalle

Tyyppi	Puikko	Täytelanka
Puhdas nikkeli	OK 92.18	-
Nikkeli-rauta	OK 92.58	-
Nikkeli-rauta	OK 92.60	OK Tubrodur 15.66
Nikkeli-kupari	OK 92.78	-
Seostamaton teräs	(OK 48.00)	(MAG-lanka: OK Autrod 12.51)

Puhdas nikkeli-tyyppi

Valuraudat hitsataan pääsääntöisesti nikkeli-puikoilla. Nikkeli pystyy absorboimaan enemmän hiiltä muuttamatta omia ominaisuuksiaan. Nikkelin ja valuraudan lämpölaajenemiset ovat lähes samanlaiset. Nikkeli on sitkeämpi kuin muut valuraudan lisäaineet ja se on myös helposti koneistettavaa. Sitä käytetään halkeamien täyttämiseen ja yleisiin korjauksiin. Hitsiaineen kovuus on n. 150HB. Sitä ei suositella runsaasti rikkiä ja fosforia sisältäville raudoille.

Nikkeli-rauta-tyyppi

Korkeamman lujuuden saavuttamiseksi valurauta- ja valurauta-teräsliitoksissa voidaan käyttää nikkeli-rauta-tyyppisiä hitsauspuikkoja. Hitsiaineen rautapitoisuuden vuoksi kovuus voi kohota hieman puhtaalla nikkelillä saavutettavaan verrattuna. Hitsi on kuitenkin vielä koneistettavissa.

Nikkeli-rauta hitsiaine sietää paremmin rikin ja fosforin seostumista kuin puhdas nikkeli.

Nikkeli-kupari-tyyppi

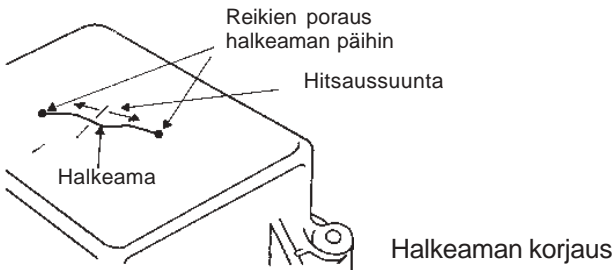
Nikkeli-kupari on sopiva tyyppi, kun tarvitaan lähes valuraudan värinen hitsi. Hitsi on helposti koneistettavissa.

Seostamaton teräs-tyyppi

Seostamattomia hitsauspuikkoja voidaan käyttää ei-kriittisissä hitseissä ja kun koneistusta ei tarvita. Hitsiaine tulee sekoittumisen takia kovaksi ja hauraaksi.

Valurautaliitoksen valmistelu

- Railojen tulee olla leveämpiä kuin teräksillä
- Terävät kulmat on pyöristettävä
- U-railot ovat suositeltavia
- Halkeamat on avattava kunnolla luoksepääsemisen varmistamiseksi
- Poraamalla pienet reiät halkeaman päihin, jotta sen eteneminen ei jatkuisi, katso kuva.



Koska valurauta on rakenteeltaan huokoista, se imee itseensä öljyä ja nesteitä, jotka vaikeuttavat hitsausta. Ne tulee poistaa ennen hitsausta. Jos nämä nesteet halutaan polttaa pois, tarvitaan lämmitystä. Yleensä polttaminen on kuitenkin mahdotonta kappaleen muodon tai ajanpuutteen vuoksi.

Ongelman voi ratkaista talttauspuikolla OK 21.03. Se on erinomainen apuväline valuraudan korjauksessa, koska se kuivattaa ja polttaa epäpuhtauksia ja grafiittia, mikä vähentää halkeilua ja huokosia hitsissä. Normaalisissa hionnassa epäpuhtaudet ja grafiitti leviävät railoon, mikä voi aiheuttaa ongelmia hitsauksessa.

Joskus on hyödyllistä käyttää pufferihitsausta. Pufferihitsauksessa toinen tai molemmat railonkyljet päällehitsataan ennen varsinaista hitsausta, kuvat 1 ja 2. Se tehdään samalla lisäaineella kuin varsinainen hitsauskin. Tällä menettelyllä pienennetään liitoshitsin kutistumisesta aiheutuvia valurautaan kohdistuvia jännityksiä.

Tätä tekniikkaa käytetään ehkäisemään hauraiden faasien syntymistä. Lisäksi hitsin kutistumisesta johtuvat jännitykset jäävät sitkeään pufferikerrokseen, eivätkä vaikuta hauraaseen muutosvyöhykkeeseen.



Pufferikerros

Kuva 1



Pufferikerros ja
varsinainen liitoshitsi

Kuva 2

Valuraudan kylmähitsaus

Suurin osa valurautakorjauksista hitsataan puikolla ja nykyään enimmäkseen kylmähitsauksena seuraavasti:

- Hitsaa lyhyitä, suoria palkoja (20-30 mm) paksuudesta riippuen
- Käytä ohuita puikkoja ja pientä virtaa
- Pidä keskimääräinen lämpötila alle 100 °C koko ajan
- Vasaroi hitsin pinta pyöreällä vasaralla heti hitsauksen jälkeen

Kylmähitsauksen tarkoitus on tuoda mahdollisimman vähän lämpöä hitsauskohdan alueelle, minkä ansiosta jännitykset jäävät pienemmiksi.

Vasarointi venyttää hitsipalkoa, mikä laukaisee kutistumisjännityksiä ja estää halkeamien syntymistä.

Esite

ESAB on julkaissut myös esitteen Valuraudan hitsaus, jossa selvitetään enemmän valuraudan hitsausta.



Valurautainen moottorilohko. Korjaus puikoilla OK 92.18 ja OK 92.60.

Huonosti hitsattavien terästen hitsaus



Korjaus- ja kunnossapitohitsauksissa on usein monia teräksiä, joita voidaan kutsua huonosti hitsattaviksi suuren karkenevuutensa vuoksi.

Näitä teräksiä ovat:

- runsashiilliset teräkset
- koneenrakennuksen nuorrutusteräkset
- työkäluteräkset
- jousiteräkset
- monet kulutusteräkset
- tuntemattomat teräkset

Tuntemattomia teräksiä on syytä käsitellä huonosti hitsattavina hitsausvirheiden estämiseksi, jos niiden tarkempaa koostumusta ei saada selville.

Yhteistä näille kaikille teräksille on hitsattavuuden kannalta voimakas karkenemisaipumus sekä kareneen muutosvyöhykkeen suuri kovuus ja hauraus. Periaatteessa kaikkia näitä teräksiä voidaan hitsata sopivaa ferriittistä lisäainetta käyttäen ja tekemällä tarvittava esilämmitys tai esilämmitys ja jälkilämpökäsittely. Lämpökäsittelyt eivät usein ole kuitenkaan mahdollisia korjaushitsauksessa.

Hitsaus austeniittisella ruostumattomalla tai nikkelpohjaisella lisäaineella on paljon käytetty ja tehokas tapa estää halkeamien syntymistä. Halkeamia aiheuttavan vedyn liukoisuus on austeniittiseen hitsiaineeseen suuri, mistä syystä vety ei siirry hauraaseen muutosvyöhykkeeseen aiheuttamaan vetyhalkeamia. Lisäksi austeniittisen hitsiaineen sitkeys on suuri, minkä ansiosta se pystyy venymään hitsin kutistumisen ja jäähtymisen aikana, mikä pienentää jännityksiä.

Yleisimmät lisäainetyypit ovat:

Tyyppi	Puikko	MAG-/Täytelanka
29Cr 9Ni	OK 68.81, OK 68.82	OK Autrod 16.75
18Cr 9Ni 6Mn	OK 67.42, OK 67.45, OK 67.52	OK Autrod 16.95 OK Tubrodur 14.71
Ni-pohjaiset	OK 92.26	OK Autrod 19.85

OK 68.81/OK 68.82/OK Autrod 16.75

Tällaisella ferriittis-austeniittisella hitsiaineella on hyvin suuri sekoittumiskyky, ja se sietää parhaiten epäpuhtauksia railopinnoilla ja perusaineessa. Hitsiaineen lujuus on suhteellisen korkea, minkä ansiosta sitä voidaan käyttää suurta lujuuttakin vaativiin hitseihin. Hitsiaineen ferriittipitoisuus on yli 40 %, mikä voi aiheuttaa haurautta korkeissa lämpötiloissa ja myös paksuissa monipalkohitseissä.

Nämä lisäaineet ovat paras valinta, kun perusainetta ei tunneta.

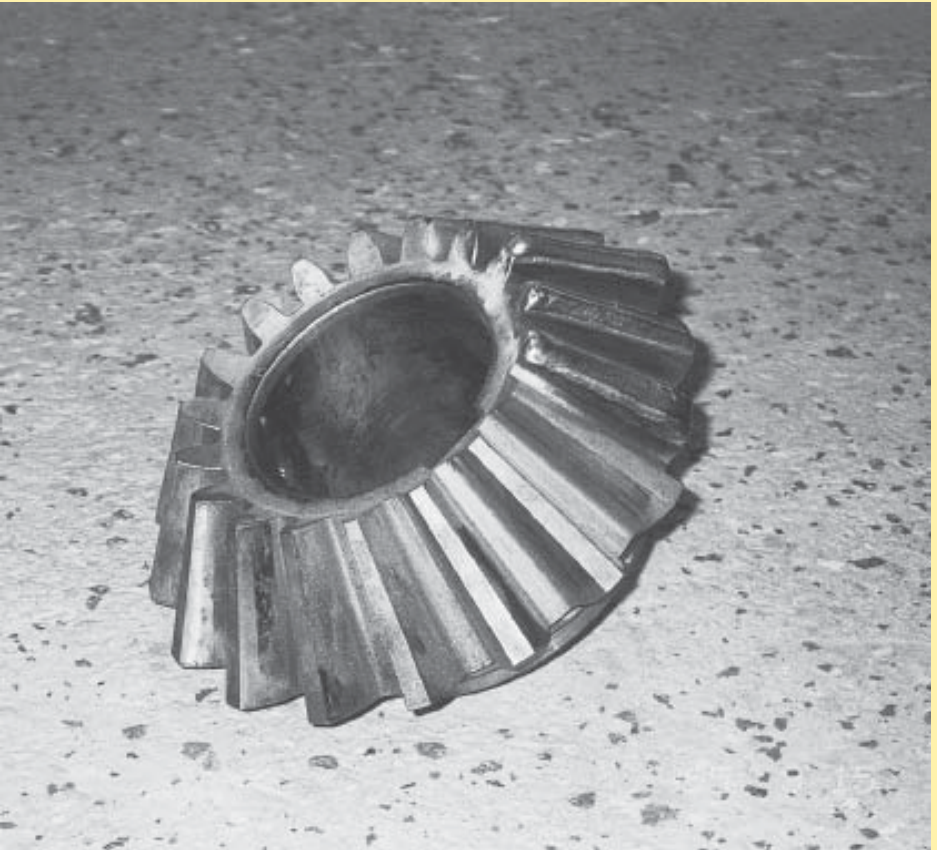
OK 67.42/OK 67.45/OK 67.52/OK Tubrodur 14.71/OK Autrod 16.95

Austeniittisen hitsiaineen lujuus ja kovuus ovat suhteellisen matalat, mutta sitkeys hyvin suuri. Hitsiaine on hyvin halkeilunkestävä monissa korjaushitseissä. Tämä suhteellisen pehmeä hitsiaine pienentää jännityksiä, jotka voivat aiheuttaa vetyhalkeamia karenceilla (so. martensiittisilla) alueilla hitsausvyöhykkeellä. Tämän tyyppinen lisäaine voi olla parempi valinta kuin edellinen, kun ei vaadita suurta lujuutta.

OK 92.26/OK Autrod 19.85

Tätä nikkelipohjaista lisäainetta käytetään usein korkean lämpötilan ja korkean lujuuden liitoksiin, jotka on suunniteltu yli 200 °C lämpötiloihin, esimerkiksi kuumalujan CrMo-teräksen liittämiseen ruostumattomaan teräkseen, koska se ei haurastu lämpökäsittelyssä ja korkeissa lämpötiloissa. Hitsiaineen venymiskyky on kaikista lisäaineista suurin, minkä ansiosta sitä käytetään myös vaikeissa korjaushitsauksissa, esim. paksut ja jäykät hitsit. OK 92.26 ja Autrod 19.85 ovat sopivia myös, kun hitsataan paksuja materiaaleja (>25 mm) monipalkohitsausena.

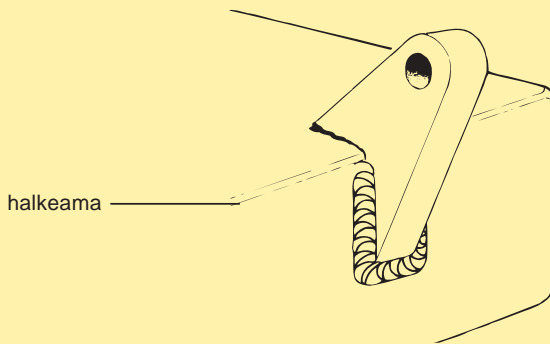
Seuraavilla sivuilla on esitelty esimerkkikohteita, joissa OK 68.82 puikkoa on käytetty hyvällä menestyksellä.



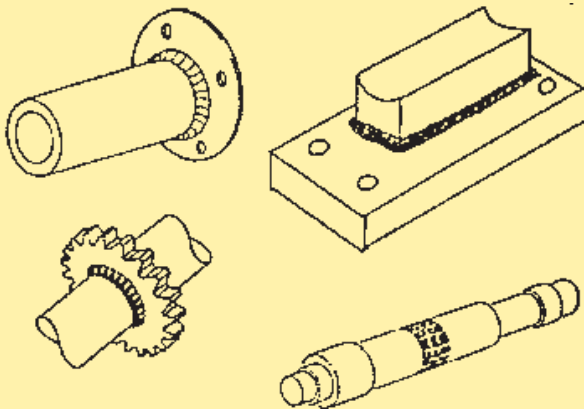
Vaihteiston hammaspyörä, joka on voimakkaasti karkenevaa nuorrutusterästä. Korjattu puikolla OK 68.82.



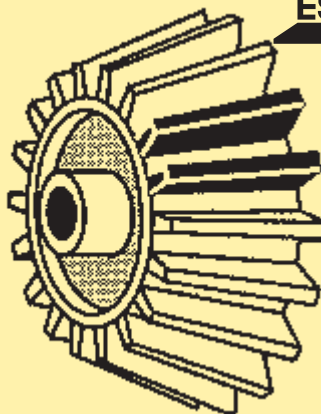
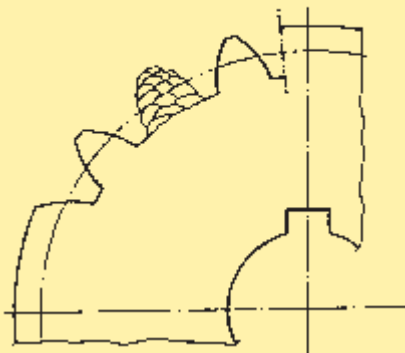
Kuluneen nuorrutusteräsakselin korjaus hitsauspuikolla OK 68.82.



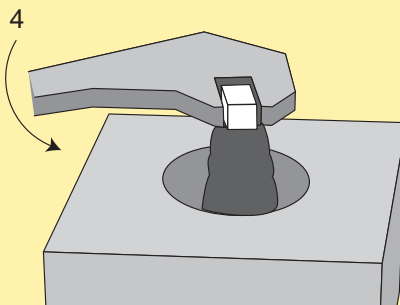
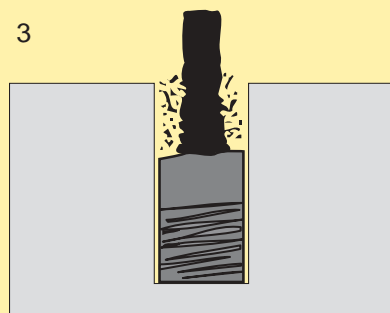
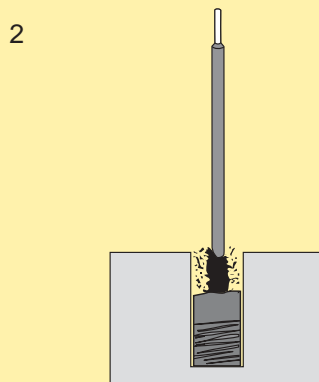
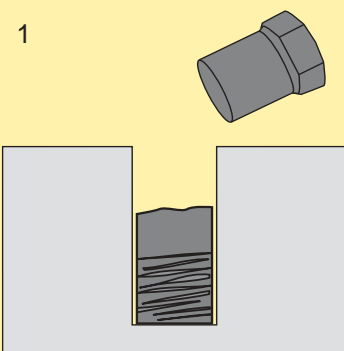
Valuteräskorvakkeen korjaus hitsauspuikolla OK 68.82.



OK 68.82 hitsauspuikolla korjattuja koneenosia.



Nuorrutusteräksestä tehdyn hammaspyörän korjaus hitsauspuikolla OK 68.82.



Katkenneen pultin poistaminen hitsauspuikolla OK 68.82.

Seostamattoman tai niukkaseosteisen teräksen hitsaus ruostumattomaan teräkseen

Seostamattoman tai niukkaseosteisen teräksen ja ruostumattoman teräksen hitsaus toisiinsa on epäilemättä yleisin ja tärkein erilaisten metallien välinen hitsausliitos. Näistä liitoksista käytetään usein nimityksiä eripariliitos, musta/ruostumaton eripariliitos ja ferriitti/austeniitiliitos. Ruostumaton teräs on useimmiten jokin austeniittinen ruostumaton teräs, mutta se voi olla myös ruostumaton duplex-teräs.

Ruostumattoman teräksen hitsaaminen seostamattomaan tai niukkaseosteiseen teräkseen pitää normaalisti suorittaa ns. yliseostetulla ruostumattomalla lisäaineella. Yliseostetussa lisäaineessa on normaalia ruostumatonta lisäainetta enemmän kromia ja nikkeliä, jotta sillä on varaa "laimistua" sekoittuessaan seostamattoman teräksen kanssa hitsiaineessa ja hitsiaineeseen saadaan sellainen koostumus, että se ei ole hauras eikä halkeile.

Käytettävissä on kaksi eri tapaa. Koko railo voidaan hitsata yliseostetulla ruostumattomalla lisäaineella. Vaihtoehtoisesti niukkaseosteiseen tai seostamattomaan railopintaan voidaan hitsata pufferikerros yliseostetulla ruostumattomalla lisäaineella ja täyttö ruostumattoman perusaineen mukaisella lisäaineella.

Hitsaus voidaan yleensä suorittaa ilman esilämmitystä. Perusaineiden hitsaussuosituksot tulee kuitenkin huomioida.

Yleisimmät lisäainetyypit:

Seostyyppi	EN	AWS	Puikko OK	MIG/MAG/TIG OK Autrod/Tigrod	Täytelanka OK Tubrod	Jauhekaari OK Autrod
18%Cr-8%Ni-6%Mn	18 8 Mn	307	67.45	16.95	14.36 ja 14.71	16.95
23%Cr-13%Ni	23 12 L	309L	67.60	16.51 ja 16.53	14.22 ja 14.32	16.53
23%Cr-13%Ni-3%Mo	23 12 2 L	309MoL	67.70	16.54	14.23 ja 14.33	16.54
29%Cr-9%Ni	29 9	312	68.82	16.75	-	16.75
Nikkeliseos	-	NiCrFe-3	92.26	19.85	-	19.85

Ensimmäinen lisäainetyppi (18%Cr-8%Ni-6%Mn) on mangaanilla yliseostettu lisäaine. Hitsiaineen mikrorakenne on austeniittinen. Korkea mangaaniseostus estää kuumahalkeamien syntymistä. Austeniittinen hitsiaine ei haurastu paksuissa monipalkohitseissä tai jälkilämpökäsittelyssä ja hitsiaineen muodonmuutoskyky ja sitkeys ovat hyvät. Näitä lisäaineita käytetään paljon eriparihitseissä ja huonosti hitsattien terästen korjaushitsauksissa sekä kovahitsauksessa sitkeänä pufferikerroksena.

Toinen (23%Cr-13%Ni) ja kolmas (23%Cr-13%Ni-3%Mo) seosryhmä ovat periteellisiä ja eniten käytettyjä lisäaineita musta/ruostumaton –eripariiliitoksiin. Hitsiaineen mikrorakenne on asuteniittis-ferritiittinen, jonka ferritiittipitoisuus on 15-20 %. Sekoittumisen jälkeen eriparihitsiaine on tavanomaista ruostumatonta 19/9 tai h aponkestävää 19/12/3 tyyppistä hitsiainetta. Ne sietävät melko suuren sekoittumisasteen säilyttäen vielä oikean koostumuksen hitsiaineessa.

Neljäs ryhmä (29%Cr-9%Ni) on hyvin runsaasti kromilla yliseostettu. Mikrorakenne on austeniittis-ferritiittinen, jossa ferritiittipitoisuus on 40-50 %. Tästä syystä hitsiaine voi haurastua paksuissa monipalkohitseissä eikä sitä saa jälkilämpökäsitellä. Se on tarkoitettu erityisesti hitseihin, joissa on suuri sekoittumisaste. 29%Cr-9%Ni –lisäaine on yleisin seostyyppi myös erilaisissa korjaushitsauspuikoissa, joita käytetään huonosti hitsattavien terästen hitsauksiin.

Viides ryhmä on nikkeli pohjaiset seokset (“Inconel”). Hitsiaine on täysin austeniittinen ja sen muodonmuutoskyky ja sitkeys ovat erittäin hyvät. Näitä lisäaineita käytetään pääasiassa voimalaitosten kuormalujien CrMo-terästen ja ruostumattomien terästen välisissä liitoksissa. Hitsiaine kestää haurastumatta jälkilämpökäsittelyn ja korkealämpötilakäytön. Nikkelipohjaisia lisäaineita käytetään myös erilaisten huonosti hitsattavien terästen korjaushitsauksiin, koska hitsiaineen muodonmuutoskyky (venymä) on erittäin suuri, esim. paksuissa ja jäykissä rakenteissa.

Esabilla on myös PC-ohjelma Schaeffler, jonka avulla voidaan analysoida eriparihitsin ominaisuuksia ja ja käyttökelpoisuutta sekä suorittaa kätevästi lisäaineen valintaa.

Kuparin ja kupariseosten hitsaus teräkseen ja ruostumattomaan teräkseen

Kupariseosten liittämässä teräkseen tai ruostumattomaan teräkseen on suositeltavaa käyttää pufferikerroksia.

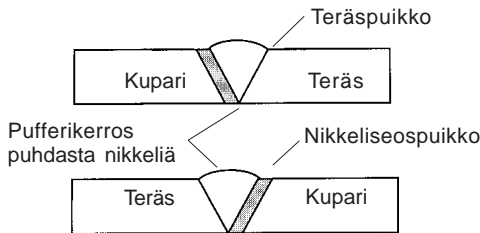
Sula kupari ja pienemmässä määrin myös pronssi tunkeutuvat teräksen muutosvyöhykkeelle ja erkautuvat raerajoille. Sulan kuparin sulamispiste on satoja asteita matalampi kuin teräksen. Tunkeutuminen on nopeaa ja tunkeutumissyvyys voi olla yli 1 mm. Tätä ilmiötä edistävät vetojännitykset, joita syntyy hitsauksen yhteydessä. Puhdasta nikkeliä sekä nikkeli-kromi- ja nikkeli-kupari-seosta voidaan käyttää pufferikerroksena ehkäisemään kuparin tunkeutumista, koska nikkelillä ei ole vastaavaa taipumusta.

Kuparin tunkeutuminen ei välttämättä ole vahingollista, vaan se voi olla sallittua monissa pinnoitussovelluksissa.

Hitsattaessa tuotetta suurille kuormille tai erityisen kuumiin kohteisiin, joissa raerajat haurastuvat, tulee kuparin tunkeutumista välttää. Näissä tapauksissa on käytettävä pufferikerrosta nikkelipohjaisella lisäaineella.

Pufferikerrokset voidaan tehdä joko kuparipuolelle tai teräspuolelle. Liitoshitsauksessa on vältettävä pufferikerroksen sulamista puhki. Sopivia puikkoja ovat mm. OK 92.05 (puhdas nikkeli) ja OK 92.26 (nikkeli-kromiseos).

Lopulliseen hitsiin käytetään teräs- tai nikkeliseos puikkoa riippuen kummalle puolelle pufferikerros on tehty. Seuraavasta kuvasta käy ilmi pufferoinnin suoritus.



Pufferikerroksen hitsausta varten kuparipuolelle on hyvä tehdä 300–500 °C esilämmitys. Ohuille materiaaleille riittää aloituskohdan ja sen ympäristön lämmitys. Kun pufferikerros ei ole kuparipuolella, noudatetaan perusaineen esilämmitysohjeita. Hitsattaessa teräspuolelta pufferoituja hitsejä kuparipohjaisilla puikoilla, tulee kuparipuoli esilämmittää 150–200 °C (Al- ja Sn-pronssit) ja <100 °C (Si-pronssit). Jos pufferikerros on kuparipuolella, niin liitoshitsausta varten ei tarvita esilämmitystä, koska eristävä nikkelikerros estää tehokkaasti lämmön johtumista kupariin. Ilman pufferikerrosta lämpö karkaisi kuparin hyvän lämmönjohtokyvyn vuoksi.



Korjauskärkien kiinnitys kauhan kynnen runkoon lisäaineella OK 67.45 tai OK Tubrodur 14.71.



Ruoppauskauha. Uusien huulilevyjen kiinnitys puikolla OK 68.82.

Mangaaniteräs sisältää yleensä 11-14% mangaania ja 1-1,4% hiiltä. Tietyt laadut voivat sisältää vähäisissä määrin myös muita seosaineita. Tällä teräksellä on poikkeuksellinen kyky kovettua kylmämuokkauksessa, esimerkiksi iskuista ja/ tai kovassa paineessa. Tämä tekee teräksestä hyvän materiaalin moniin käyttökohteisiin murkaus- ja kaivosteollisuudessa, esimerkiksi murskaus-koneiden kulutusosiin, kauhoihin ja kaivinkoneiden kynsiin.

Mangaaniteräs kestää pitkään, mutta se voi myös kulua. Kunnostus käsittää normaalisti halkeamien ja lohkeamien korjausta, kappaleen alkuperäisen koon ja muotojen takaisinkasvattamista ja pinnan kovahitsausta tuotteen eliniän pidentämiseksi.

Mangaaniteräksen hitsattavuus on rajoitettu uudelleenlämmityksestä ja hitaasta jäähtymisestä aiheutuvan haurastumisen vuoksi. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että palkojen välinen lämpötila ei saa nousta yli 200°C. Tästä johtuen on olennaista seurata lämpötilaa erittäin tarkasti hitsauksen aikana. Siksi nämä teräkset tulee hitsata:

- pienellä lämmöntuonnilla
- suorilla hitseillä ilman levitystä
- jos mahdollista, useampaa kappaletta samanaikaisesti
- työkappaletta vedessä jäähdyttäen

Tyypillisiä mangaaniteräksen hitsauksia ovat:

- Mn-teräksen liittämistä seostamattomaan tai niukkaseosteiseen teräkseen
- Mn-teräksen liittämistä Mn-teräkseen
- Kuluneiden pintojen uudelleenkasvatusta
- Kovahitsausta uuden pinnan kovuuden lisäämiseksi

Liittäminen

Mangaaniterästen hitsauksessa toisiinsa tai muihin teräksiin käytetään austeniittisia ruostumattomia lisäaineita lujan ja sitkeän liitoksen aikaansaamiseksi.

Lisäaineet liittämiseen

Seos	Puikko	Täytelanka	MAG-lanka
18/8/6	OK 67.45	OK Tubrodur 14.71	OK Autrod 16.95
29/9	OK 68.82		OK Autrod 16.75

Pinnoitus:

Ennen kuluneen kappaleen pinnoitusta on pinnoite suotavaa pufferoida austeniittisella lisäaineella esimerkiksi OK 67.45 tai OK Autrod 16.95. Itse pinnoitus suoritetaan jollain alla mainituista 13% Mn lisäaineista.

Lisäaineet pinnoitukseen

Seos	Puikko	Täytelanka
13Mn	OK 86.08	
13Mn 4Cr 3Ni	OK 86.20	OK Tubrodur 15.60
14Mn3Ni	OK 86.28	
14Mn18Cr	OK 86.30	OK Tubrodur 15.65

Nämä lisäaineet sopivat yleisimmille saatavissa oleville austeniittisille mangaaniteräksille.

Suuri pinnan kovuus

Mangaaniteräshitsin pinnan kovuuden lisäämiseksi ja hankauskulutuksen kestävyuden parantamiseksi hitsi voidaan pinnoittaa kromiseosteisella lisäaineella. Samaa voidaan käyttää myös uusiin osiin ennalta ehkäisevänä toimenpiteenä.

Lisäaineet pinnan kovahitsaukseen

HRC	Puikko	Täytelanka	MAG-lanka
55–60	OK 84.58	OK Tubrodur 15.52	OK Autrod 13.91

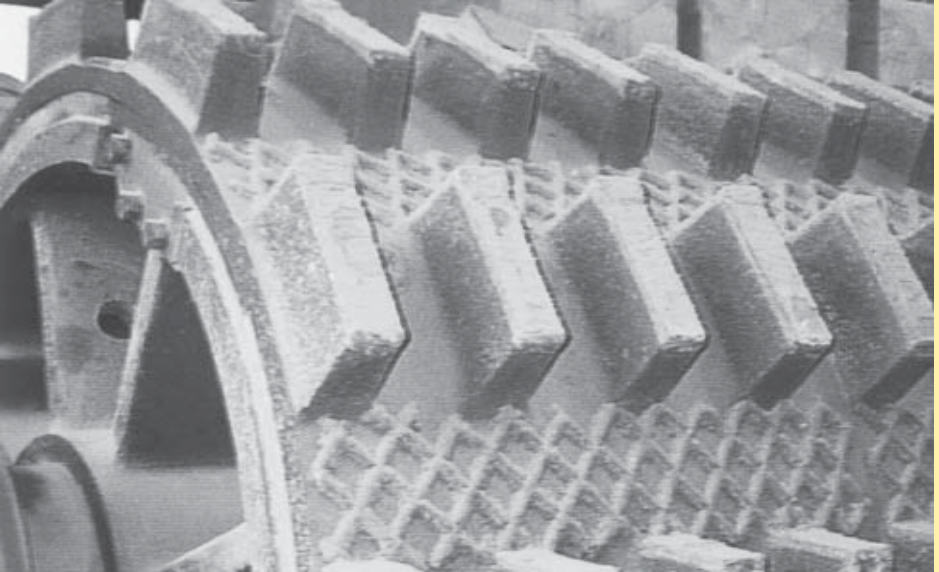
Erittäin kuluttavissa olosuhteissa kromirauta- tai karbidityyppisiä lisäaineita voidaan käyttää verkkopalkoina tai muina kuvioina.

HRC	Puikko	Täytelanka
60–63	OK 84.78	OK Tubrodur 14.70
~62*	OK 84.84	OK Tubrodur 15.80

* 1 palkokerros



13% Mn-teräksisen murskaimen korjausta puikolla OK 86.08.



Mn-teräksinen murskain. Hammas: OK 86.20 pufferikerros, OK 84.78 kovahitsaus. Verkkopalko: OK Tubrodur 14.70.



Mn-teräksinen iskurimurskain: OK Tubrodur 15.65.

Verrattuna rakenneteräksiin, on työkaluteräksien hiilipitoisuus huomattavasti suurempi. Ne ovat usein kromilla, nikkeliillä ja molybdeenillä seostettuja ja lämpökäsitteltyjä haluttujen ominaisuuksien saavuttamiseksi. Näitä ominaisuuksia ovat mm. kovuus, lujuus ja mittojen muuttumattomuus.

Korkea hiilipitoisuus ja seosaineet tekevät työkaluteräkset erittäin karkeneviksi ja ne ovatkin yleensä ilmassa karkenevia teräksiä. Tämä tekee niiden hitsattavuuden huonoksi ja hitsauksen vaikeaksi.

Työkaluterästen korjaushitsaaminen niiden ominaisuuksia muuttamatta voi olla erittäin vaikeaa. Tähän auttaa lämpökäsittely korkeassa lämpötilassa ja lisääneen valinta siten, että hitsiaineelle tulee perusaineen kaltainen koostumus ja ominaisuudet. Käytännössä työkaluterästen korjaushitsaus on monimutkaista hilseilyn ja mittamuutosongelmien vuoksi. Se vaatii myös paljon aikaa.

Yksinkertaistettu hitsaus

Korjaushitsaus voidaan suorittaa esilämmittämällä kappale 200–500 °C lämpötilaan (riippuen teräksestä) ja pitämällä lämpötila hitsauksen ajan. Hitsauksen jälkeen tulee suorittaa lämpökäsittely. Tämäkään ei tuota täysin tasaista rakennetta ja kovuutta koko hitsiin, mutta tulos voi olla riittävän hyvän uuden työkalun tekemiseen verrattuna.

Käytettävät esi- ja jälkilämmityslämpötilat löytyvät standardeista (esim. SAE/AISI) tai työkaluteräksen valmistajilta.

Työkaluterästen hitsauspuikot

Nämä hitsauspuikot on kehitetty työkalujen valmistukseen ja niiden korjaushitsaukseen.

Päättyypit

OK 84.52	Martensiittinen 13 Cr
OK 85.58	“Kuumatyöstöteräs”
OK 85.65	“Pikateräs”
OK 93.06	Kobolttipohjainen seos (“Stelliitti 6”)
OK 92.35	Nikkelipohjainen seos (“Hastelloy C”)

Työkaluterästen tärkein ominaisuus on niiden hyvä kovuus myös korkeissa lämpötiloissa. Työkaluja käytetään usein korkeissa lämpötiloissa tai lämpöä syntyy leikkauksessa ja muotoilussa. Niukkaseosteisten terästen kovuus laskee nopeasti yli 400 °C lämpötiloissa, kun taas pikateräkset voivat säilyttää kovuutensa jopa 600 °C lämpötilaan asti.

Kobolttipohjaisia seoksia eli stelliittejä käytetään pääasiassa parantamaan kulutuksen kestävyyttä korkeissa lämpötiloissa, kun hyvää kovuutta kuumassa tarvitaan yhdessä hapettumisen-, korroosion- ja hilseilynkestävyyden kanssa. Tyypillisiä käyttökohteita ovat venttiilien istukat, pursotustyökalut, moottorin venttiilit yms.

Kobolttipohjaisia seoksia voidaan käyttää lisäaineina eri perusaineiden, kuten hiili-, niukkaseosteisten-, valu-, tai ruostumattomien terästen kovahitsauksessa.

Jos joudutaan hitsaamaan yli kaksi palkokerrosta, tarvitaan usein esilämmitystä halkeilemattoman hitsin aikaansaamiseksi.

OK 93.06 tunnetaan erinomaisesta kulutuskestävyydestään korkeissa lämpötiloissa ja sitä käytetään leikkaus- ja lävistystyökaluihin yli 600 °C lämpötiloissa. Alhaisemmissa lämpötiloissa pikateräshitsauspuikoilla, kuten OK 85.65, saadaan yhtä hyvä tai parempi tulos ja erinomainen sitkeys.

OK 92.35 ei ole erityisen kova, mutta lujuuden ja kovuuden lasku lämpötilan noustessa on hidasta. Jopa 800 °C lämpötilassa sen murtolujuus on vielä yli 400 MPa. Seos on erittäin hyvin lämpöshokkeja, sykkivää kuormitusta ja hapettumista kestävä.

Valmistelu, käytännön ohjeita

Esilämmitys kannattaa tehdä uunissa oikean ja tasaisen lämpötilan varmistamiseksi, mutta se voidaan tehdä myös polttimella. Lämpötilaa tulee kohottaa hitaasti, erityisesti monimutkaisen muotoisilla kappaleilla. Tärkeää on myös hitsata mahdollisimman pienellä lämmöntuonnilla ja hitsata lyhyitä osapalkoja railon eri osiin yhtäjaksoisten palkojen sijaan.

Railot voidaan valmistella hiomalla. Teräviä kulmia tulee välttää ja käyttää riittävän suuria pyörityssäiteitä.

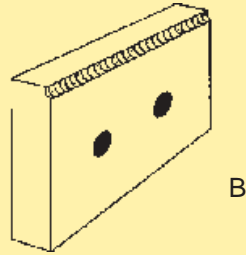
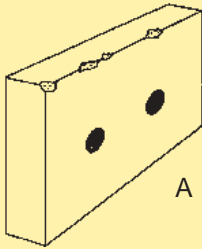
Erittäin huonosti hitsattaville työkaluteräksille suositellaan yhtä tai kahta pufferikerrosta esim. OK 67.45 tai OK 68.82 puikolla.

Vähemmän kriittiset osat ja niukkaseosteiset työkaluteräokset voidaan pufferoida OK 83.28 puikolla ennen kovahitsausta työkaluteräspuikolla.

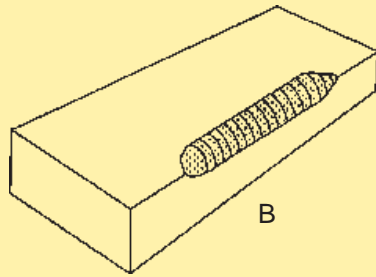
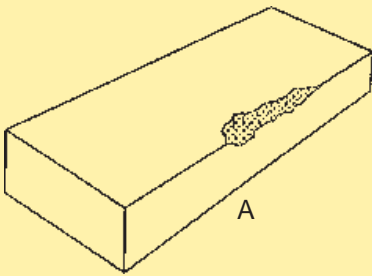
Kaikkiin työpintoihin ja leikkaussärmiin tarvitaan vähintään kaksi kerrosta työkaluteräskovahitsiä.

Hitsistä on tehtävä riittävän paksu, jotta työkalu voidaan koneistaa mittoihinsa.

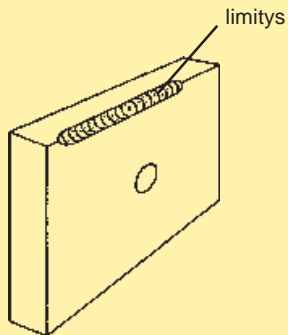
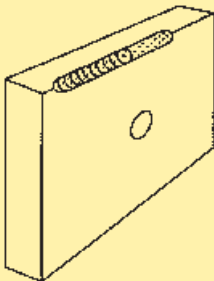
Karkaisu suoritetaan suunnilleen esilämmityslämpötilassa. Kuitenkin sekä esilämmityslämpötilan, että karkaisulämpötilan on pysyttävä alle teräksen päästölämpötilan.



Koko särmän korjauksen valmistelu: (A) vaurioitunut särmä, (B) särmän valmistelu hitsausta varten.



Osittaisen korjauksen valmistelu: (A) vaurioitunut särmä, (B) särmän valmistelu hitsausta varten.



Särmän kovahitsaus.

Hitsauspuikon valitseminen työkaluille

Työkalun tyyppi	Haluttu ominaisuus	Puikko
Kylmätyöstömuotit Kylmämuovaustyökalut	Sitkeys ja lujuus. Iskunkestävyys. Kulutuskestävyys.	OK 84.52
Painevalumuotit Muovimuotit Kuumataemuotit Kuumalävistystyökalut Pursotusmuotit	Korkea kuumalujuus, kulutuksen ja iskujen kestävyys kuumissa kohteissa.	OK 85.58
Kuumalävistystyökalut Kuumapistotyökalut Kuumaleikkaustyökalut Metallihöylän terät Jyrsimenterät	Särmän kestävyys korkeissa lämpötiloissa. Hyvä iskunkestävyys.	OK 85.65
Takomuotit Pursotusmuotit	Lujuus tykyttävässä kuormituksessa. Hapettumattomuus 1000 °C asti.	OK 92 35
Pistintyynyt Purseleikkurit Pursemeistit	Suuri lämpöshokin kestävyys. Kovuus korkeissa lämpötiloissa. Mittojen muuttumattomuus.	OK 93.06