

Alexi Ahola

Painesäiliön hitsausmenetelmät

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekniikanyksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikan ko.

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Aleksi Ahola

Työn nimi: Painesäiliön hitsausmenetelmät

Ohjaaja: Markku Kärkkäinen

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 33

Liitteiden lukumäärä:0

Tämä opinnäytetyö käsittelee painesäiliötä hitsattaessa hitsaussauman juuren suojausta hapelta. Opinnäytetyössä keskitytään TIG-hitsauksen perusteisiin sekä menetelmiin, joilla hitsaussauman juurta voidaan suojata. Yritys nimeltä Jarte Steel Oy hitsaa painesäiliöitä tehtaallaan Töysässä. Jarte Steel Oy:n toiveena oli, että opinnäytetyö tutkisi menetelmiä säiliön hitsaamiseen. Lähtökohta työlle oli selvittää vaihtoehtoja juuripalkon suojaamiseen hapelta hitsauksen ollessa käynnissä.

Työssä selvitetään jo olemassa olevia vaihtoehtoja sekä arvioidaan niiden toimivuutta kyseisessä tilanteessa. Opinnäytetyössä oli myös tavoitteena keksiä ihan uusi menetelmä juurikaasun johtamiseen hitsaussauman juureen. Näin ollen työn loppupuolella on kehittämiskelpoinen idea menetelmästä jolla se onnistuisi. Tuloksena on saatu muutamia hyvinkin erilaisia toteutuksia joilla hitsaussauman juuren suojaaminen hapelta hitsattaessa onnistuu, jopa ilman juurikaasua.

Avainsanat: TIG-hitsaus, juurikaasu, juuripalko

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Scholl of Technology

Degree programme: Automation technology

Specialisation: Machine automation

Author: Aleksi Ahola

Title of thesis: Welding Techniques for a Pressure Tank

Supervisor: Markku Kärkkäinen

Year: 2013

Number of pages: 33

Number of appendices:0

This thesis studied different methods to protect the backing run of weld from being exposed to air. This thesis studied the basics of TIG-welding and introduced techniques that can protect weld root from getting exposed to nitrogen or oxygen. A company named Jarte Steel Co welds pressure tanks in their factory in Töysä. Jarte Steel hoped that this thesis would explore the methods and techniques for welding pressure tanks. The basis of this thesis was to find out different options for shielding the backing run of the weld, while welding a pressure tank.

This thesis explored already existing methods and estimated their exploitability for this case. There was also hope for developing a completely new method for leading shield gas into the backing run. So in the end of this thesis there is presented an idea of a method that could be used. As a result there were a couple of very useful solutions that could cover the backing run from getting exposed to air, even without any shield gas.

Keywords: TIG-welding, shield gas, backing run

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvaluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Työn rakenne	9
2 HITSUKSEN TEORIAA	10
2.1 TIG-hitsaus	10
2.1.1 Käyttö.....	11
2.1.2 Laitteisto.....	12
2.1.3 Suojakaasu	13
2.2 Ruostumattomien terästen hitsaus.....	14
2.2.1 Esivalmistelu	14
2.2.2 Silloitus.....	15
2.3 Juuren suojaus.....	15
2.3.1 Juurituki.....	16
2.3.2 Juuriteippi.....	16
2.3.3 Juuritahna	17
2.3.4 Juurikaasu.....	17
2.4 Hitsin jälkikäsittely	17
2.4.1 Peittaaminen	18
2.4.2 Hionta.....	18
3 JUUREN SUOJAUSMENETELMÄT	20
3.1 Juuriteipit.....	20
3.2 Juuritulppa	25
3.3 Peittausaine TA-Flux.....	26
4 JUURIKAASUN SYÖTTÖTELINÉ.....	28

4.1 Kaasunsyöttötelineen rakenne.....	28
4.1.1 Jalusta.....	29
4.1.2 Teleskooppivarsi.....	29
4.1.3 Suutin.....	30
5 TULOKSET JA YHTEENVETO.....	32
LÄHTEET.....	33

Kuvaluettelo

Kuva 1. TIG-hitsaus periaate	11
Kuva 2. Oikea silloitusjärjestys.....	15
Kuva 3. Juuriteipin asennus.....	21
Kuva 4. Lasikuitualumiinifolionauha ruotumattoman teräksen takapinnalla	22
Kuva 5. Säiliön toinen pääty pyörintäalustalla.....	23
Kuva 6. Keraaminen juuriteippi	24
Kuva 7. Keraaminen juurituki joka on kiinnitetty alumiiniteipillä	24
Kuva 8. Juuritulppa	25
Kuva 9. Kuvun hitsaus	28
Kuva 10. Juurikaasun syöttömenetelmä	29
Kuva 11. Teleskooppivarsi.....	30
Kuva 12. Suutin johon juurikaasu johdetaan.....	31

Käytetyt termit ja lyhenteet

Pohjapalko	Kun hitsin juureen hitsataan monta palkoa päällekkäin, tarkoittaa pohjapalko ensimmäistä palkoa. (Lepola & Makkonen, 1999, 31).
Hitsisula	Aine joka on sulana hitsissä hitsattaessa ennen jäähtymistä (Lukkari, 2002, 26).
Juuripalko	Palko joka hitsataan juuren puolelle (Lukkari, 2002, 31).
Raerajakorroosio	Metalliseosten lämpenemisen yhteydessä raerajoille saattaa muodostua korroosionkestävyyttä heikentäviä yhdisteitä. Kun metalli altistuu syövyttävälle olosuhteille, syöpyy se raerajoja pitkin. Raerajakorroosiota aiheuttaa pääasiassa epäpuhtaudet sekä tietyn seosaineen rikastuminen raerajoilla tai köyhtyminen matriisista raerajojen läheisyydessä raerajaerkaumien vuoksi. (Opetushallitus [viitattu 5.3.2013.]
Lisäaine	Lisäaine on yleisnimitys hitsattaessa käytetylle hitsauslangalle tai hitsauspuikolle. Valitaan vastaamaan seosaineiltaan ja ominaisuuksiltaan perusainetta. (Lepola & Makkonen, 1999, 31.)
Elektrodi	Elektrodi on metallipuikko. Sen tehtävänä on toimia valokaaren sulamattomana toisena napana. Hyvä elektrodin materiaali on volframi. Volframin sulamispiste on metallien korkeimpia eli noin 3390 Celsius-astetta. (Lukkari, 2002, 260.)

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Töysässä sijaitseva yritys nimeltä Jarte Steel Oy valmistaa erikokoisia painesäiliöitä. Säiliöiden materiaalina käytetään ruostumatonta ja haponkestävää terästä sekä alumiinia. Säiliöitä valmistetaan lääke- elintarvike-, kemian- ja puunjalostusteollisuudelle. (Jarte Steel Oy [viitattu 5.3.2013.]

Säiliöihin hitsataan käsin kansi- ja pohjakuvut noudattaen menetelmäkokeilla vahvistettuja hitsausohjeita. Hitsaus toteutetaan TIG-hitsausmenetelmällä. Jarte Steel Oy kaipaa hitsauksen toteuttamiseen uutta menetelmää, jolla hitsaus sujuisi nykyistä yksinkertaisemmin sekä tuotannon kannalta tehokkaammin. Yhden kuvun hitsausprosessiin vaaditaan tällä hetkellä kaksi työntekijää.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on tutkia olemassa olevia eri vaihtoehtoja painesäiliöiden hitsaamiseen sekä suunnitella uusi menetelmä hitsauksen toteuttamiseen. Hitsauksen tulee toteutua yksinkertaisesti ja nopeasti. Suunniteltavan menetelmän tulee olla suhteellisen edullinen. Ratkaisun tulee olla kevyt ja helposti siirrettävä. Uudella menetelmällä tulee voida toteuttaa hitsaus säiliöihin joiden halkaisija on 1-1,5 m ja paksuus 2-6 mm.

Opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella muutama toimiva vaihtoehto painesäiliöiden kupujen hitsaamiseen. Ongelmana on hitsaussauman juuren suojaaminen hapelta hitsattaessa. Tavoitteena on että hitsauksen voisi toteuttaa yksi hitsaaja mahdollisimman yksinkertaisesti. Ongelmaksi on osoittautunut säiliön sisällä hitsattaessa pidettävä suojakaasu. Hitsaussauman juuren suojaaminen hapelta on välttämätöntä hitsattaessa ruostumattomia teräksiä (Lepola & Makkonen, 1999, 215).

1.3 Työn rakenne

Työ koostuu kahdesta eri osasta. Ensimmäinen on teoriaosa ja toinen on toiminnallinen osa. Teoria osassa keskitytään TIG-hitsaukseen. Siinä tarkastellaan TIG-hitsauksen eri vaiheita, välineistöä ja asioita, joita tulee huomioida hitsattaessa ruostumattomia teräksiä.

Toiminnallisessa osassa keskitytään hitsausmenetelmän suunnitteluun ja siihen liittyviin vaiheisiin. Osuudessa tarkastellaan eri vaihtoehtoja hitsauksen toteuttamiseen ja arvioidaan niiden toimivuutta käytännössä. Osuudet päättyvät päätelmäosioon, jossa työn merkitystä ja hyödynnettävyyttä arvioidaan.

2 HITSUKSEN TEORIAA

2.1 TIG-hitsaus

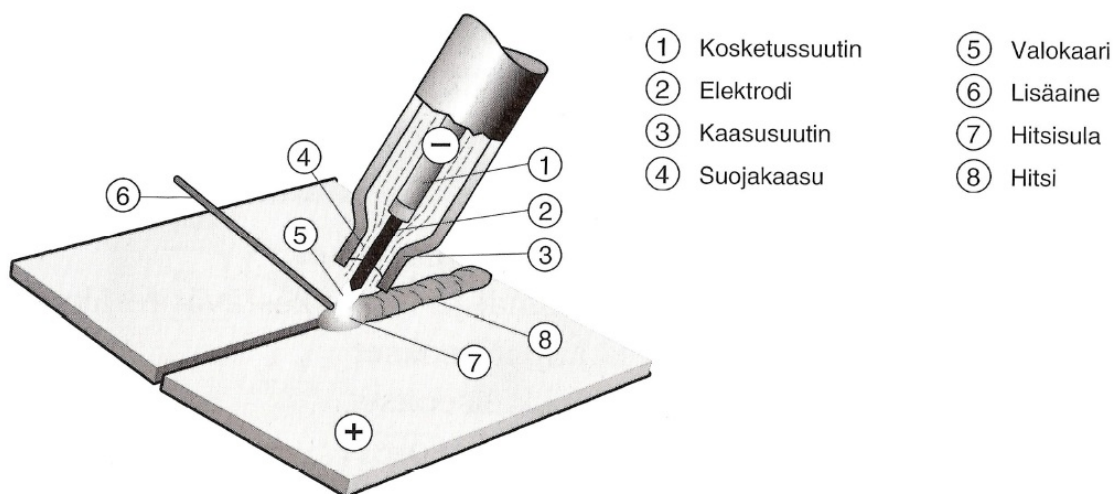
TIG eli kaasukaarihitsausprosessi on prosessi, jossa valokaari palaa sulamattoman volframielektrodin ja työkappaleen välillä. Hitsisula muodostuu kun valokaaren lämpö sulattaa perusainetta. Hitsatessa hitsaimen kaasusuuttimen kautta johdetaan suojakaasua, joka suojaa hitsaustapahtumaa ja elektrodin kuumaa kärkeä ilman hapelta. Argon tai helium ovat prosessissa käytettäviä suojakaasuja. (Lepola & Makkonen, 1999, 197.)

Yleisesti kaarihitsauksissa sulavina elektrodeina toimivat lisäainelanka tai puikko. TIG-hitsauksessa kuitenkin erona muihin kaarihitsausprosesseihin on sulamaton elektrodi. Hitsausprosessi tapahtuu hitsainta kuljettamalla, minkä aikana toisella kädellä syötetään hitsissä mahdollisesti tarvittavaa lisäainetta valokaareen. Lisäaine on yleensä 1000 mm pitkä ja suora hitsauslanka. TIG-hitsaus voidaan suorittaa myös ilman lisäainetta. TIG-hitsauksessa valokaari ja lisäaineen tuonti ovat erillään toisistaan. Se takaa hyvän sulan ja tunkeuman hallinnan. Näin ollen voidaan myös säädellä lisäaineen syöttöä ja hitsausenergiaa toisistaan riippumatta. Hitsausvirta on pienimmillään vain muutamia ampeereja. TIG-hitsaus sopii hyvin pohjapalkojen ja ohuiden ainepaksuuksien hitsaukseen. (Lepola & Makkonen, 1999, 197 -198.)

Koska TIG-hitsaus ei tuota kuonaa ja suojakaasu on inertti, saadaan sillä kuonaja oksidisulkeumista hyvin puhtaita hitsejä. Usein TIG-hitsauksessa hitsin pinta jää sileäksi ja puhtaaksi. Hitsausaineina toimivat hitsauslanka ja hitsausapuaine eli suojakaasu. Hitsausvirta on yleensä 20A-300A. Yleisimmin käytetään tasavirtaa. Hitsattaessa alumiinia tai magnesiumia käytetään vaihtovirtaa. (Lukkari, 2002, 249 -250.)

TIG-hitsauslaitteiston valinta riippuu hitsausasennosta, hitsattavasta perusaineesta, käyttökohteesta ja olosuhteista. Hitsausmenetelmä on pitkälle kehittyntä

ja hitsaus voidaan toteuttaa yksinkertaisin laittein. Näin ollen se onkin yleinen kaikkialla teollisuudessa. (Lukkari, 2002, 250.)



Kuva 1. TIG-hitsausperiaate (Lepola & Makkonen, 1999, 197)

2.1.1 Käyttö

TIG-hitsausprosessia voidaan käyttää lähes kaikkien metallien hitsaukseen. Yleisimmin TIG-hitsausta käytetään ruostumattomien ja haponkestävien terästen sekä alumiinien hitsaukseen. Se soveltuu myös muun muassa seuraavien metallien hitsaukseen:

- alumiini ja alumiiniseokset
- ruostumattomat ja haponkestävät teräkset
- kupari ja kupariseokset
- nikkeli ja nikkelseokset
- titaanit ja titaaniseokset
- magnesium ja magnesiumseokset. (Lepola & Makkonen , 1999, 198.)

TIG-hitsausprosessia käytettäessä ainepaksuudet ovat 0,5 mm-6,0 mm. Se soveltuu hyvin ohuiden ainepaksuuksien hitsaukseen. Myös suurempien ainepaksuuksien juuripalkojen yhdeltä puolelta hitsaukseen TIG-hitsaus soveltuu. Se soveltuu myös hitsaukseen kaikissa asennoissa hyvän hitsisulan hallittavuuden ansiosta. (Lepola & Makkonen, 1999, 198.)

TIG-hitsausken tärkeimpinä käyttöaloina voidaan pitää hankalasti hitsattavissa olevia putkia ja putkistoja, ruostumattomien putkien ja putkipalkkien hitsausta, ohuen ruostumattoman teräksen hitsausta, alumiinin hitsausta, erikoismetallien hitsausta, pienimuotoista korjaushitsausta sekä lentokone- ja avaruusteollisuutta. TIG-hitsaus tunnetaan yleisimmin käsihitsinä. Sitä voidaan kuitenkin käyttää myös mekanisoituna. (Lukkari, 2002, 255.)

2.1.2 Laitteisto

TIG-hitsauslaitteistoon kuuluu virtalähde, ohjausyksikkö, suojakaasulaitteisto ja monitoimikaapeli, joka menee hitsaimeen. Vesijäähdytteistä hitsainta käytetään suurilla noin 150-200 A:n virroilla hitsattaessa. Tällöin laitteistoon asennetaan lisäksi jäähdytysveden kiertolaite. Ohjausyksikkö voi olla kiinnitettynä virtalähteeseen tai se voi olla erillisenä ja näin ollen siirreltävässä. TIG-hitsauslaitteisto voidaan kiinnittää myös monitoimivirtalähteeseen, jolla voidaan hitsata myös MIG/MAG-, TIG- ja puikkohitsausprosesseilla. (Lepola & Makkonen, 1999, 199.)

Suojakaasulaitteisto kuuluu olennaisena osana TIG-hitsauslaitteistoon. Kaasua saadaan joko pullosta tai kaasuverkosta. Kaasun virtausmäärää säädetään virtausmittarilla ja paineenalennusventtiilillä. Näitä molempia seurataan kaasusäiliössä sijaitsevilla mittareilla. Ohjausyksikössä on magneettiventtiili, jolla sähköimpulsien avulla avataan ja suljetaan suojakaasun virtausta monitoimijohtimeen. Sieltä suojakaasu kulkee myös hitsaimen kaasusuuttimeen. Suojakaasun etu- ja jälkivirtausaikoja voidaan säädellä ohjausyksiköstä käsin. (Lepola & Makkonen, 1999, 207.)

Jäähdytysveden kiertolaitetta tarvitaan kun hitsataan suurilla tehoilla. Tällöin hitsain kuumenee ja sen eristeet ja tiivisteet voivat vaurioitua. Vesijäähdytteistä hitsainta käytetään yleensä yli 150 A:n teholla hitsattaessa. Tällöin hitsauslaitteistoon tulee asentaa jäähdytysveden kiertolaite. Jäähdytysvesi kiertää monitoimijohdinta pitkin hitsaimeen. Lämmentyään vesi kiertää takaisin lauhduttimeen ja kylmä vesi taas jatkaa kiertoaan hitsaimeen. Kyseessä on siis ns. suljettu jäähdytysveden kiertolaite. Nesteeksi sopii pakkasnestettä, jolloin hitsauslaitteistoa voidaan käyttää myös ulkokäytössä. Vedenkiertolaitteessa on usein paineanturi, jolla estetään hitsaaminen jos kierto ei ole käynnissä. (Lepola & Makkonen, 1999, 207- 208.)

Hitsaimen tehtävänä on pitää elektrodia, johtaa virtaa elektrodiin sekä ohjata suojakaasun virtausta valokaareen ja hitsisulan alueelle. Hitsainten virrankesto vaihtelee alle 100 A:n virrasta aina 600 A:n virtaan. Hitsaimissa on käyttökytkin joka toimii yleensä 24 V:n jännitteellä. Käyttökytkintä voidaan käyttää toimintojen ohjausta varten. Hitsaimia löytyy joko kaasujäähdytteisinä tai vesijäähdytteisinä. (Lepola & Makkonen, 1999, 208- 209.)

Kaasujäähdytteiset hitsaimet kestävät virtaa 150- 200 A asti. Kaasujäähdytteisten hitsainten jäähdytyksestä vastaa suojakaasu sekä hieman myös ympäröivä ilma. Kaasujäähdytteiset hitsaimet ovat yleensä vesijäähdytteisiä hitsaimia pienempiä ja kevyempiä. Vesijäähdytteisen hitsaimen tärkeimpinä tehtävinä on lämmönsiirto pois hitsaimesta, monitoimijohtimen virransietokyvyn parantaminen ilman kuumenemista sekä hitsaimen painon ja koon pienentäminen. Vesijäähdytteisen hitsaimen käyttö on kiellettyä ilman vedenkiertolaitteen käynnissäoloa. Muuten hitsaimen kuumetessa eristeet, tiivisteet sekä monitoimikaapeli voivat vahingoittua. (Lepola & Makkonen, 1999, 208- 209.)

2.1.3 Suojakaasu

Suojakaasua tarvitaan suojaamaan hitsisulaa, jäähtyvää hitsiä ja volframielektrodia ilman hapettavalta vaikutukselta. Suojakaasusta johtuen valokaarelle muodostuu ionisoitunut alue. Suojakaasuvaihtoehdot rajoittuvat argoniin ja heliumiin tai

näiden seoksiin. Tämä johtuu TIG-hitsauksessa käytettävän volframielektrodin kestävyydestä. (Lepola & Makkonen, 1999, 213.)

2.2 Ruostumattomien terästen hitsaus

Austeniittisillä teräksillä on monia ominaisuuksia, joita tulee ottaa huomioon niitä hitsattaessa. Yksi näistä on lämpölaajenemiskerroin, joka on noin 50 % suurempi kuin seostamattoman teräksen. Austeniittiset teräkset johtavat lämpöä 65 % heikommin kuin seostamattomat teräkset. Koska lämmönjohtavuus on pienempi, hitsausalueen jäähtyminen on hidasta. Ruostumatonta terästä hitsattaessa syntyy enemmän lämpöä samalla hitsausvirralla. Tämä johtuu siitä että ruostumattoman teräksen ominaisvastus on 5-7 kertainen seostamattomiin teräksiin verrattuna. Näin ollen myös hitsauspuikot on valmistettu lyhyemmiksi sillä ruostumattomien hitsauspuikkojen virransietokyky on huono. Seostamattomien terästen sulamispiste on noin 100 astetta korkeampi kuin ruostumattomien terästen. Ruostumaton teräs on siis myös herkempi altistumaan muodonmuutoksille. (Lepola & Makkonen, 1999, 245.)

Kun austeniittista terästä hehkutetaan 500–900 C°:een lämpötilassa tarpeeksi kauan, voi kromipitoisuus laskea syöpymiskestävyyden kannalta liian alhaiseksi. Alueen joutuessa tällöin alttiiksi hapolle se syöpyy erittäin nopeasti. Tässä on kyseessä raerajakorroosio. Alue, joka on altis raerajakorroosiolle, muodostuu sitä helpommin mitä suurempi on teräksen hiilipitoisuus. (Lepola & Makkonen, 1999, 245.)

2.2.1 Esivalmistelu

Hygienia on tärkeää myös hitsatessa. Puhtaudella vältytään materiaalien naarmuuntumiselta ja likaantumiselta. Ruostumattomia teräksiä tulee suojata myös muiden metallien hiontapölyltä. Työvälineiden jolla ruostumattomia teräksiä käsitellään, tulee olla valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Ruostumattomien terästen työstö vaatii kaksinkertaisen tehon muihin rakenneteräksiin verrattuna. Tä-

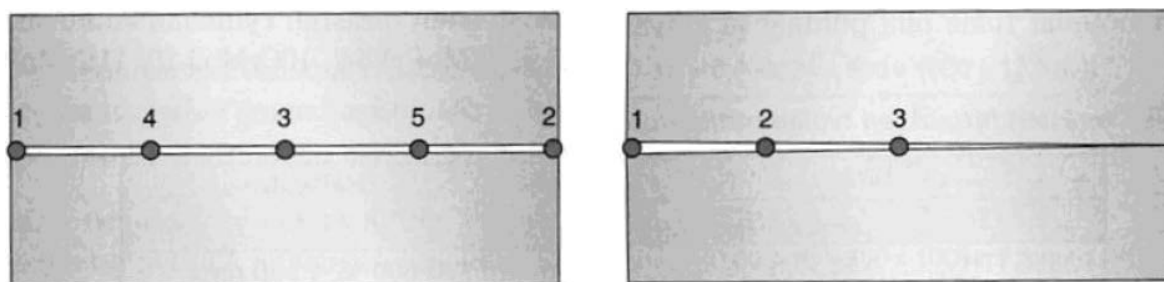
mä tulee huomioida esimerkiksi terästä leikattaessa. (Lepola & Makkonen, 1999, 246.)

TIG-hitsausta pidetään prosessina, jolla saadaan erittäin korkealaatuisia hitsejä. Se tarjoaa laitteineen kuitenkin vain erinomaisen työkalun. Lopputulos on paljolti kiinni hitsaajan ammattitaidosta ja kädentaidoista. (Lukkari, 2002, 260.)

2.2.2 Silloitus

Hitsattavat kappaleet tulee kiinnittää oikeille paikoilleen ennen hitsausta. Tämä tapahtuu joko siltahitseillä tai kiinnittimillä. Siltahitsien tulee olla tarpeeksi tiheässä, että kappaleet pysyvät paikoillaan. Mitä vahvempi hitsattava kappale on, sitä kestävämpiä tulee siltahitsien olla. Siltahitsit sulatetaan uudestaan varsinaisen hitsauksen yhteydessä. (Lukkari J, 2002, 266.)

Ruostumattoman teräksen lämpölaajenemiskerroin on noin 1,5-kertainen rakenne-teräksiin verrattuna. Tämä tulee ottaa huomioon silloituksia tehtäessä. Kun ilmarakon kokoa asetellaan, on syytä ennakoida kuinka suuri kutistuminen tapahtuu siltahitsien jäähtyessä. Jotta saadaan samankokoinen ilmarako kokorakenteen mitalle, tulee siltahitsit tehdä alla näkyvän kuvan mukaisessa järjestyksessä. (Lepola & Makkonen, 1999, 247.)



Kuva 2. Oikea silloitusjärjestys. (vasemmalla) Väärä silloitusjärjestys. (oikealla) (Lepola & Makkonen, 1999, 248.)

2.3 Juuren suojaus

Suojakaasu suojaa hitsauspuolelta hitsisulaa. Näin ollen hitsistä tulee sileä ja tasainen. Suojakaasu ei kuitenkaan suojaa hitsiä juuren puolelta. Jos juurta ei suoja-

ta, hitsaussauma pääsee hapettumaan juuren puolelta ja siitä tulee rosainen. Hapettumislämpötila ylittyy myös juuren puolella monin paikoin. Näin ollen pintaan muodostuu ilman hapen vaikutuksesta oksidikerros. Tämä huonontaa korroosionkestävyyttä. Ruostumattomia teräksiä hitsatessa on välttämätöntä käyttää juuren suojausta. Huomioiden hitsattava rakenne sekä hitsin vaatimukset juuren suojana voidaan käyttää juuritukea, suojatahnaa, juuriteippiä tai juurikaasua. (Lepola & Makkonen, 1999, 215.)

2.3.1 Juurituki

Juuritukea käytetään usein levyjä hitsatessa. Se muodostaa nojan hitsisulalle. Se voi myös tarvittaessa muotoilla hitsipalkoa. Ohutlevyjen hitsauksessa tuen jäähdyttävä vaikutus on merkittävä. Juuritukea käytettäessä minimoidaan muodonmuutokset sekä mahdollistetaan hitsaaminen suurella nopeudella ja virralla. Juurituki valmistetaan kuparista kun hitsataan rautametalleja. Hitsattaessa ei-rautametalleja juurituki valmistetaan ruostumattomasta teräksestä. Juuritukia on myös keraamisia. Tavallinen tiiviisti kiinnitetty juurituki riittää ohutlevyjen hitsauksessa. Tällöin suojavaasun syrjäyttää ilman juurituen urasta. (Lepola & Makkonen, 1999, 216.)

2.3.2 Juuriteippi

Juuriteippi tarrapintainen alumiinifolionauha, jossa reunoilla on tarrapinta. Keskellä nauhaa on aine, joka on osittain sulavaa, lasikuitua tai pehmeää massaa. Railo tulee puhdistaa hyvin ennen teipin kiinnitystä. Näin hitsiin ei muodostu huokosia. Teippejä on tarjolla useita eri tyyppisiä eri metalleille. Teippien tukikerroksen paksuus on myös valittavissa. Teippejä tulee säilyttää kuivassa paikassa. Sopivia käyttökohteita ovat usein hankalanmuotoiset kappaleet, joihin kiinteä juurituki ei sovi, esimerkkinä säiliöt. Säiliöön teippi on helppo kiinnittää tarralla sekä poistaa hitsauksen jälkeen. Ongelmana on hitsauksen yhteydessä sulaneet teipinjätteet, jotka tulee poistaa huolellisesti. (Lepola & Makkonen, 1999, 216- 217.)

2.3.3 Juuritahna

Juuritahnaa voidaan käyttää, jos hitsillä ei ole suuria laatuvaatimuksia. Sekoitettu jauhemainen aine sivellään juuripintoihin ennen yhteensilloitusta. Hitsaus tulee suorittaa hyvissä ajoin ennen tahnan kuivumista. Kuivunut tahna voi vaurioitua iskuista tai kolhuista joita hitsauskohteeseen kohdistuu. Hitsattaessa tahna sulaa ja muodostaa sulaessaan kuonasuojan juuripintaan. Suojattaessa juurisuojatahnalla hitsi jää usein rosoiseksi. Korroosionkestävyys on heikko ja lasittunut tahna on hankala poistaa. (Lepola & Makkonen, 1999, 217.)

2.3.4 Juurikaasu

Parhaan tuloksen takaa juurta suojattaessa suoraan juureen johdettu suojakaasu. Juuren suojaamiseen käytetään yleisimmin argonia tai formier kaasua. Formierkaasua käytetään seostamattomien, niukkaseosteisten terästen ja runsasseosteisten austeniittisten terästen hitsaukseen. Argon taas käy kaikkien perusaineiden juurisuojaukseen. Ohutlevyrakenteissa juuri voidaan suojata juurituella jossa on aukot siihen johdettua juurikaasua varten. (Lepola & Makkonen, 1999, 217.)

Paras mahdollinen tulos saadaan kun juurikaasu virtaa tasaisesti ja häiriöttömästi. On hyvä tukkia tarpeettomat aukot, josta voi päästä juureen ilmaa. Yleisimmin suojakaasuna käytetty argon on ilmaa raskaampaa, joten se on hyvä toteuttaa alhaalta ylöspäin. Tilanteessa, jossa käytettävä suojakaasu on ilmaa kevyempää, tulee virtaus toteuttaa päinvastoin ylhäältä alaspäin. (Lepola & Makkonen, 1999, 219.)

2.4 Hitsin jälkikäsittely

Kun hitsaus on suoritettu, on ruostumattoman teräksen molemmille puolille muodostunut tummentunut vyöhyke. Tämän muodostavat lämmön vaikutuksesta muodostuneet oksidit sekä hitsauspuikosta sulaneet päällysteaineet. Tummat sekä

karheutuneet kohdat tulee poistaa peittaamalla, hiomalla tai raepuhaltamalla. Jos jälkiä ja karheaa pintaa ei poisteta, heikentää se teräksen syöpymiskestävyyttä sekä ulkonäköä. (Lepola & Makkonen, 1999, 249.)

2.4.1 Peittäminen

Peittäamisellä tarkoitetaan hitsatun pinnan käsittelyä happoliuoksella. Näin pinnasta tulee puhdas ja kromikalvon uudelleen muodostuminen edistyy. Pinta tulee puhdistaa ruostumattomalla teräsharjalla tai muulla sopivalla välineellä ennen peittäamista, kuitenkin niin ettei pinta naarmuunnu. Peittäus tapahtuu siis peittäusliuoksella, jonka annetaan vaikuttaa noin 30 minuuttia. Peittäusliuos sisältää 20 % typpihappoa, 2-3 % fluorivetyhappoa ja loput vettä. Tämän jälkeen liuos huuhdellaan runsaalla vedellä. On huomioitava että haponkestävät teräkset peitataan eri liuoksella. Tässä liuoksessa on 10 % rikkihappoa, 4 % keittosuolaa ja loput vettä. Aineen annetaan vaikuttaa vain noin 5 minuuttia. Tämän jälkeen suoritetaan huuhtelu runsaalla vedellä. Molemmissa tapauksissa pinnat tulee passivoida liuoksella, jossa on vettä sekä noin 15-20 % typpihappoa. (Lepola & Makkonen, 1999, 249.)

Peittäamiseen voidaan käyttää myös peittäustahnaa. Tämän vaikutusaika on kuitenkin pitempi. Haponkestävillä teräksillä vaikutusaika on noin 1 tunti. Ruostumattomilla teräksillä vaikutusaika on noin 30 minuuttia. Peittäustahnat ja -liuokset ovat hyvin haitallisia aineita. Näin ollen niiden joutumista silmiin tai iholle tulee ehdottomasti välttää. Vaikutuksen jälkeen tahnat poistetaan runsaalla vedellä harjaamalla. (Lepola & Makkonen, 1999, 249.)

2.4.2 Hionta

Tasainen ja sileä pinta takaavat hyvän syöpymiskestävyyden. Hiottaessa tulee huomioida, ettei perusaine pääse kuumenemaan. Pintaan ei myöskään saa päästää vieraita aineita. Vielä kun hiotun pinnan peittää ja passivoi, voidaan maksimoida syöpymiskestävyys. Hionta ei ole selviö. Pinta on mahdollista myös hitsata niin hyvin, ettei hiontaa tarvita. Tähän yleensä pyritään. Syöpymiskestävyyttä voidaan parantaa kiillottamalla pinta. Tämä tapahtuu laikalla tai nauhalla kiillotustahnaa

käyttäen. Syöpymiskestävyys paranee mitä kiiltävämpi pinta on. (Lepola & Makko-
nen, 1999, 249.)

3 JUUREN SUOJAUSMENETELMÄT

Juuren suojaukseen on jo olemassa muutama vaihtoehto, jotka voisivat toimia painesäiliöitä hitsattaessa. Tässä esitellään niistä muutama vaihtoehto. Ensimmäinen vaihtoehto on juuriteippi jossa vaihtoehtoisesti on joko lasikuitunauha tai keraaminen suoja juuripalkolle. Tässä vaihtoehdossa ei juurikaasua tarvitse lainkaan. Toisena vaihtoehtona on juuritulppa jossa käytetään myös juurikaasua apuna. Viimeisenä esittelyssä on Esab Oy:n valmistama juuritahna.

3.1 Juuriteipit

Yhtenä mahdollisena vaihtoehtona kuvun hitsaamiseen on juuriteippi (eng. Weld Backing Tape), josta aiemmin teoriaosuudessa on kerrottu. Kun käytetään teippiä, ei säiliön hitsaukseen tarvita kuin yksi työntekijä. Tällöin silloituksen jälkeen sopivan kokoinen teippi asennetaan hitsattavan pinnan takapuolelle. Tämän jälkeen suoritetaan hitsaus ja sauman jäähtyttyä poistetaan teippi. Tärkeää on huomioida pintojen puhtaus ennen teipin kiinnittämistä. Kun teippi on tarpeeksi leveää ja suoja-aine sopivaa, ei teipin pitäisi sulaa ruostumattomaan teräkseen kiinni. Jos niin käy, sulan teipin poisto voi aiheuttaa ongelmia ja epäpuhtauksia. Hitsin jäähtyttyä teippi irtoaa helposti repimällä. (Lepola & Makkonen, 1999, 216- 217.)



Kuva 3. Juuriteipin asennus (HFT. [viitattu 12.3.2013]).

Yleisimmin juuriteippi koostuu alumiinifolionauhasta jonka keskellä suoja-aineena on metalliton keraaminen pala tai lasikuitupinta. Palan muodon avulla voidaan joissain tapauksissa muotoilla palkoa. (Lepola & Makkonen, 1999, 216- 217.)

Kuten kuvasta 4 näkyy, lasikuitu ei ole palanut kiinni hitsauspintaan. Kyseisessä tilanteessa ilmarako on noin 6 mm ja hitsaus on tehty 1,2 mm:n täytelangalla.



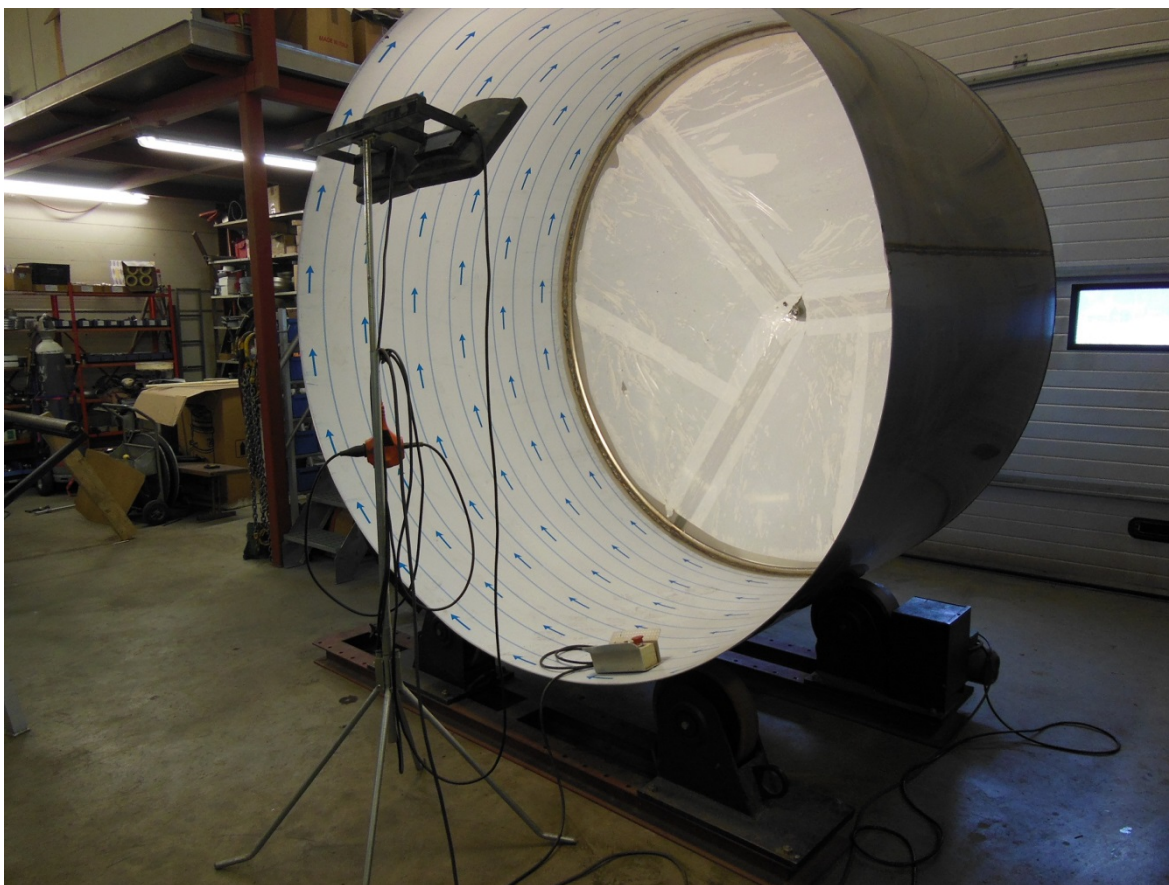
Kuva 4 Lasikuitualumiinifolionauha ruutumattoman teräksen takapinnalla (Aquasol Corporation. [viitattu 12.3.2013]).

Hyviä puolia juuriteipin käytössä on sen suhteellisen helppo asennus, se onnistuu yksin eikä juurikaasua kulu ollenkaan. Juuriteippi on myös helppo muotoilla kiinni vaikeisiin kohtiin, kuten säiliön kuvun hitsauksen yhteydessä.

Juuriteippi toimii vaikka säiliö olisi vaaka- tai pystyasennossa. Kuvasta 4 nähdään että teipin poisto onnistuu hyvin kuvun hitsauksen jälkeen. Kyseisessä tilanteessa säiliötä on myös mahdollista pyörittää jo olemassa olevan telineen avulla, (kuva 5). Teippi pysyy takapinnalla paikallaan vaikka hitsausseama liikkuisikin hieman säiliötä pyöritettäessä. Tällaisessa tilanteessa kaasun tuonti juuri oikeaan kohtaan olisi hankalaa. Juuriteippejä on saatavilla paljon erikokoisia.

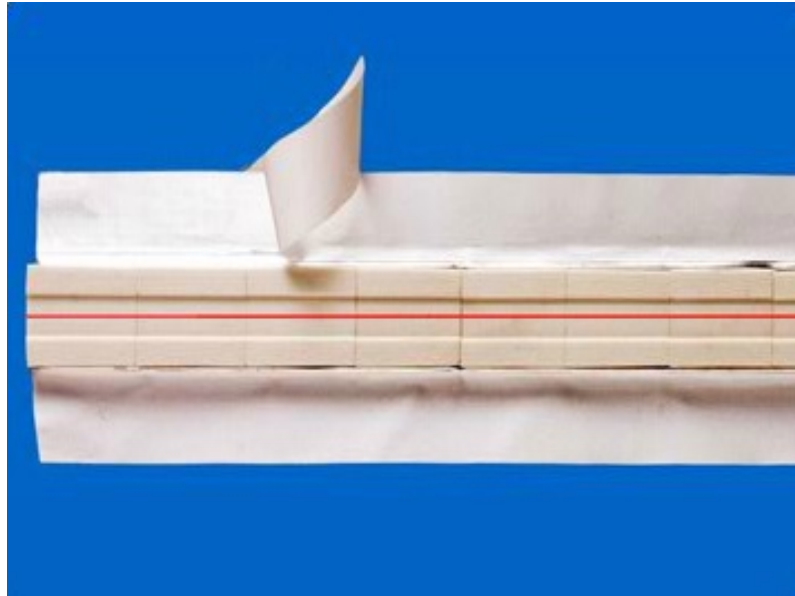
Kuvassa 4 on kuva Fiback merkkinisestä juuriteipistä. Keskellä on punottu lasikuitunauha. Kyseistä teippiä on saatavilla kahta eri mallia, AFBT- 2.5 sekä AFBT- 4.0. Molempien rullien pituus on 12,5 metriä. Eroa on kuitenkin nauhojen leveydessä. AFBT- 2.5 on 64 mm leveä ja punotun lasikuitunauhan osuus on 28,5 mm. AFBT- 4.0 on 102 mm leveä ja punotun lasikuitunauhan osuus on 38 mm. Kuumuutta teippi kestää siten että itse teippipinta kestää 260 astetta, alumiini 593 astetta ja punottu lasikuitunauha 550 astetta. (Aquasol Corporation. [viitattu 12.3.2013].)

Myös kovempia lämpötiloja kestäviä juuriteippejä on tarvittaessa saatavilla.

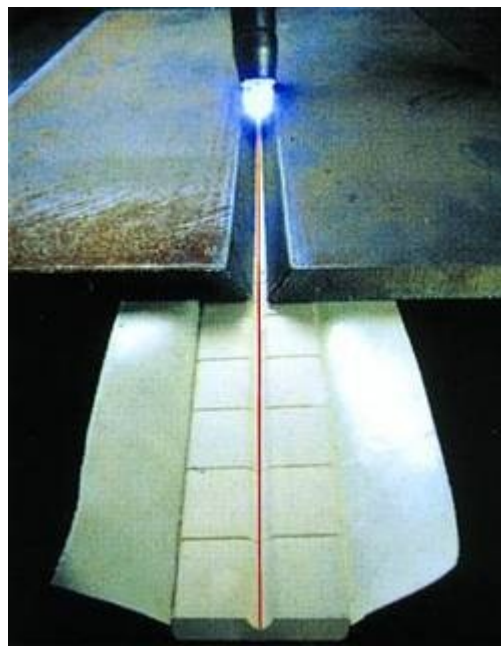


Kuva 5. Säiliön toinen pääty pyörintäalustalla.

Toinen vaihtoehto alumiinifolioteipin suoja-aineeksi on keraaminen pala. Keraaminen juuriteippi (kuva 6) sopii myös hyvin ruostumattoman teräksen hitsaamiseen. Keraamisia paloja on saatavilla hyvin paljon erikokoisia ja muotoisia tarpeista riippuen. Kyseisiin säiliöihin sopii kuitenkin oletettavasti aivan tavallinen kuvan 6 muotoinen keramiikka. Keramiikka kestää kuumuutta hyvin. Hinnaltaan keraaminen juuriteippi on hieman halvempaa kuin lasikuitujuuriteippi. Paras vaihtoehto tässä kyseessä olevaan tapaukseen eli säiliöiden hitsaamiseen löytyy todennäköisesti testaamalla ja tuloksia analysoimalla.



Kuva 6. Keraaminen juuriteippi (Weld-Aid. [viitattu 12.3.2013]).

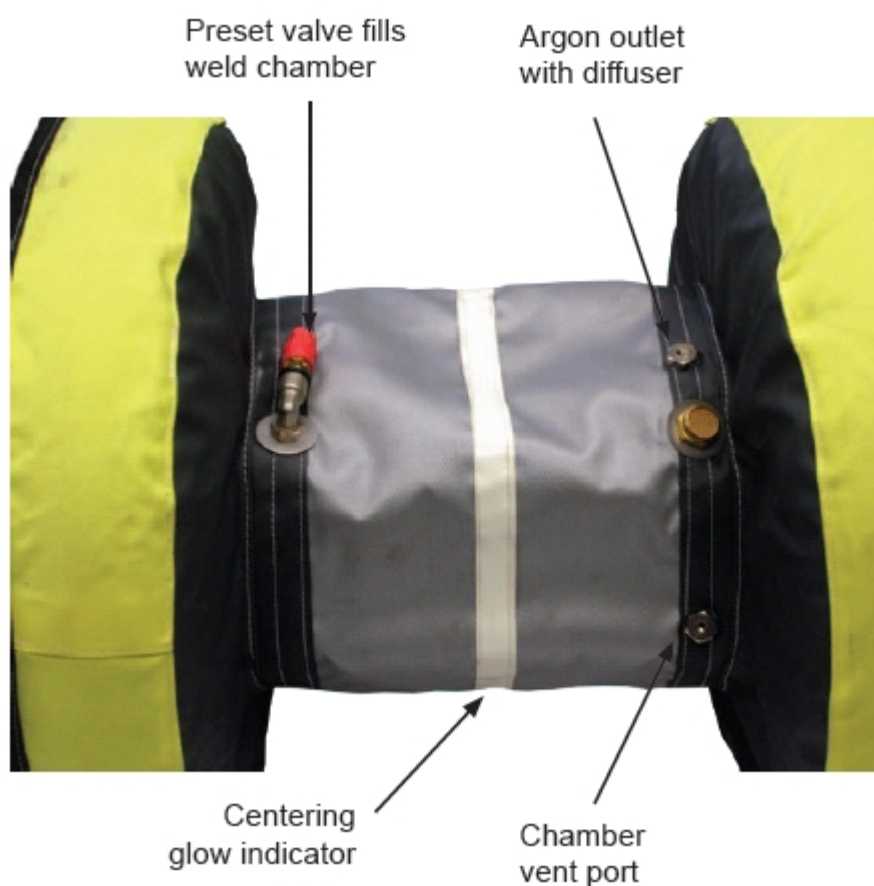


Kuva 7. Keraaminen juurituki joka on kiinnitetty alumiiniteipillä (Beijing Smartech Corporation. [viitattu 12.3.2013]).

Juuriteippiä käyttäen yritys voisi säästää valmistuskuluissa sekä tehostaa tuotantoaan. Juuriteipin asennukseen ja kulutukseen liittyvät kustannukset eivät kasva yhtä suuriksi kuin vanhan menetelmän kustannus, jossa käytettiin kahta henkilöä sekä juurikaasua.

3.2 Juuritulppa

Juuritulppaa käytetään kun hitsataan kahta putkea yhteen. Putkiin tai tässä tapauksessa säiliön keskiosassa oleviin lieriöihin tehdään ensin silloitus. Juuritulpassa on kaksi puhallettavaa patoa, jotka tiivistävät hitsaussauman ympäröivältä ilmalta. Juuritulppaa voidaan käyttää uudelleen useita kertoja. Patoja yhdistää kuumuutta hyvin kestävä ”holkki”. Tulpassa on venttiili, joka päästää suojakaasua tyhjiöön ja toinen venttiili josta suojakaasu poistuu. (Sumner Manufacturing Company Inc. [viitattu 12.3.2013.]



Kuva 7. Juuritulppa (Sumner Manufacturing Company Inc. [viitattu 12.3.2013]).

Juuritulppa sopisi siis ainoastaan kahden keskilieriön yhdistämiseen. Sen käyttö on sopivinta lieriöiden ollessa vaakatasossa. Sopivan juuritulpan hinta liikkuu 1000–2000 euron välillä. Kustannustehokkaan toiminnan arvioimiseksi tulisi kokeilun kautta saada selville miten paljon aikaa ja kaasua kuluu kyseistä juuritulppaa käyttäen. On kuitenkin huomioitava, että juuritulpan asennus ja käyttö saattavat

olla melko hidasta. Jos kuitenkin käyttö onnistuu ja asennus alkaa sujua rutiininomaisesti, voidaan sillä melko nopeasti säästää kustannuksissa.

3.3 Peittausaine TA-Flux

TA-Flux on juurisuojatahna. Sitä levitetään hitsaussaumaan juuripuolelle ennen hitsausta. TA-Flux sopii käytettäväksi ruostumattomien terästen TIG-hitsauksessa. Se suojaa juuripalkoa hapettumista vastaan. (Esab Oy. [viitattu 4.4.2013.]

Ta-Flux-juurisuojaja on saatavilla jauheena. Tämä jauhe sekoitetaan teollisuuspiihin tai tislattuun veteen. Juurisuojatahnalla on kyky poistaa päästöoksiedeja sekä oksidisulkeumia hitsauksen aikana. Yleensä juurisuojatahnaa käytetään kun hitsattavan kohteen rakenne vaikeuttaa juurikaasun käyttöä. Tämä juurisuojatahna jakaa lämmön tasaisesti hitsin alapuolelle. Se myös puhdistaa hitsisulaa epäpuhtauksista. (Esab Oy. [viitattu 4.4.2013.]



Kuva 8 TA-Flux juurisuojatahna (Esab Oy. [viitattu 4.4.2013]).

TA-Flux-juurisuojatahnaa käytettäessä juuripuoli on suojassa hapettumiselta. Tahnan avulla voidaan hitsata nopeammin. Juoksutteella on tukeva ja kostuttava vaikutus hitsisulaan. Tämä aiheuttaa ylimääräisen lämmön johtumisen hitsialueelta.

Se taas estää läpipalamiselta sekä antaa tasaisemman tunkeuman. (Esab Oy. [viitattu 4.4.2013.])

Peittaustahnan käyttö säiliöiden hitsauksessa takaisi toiminnan toteuttamisen yhdellä henkilöllä. Menetelmä vaatii kuitenkin aikaa melko paljon. Tahna pitää levittää ja antaa vaikuttaa ruostumattoman teräksen pinnalla noin puolen tunnin ajan. Myös jälkikäsittelyyn kuluu aikaa sillä tahna tulee huuhdella pois runsaalla vedellä. Itse hitsaustyön kuitenkin pystyy toteuttamaan nopealla tahdilla, joten oletan tämän menetelmän olevan kokeilemisen arvoinen. Tuloksia analysoimalla pystytään toteamaan kannattaako peittaustahnan käyttö tässä tilanteessa.

4 JUURIKAASUN SYÖTTÖTELINE

Painesäiliön hitsaamiseen toki löytyy varmasti hyvä ja toimiva ratkaisu, jos suunnitteluun annetaan rajaton budjetti. On olemassa hitsausrobotteja sekä saumaseuraavia konenäköjä. Tämä ei kuitenkaan ole vaihtoehto tässä tapauksessa rajallisen rahallisen panostuksen takia. Tässä osiossa esitellään ehdotus menetelmästä jonka avulla kuvun hitsaus pystytään toteuttamaan kustannuksia säästäen vain yhden miehen voimin.



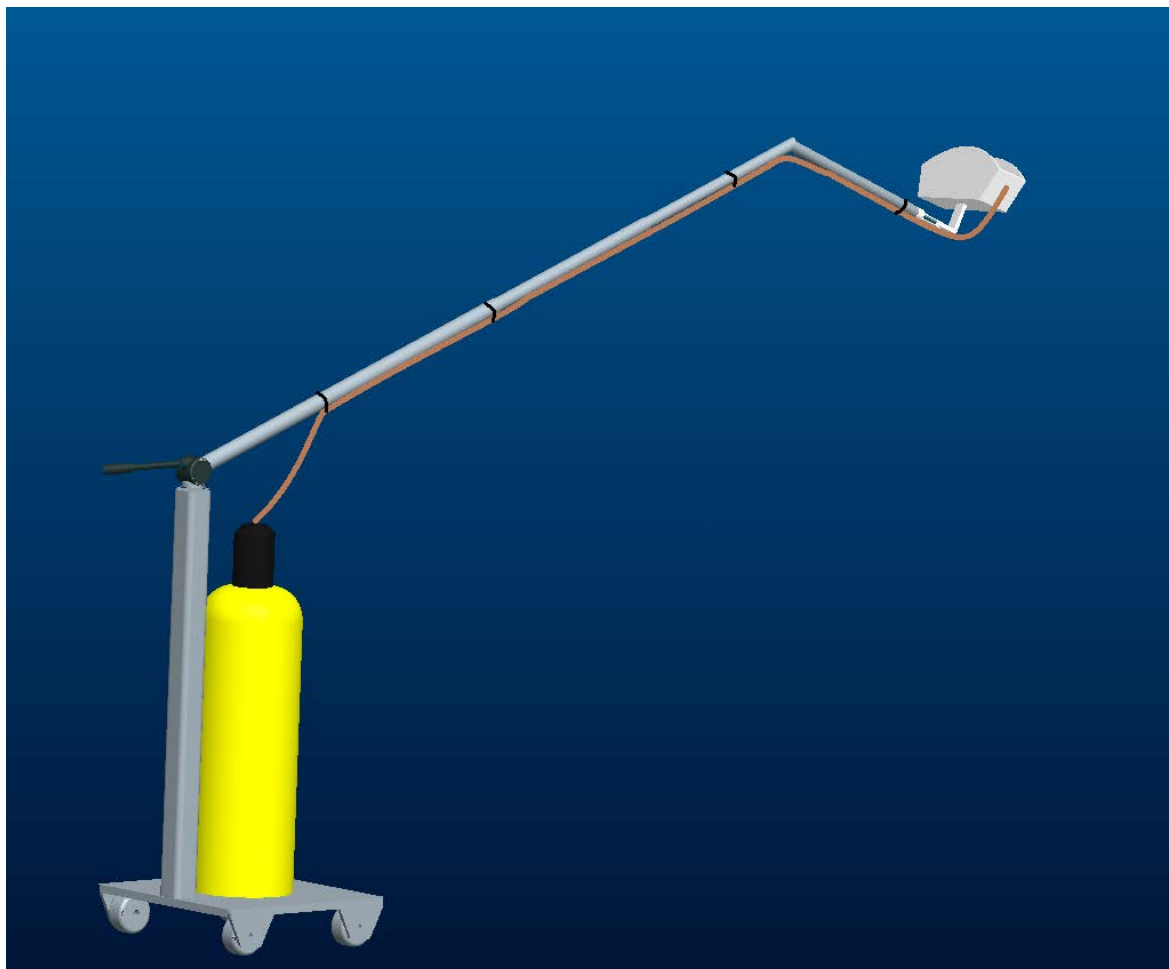
Kuva 9. Kuvun hitsaus

4.1 Kaasusyöttötelineen rakenne

Kaasusyöttötelineessä on jalusta, teleskooppivarsi ja suutin josta kaasu ohjataan hitsaussauman juureen.

4.1.1 Jalusta

Jalustassa on kori jossa kaasupullo ja mahdolliset lisälaitteet kulkevat mukana.



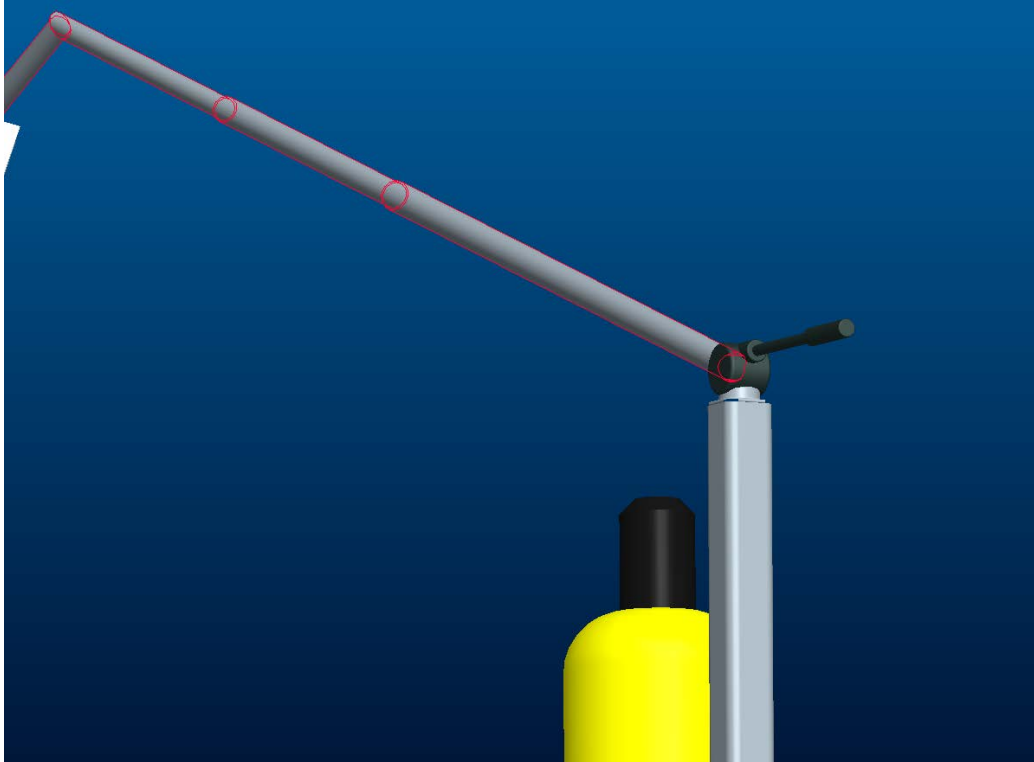
Kuva 10. Juurikaasun syöttömenetelmä.

Telineessä on lukittuvat renkaat, jolloin se on helposti liikuteltavissa ja pysyy tarvittaessa myös paikallaan.

4.1.2 Teleskooppivarsi

Jalustasta lähtevä varsi on säädettävissä kuulapääsäätimellä jalustasta. Varsi on taitettu 45 asteen kulmaan puolivälistä, josta se voidaan myös taittaa kasaan. Varren ensimmäisessä osassa on teleskooppinen pituudensäätömahdollisuus. Tele-

skooppiosa on kasaan painettuna yhden metrin mittainen. Säätomahdollisuutta on kuitenkin aina hieman yli kahteen metriin saakka. Teleskooppivarrella ja siitä suuttimeen jatkuvalla varrella mahdollistetaan telineelle hyvä ulottuvuus ja sopivuus erimittaisien säiliöiden hitsaukseen.



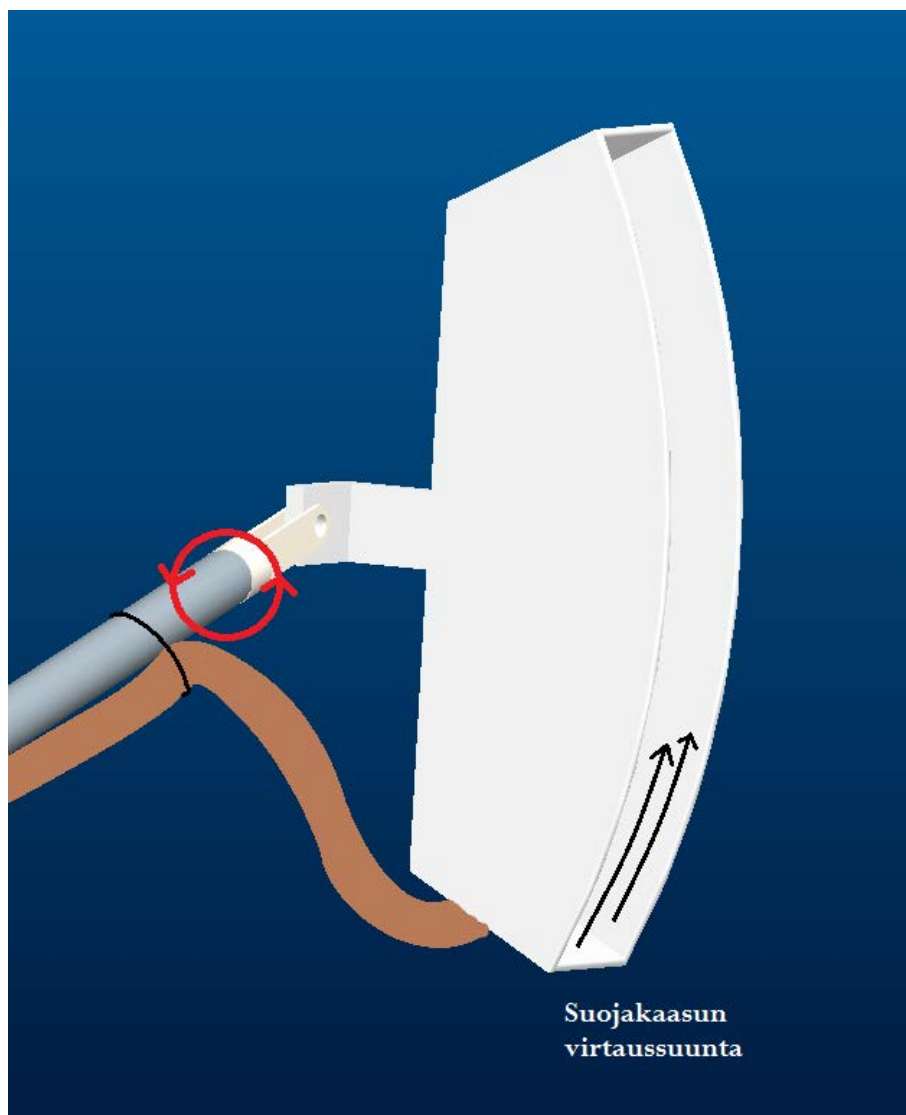
Kuva 11. Teleskooppivarsi.

Etäisyys lieriön reunasta hitsaussaumaan voi olla jopa yli 2 metriä. Kuulapää säädön yhteyteen voidaan tarvittaessa asentaa lisäpaino tasapainottamaan varren vääntöä. Tämän avulla vartta on myös kevyempi ohjailta eri kohtiin. Varsi tulee kestämään hyvin vaikka pituutta kertyisikin enemmän, sillä painoa ei laitteelle kerry montaakaan kiloa. Varressa käytettävä materiaali voi olla esimerkiksi kevyttä alumiinia tai hiilikuitua.

4.1.3 Suutin

Juurikaasu suojaa hitsiä ilman vaikutukselta. Suutin on noin 30 cm pitkä ja 8 cm leveä. Se asettuu hitsattavan sauman kohdalle ja päästää juuren puolelle sau-

maan suojakaasua. Suuttimelle sopivin kohta noin kello yhdessä jolloin ilmaa ras-
kaampi argon virtaa hitsausaumaa pitkin ylöspäin.



Kuva 12. Suutin johon juurikaasu johdetaan.

Tällä mekanismilla voidaan hitsata parikymmentä senttiä kerralla, jonka jälkeen säiliötä on pyöräytettävä moottorilla taas seuraavaan kohtaan. Pyöritettäessä suutin pysyy paikallaan juuren puolella. Suuttimen oikean paikan pystyy havainnoimaan silloituksessa jääneestä muutaman millimetrin raosta lieriön ja kuvun välillä. Suutin on sen muotoinen että se asettuu hyvin hitsausaumaa päälle tiivistäen sen ilmalta.

Toteutuessaan menetelmä vaatii testausta ja luultavasti käytännöllisiä muutoksia.

5 TULOKSET JA YHTEENVETO

Tavoitteena oli tutkia olemassa olevia eri vaihtoehtoja painesäiliön hitsaamiseen sekä suunnitella uusi menetelmä hitsauksen toteuttamiseen. Tutkimukset etenivät tutkimalla saatavilla olevaa kirjallisuutta. Tutkimuksissa käytettiin myös internetiä tiedonhankinnan lähteenä. Laajan tiedonhankinnan pohjalta poimittiin kyseiseen tilanteeseen sopivimmat vaihtoehdot joista hankittiin lisätietoja.

Lopputuloksena saatiin esiteltyä yritykselle mahdollisia toimintavaihtoehtoja painesäiliöiden hitsaamisen suorittamiseen. Ongelmaksi muodostui tutkittujen menetelmien testaus käytännössä. Testausta ei voitu suorittaa joten tutkimustulokset toimivat siis ainoastaan teoriassa vielä tässä vaiheessa. Jatkossa voitaisiin testata menetelmiä käytännössä ja arvioida näin niiden hyödyllisyyttä tarkemmin.

LÄHTEET

Aquasol Corporation. Ei päivystä. Aquasol Corporation, Stainless -kuva. [www-lähde]. Aquasol Corporation. [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: <http://www.vdlinternational.co.za/pdf/fibackbrochure.pdf>.

Aquasol Corporation. 2010. [www-lähde]. Aquasol Corporation. [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: <http://www.aquasolwelding.com/index.html>

Beijing Smartech Corporation. Ei päivystä. Beijing Smartech Corporation, Ceramic Weld Backing -kuva. [viitattu 13.3.2013]. Saatavissa: http://www.bikudo.com/product_search/details/96990/ceramic_weld_backing.html.

Esab Oy. 2004. Peittausopas. [www-lähde]. [viitattu 3.4.2013]. Saatavissa: http://www.esab.fi/fi/fi/support/upload/Peittausopas_2004.pdf.

HFT. Ei päivystä. Huntingdon Fusion Techniques, Argweld Weld Backing Tape preparing for Welding -kuva. [www-lähde]. Huntingdon Fusion Techniques. [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: <http://huntingdonfusion.com/en/products/weld-purge-accessories/weld-backing-tape.html>.

Jarte Steel Oy. Ei päivystä. Palvelut ja tuotteet. [www-lähde]. Jarte Steel Oy [viitattu 5.3.2013]. Saatavissa: <http://www.jartesteel.fi/palvelut-ja-tuotteet>.

Opetushallitus. Ei päivystä. Mekaniikka. [www-lähde]. Opetushallitus. [viitattu 11.3.2013]. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_f2_korroosionesto_e_siintymismuodot.html.

Sumner Manufacturing Company Inc. 2013. Ring Purge [www-lähde]. [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: <http://www.sumner.com/sumner/sub/productb/main.295.7.282.0.0.0.html>.

Weld-Aid. 2012. Weld Backing Tape. [www-lähde]. Weld-Aid. [viitattu 12.3.2013] Saatavissa: http://weldbacking.com/weld_backeing_tape.html.

