

MIG/MAG-hitsaus



MIG/MAG-hitsausta.

MIG/MAG-hitsaus (engl. metal inert gas / metal active gas welding) on kaasukaarihitsausmenetelmä, jossa sähkövirran avulla aikaansaattava [valokaari](#) palaa lisäainelangan ja hitsattavan kappaleen välissä suojakaasun ympäröimänä. Hitsattaessa valokaari sulattaa perusaineen ja lisäaineen yhtenäiseksi hitsisulaksi, joka jäähmettyessään muodostaa kiinteän yhteyden kahden kappaleen välille. Lisäainelanka on ohutta metallilankaa, jonka koostumus on yleensä lähes sama kuin perusaineella. Lisäaine syötetään poikkeuksetta koneellisesti. Langan paksuus vaihtelee tyypillisesti 0,6 mm ja 1,6 mm välillä. Hitsattavien kappaleiden ainevahvuudet yleensä ylittävät millimetrin. Langan syöttönopeus sekä hitsausjännite säädetään hitsattavien kappaleiden mukaan.

MIG/MAG-hitsauksen etuja ovat nopeus ja hitsin puhtaus. Hitsin päälle ei myöskään muodostu kuonakerrosta (käytettäessä tiettyntyyppisiä täytelankoja muodostuu kuonakerros hitsin päälle). Tunkeuman ja hitsin muodon hallinta on MIG/MAG-hitsauksessa vaikeampaa kuin [TIG-hitsauksessa](#). Suoritus teknisestä helpoudesta huolimatta hitsauslaitteiston oikea säätäminen voi tuottaa vaikeuksia. Myös huomaamaton vapaalangan pituuden muuttuminen vaikuttaa voimakkaasti perusaineeseen kohdistuvaan sulatustehoon, minkä vuoksi hitsiin jää helposti huomaamattomia virheitä.

Sisällysluettelo

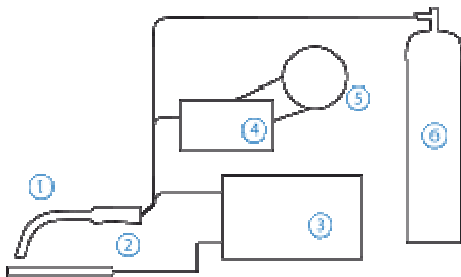
- [1 Historia](#)
- [2 Hitsauslaitteisto](#)
 - [2.1 Virtalähde](#)
 - [2.2 Langansyöttölaite](#)
 - [2.3 Hitsauspoltin](#)
 - [2.4 Suojakaasulaitteisto](#)

- [3 Suojakaasut](#)
- [4 Lisäaine](#)
- [5 Hitsaustapahtuma](#)
 - [5.1 Vapaalangan vaikutus](#)
 - [5.2 Kaarimuodot](#)
- [6 Hitsauksen suorittaminen](#)
 - [6.1 Kappaleen valmistelu](#)
 - [6.2 Hitsaus](#)
- [7 Katso myös](#)
- [8 Lähteet](#)
- [9 Aiheesta muualla](#)

Historia

MIG-hitsaus kehitettiin alun perin erikoismenetelmäksi alumiinin hitsausta varten.

Hitsauslaitteisto



Kaavio MIG/MAG-hitsauslaitteistosta (1) hitsauspoltin, (2) maattokaapeli, (3) virtalähde, (4) langansyöttölaite, (5) lankakela, (6) suojakaasupullo

MIG/MAG-hitsauslaitteisto muodostuu virtalähteestä, langansyöttölaiteesta, hitsauspolttimesta ja monitoimikaapelista, sekä maattokaapelista että -puristimesta ja suojakaasulaitteistosta. Usein virtalähde, langansyöttölaite ja suojakaasuventtiili on koottu saman kuoren sisään kompaktiksi hitsauskoneeksi, mutta vaativaan hitsaukseen tarkoitettujen laitteiden kootaan yleensä erillisistä moduuleista. Yleensä näissä koneissa virtalähde on oma erillinen yksikkönsä ja langansyöttölaiteeseen on yhdistetty ohjauselektronikka, sekä kaasunvirtausta hallitseva venttiili. Saatavilla on myös venttiiliä kehittyneempiä virtauksenhallintalaitteita, joko erillisenä moduulina tai langansyöttö- tai hitsauslaitteeseen sisäänrakennettuina.

Yleensä hitsauslaitteistoon voidaan liittää kaukosäätimiä, joilla voidaan hallita ainakin langansyöttöä tai hitsausjännitettä. Kaukosäätimet voivat olla esimerkiksi jalkapolkimia tai hitsauspistooliin integroituja säätimiä.

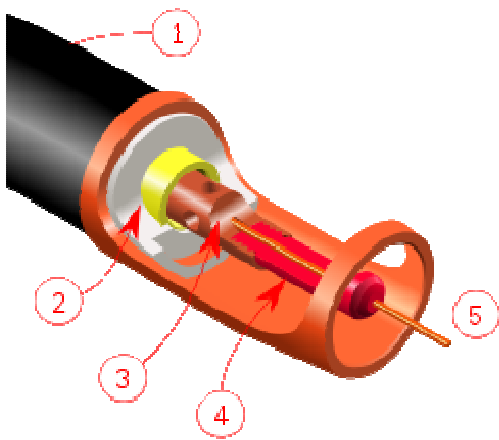
Virtalähde

Virtalähteestä saadaan hitsauksessa tarvittava sähköteho. Tyypillisesti suurin saatava hitsausvirta vaihtelee laitteen mukaan 100 ja 600 ampeerin välillä. Hitsausjännitteet vaihtelevat runsaasta kymmenestä voltista useisiin kymmeneen volttiin. MIG/MAG-hitsaukseen soveltuva virtalähde pitää hitsausjännitteen lähellä hitsaajan asettamaa arvoa, toisin kuin TIG- ja puikkohitsauksessa, joissa laitteen käyttäjä asettaa hitsausvirran, joka pysyy jokseenkin vakiona. Virtalähteessä voi olla lisäominaisuuksia, kuten katkohitsaus tai hitsausjännitteen tai langansyötön pulssitus.

Langansyöttölaite

Langansyöttölaitteen tehtävä on syöttää lisäainelankaa poltinkaapelissa kulkevan langanjohtimen kautta hitsauspolttimeen. Langansyöttönopeus on säädettävä. Yleisimmässä ratkaisussa lankaa vedetään lankakelalta ja työnnetään langanjohtimeen syöttömootorin pyörittämien syöttöpyörien avulla. Syöttöpyöriä on saatavana useilla erilaisilla urilla varustettuna. Syöttöpyörien urien koko ja profiilit vaihtelevat ja ne voivat myös olla pyällettyjä. Erilaisten uraprofiilien vaikutukset ilmenevät lankaan syntyvien muodonmuutosten ja pidon erilaisuutena. Urien koko valitaan langan koon mukaan. Jos lisäainelanka on pehmeää kuten alumiinia, on usein tarpeellista käyttää moottoripistoolia, jotta langansyöttö toimisi tasaisesti ja luotettavasti. Moottoripistooli on hitsauspoltin, johon on liitetty langansyöttömoottori. Kun langansyöttölaitteen ja hitsauspolttimen etäisyys on suuri, on käytettävä välisyöttölaitetta, jotta langansyöttö toimisi häiriöttä.

Hitsauspoltin



MIG/MAG-hitsauspolttimen aukileikkauskuva (1) polttimen kaula, (2) eriste (valkoinen) ja kierreholkki (keltainen), (3) kaasunhajotin, (4) virtasuutin, (5) kaasusuutin

Hitsauspoltin on laite, joka syöttää lankaan virran, suuntaa hitsauskaasuvirtauksen hitsauskohtaan ja sisältää kytkimen tai kytkimiä, joilla hitsaustapahtumaa voidaan hallita. Hitsauspolttimen virtasuutin valitaan hitsattavan aineen, langanpaksuuden ja hitsaustilanteen mukaan. Alumiinia hitsattaessa sekä kuumakaarialueella hitsattaessa käytetään hieman tavallista nimellismittaa suurempia suuttimia. Hitsauspolttimen suoritusarvoja ovat suurin sallittu paloaikasuhte ja hitsausvirta.

Poltinkaapelilla hitsauspoltin kiinnitetään hitsauskoneeseen. Poltinkaapeli on yleensä hitsauspolttimessa kiinni kiinteästi ja useimpiin koneisiin se liitetään EURO-liittimellä.

Poltinkaapelissa on ulkokuori, joka pitää kaapelin koossa ja suojaa sen sisällä olevia kaapelin osia. Kaapelin suojakuoren sisällä kulkevat virtajohdin, signaalijohtimet, kaasuletku, langanjohdin ja vesijäähdytetyn pistoolin tapauksessa jäähdytysnesteletkut. Signaalijohtimet tuovat hitsauspolttimeen liitetyiltä kytkimiltä ja säätimiltä ohjaussignaalit hitsauskoneelle. Kaasuletku johtaa hitsauskaasun hitsauspolttimelle. Langanjohtimen tehtävä on ohjata hitsauslanka polttimelle. Langanjohtimia valmistetaan eri materiaaleista ja eri paksuuksia erilaisia ja erikokoisia hitsauslankoja varten.

Suojakaasulaitteisto

Suojakaasulaitteiston tehtävänä on syöttää hitsauspolttimeen suojakaasua sitä tarvittaessa. Suojakaasu saadaan joko kiinteistön kaasuverkostosta tai kaasupullosta, jonne suojakaasua on varastoitu puristamalla se korkeaan paineeseen. Kaasupulloon liitetään paineenalennin/virtauksensäädin, joka alentaa kaasun paineen hitsauslaitteelle sopivaksi ja säätää virtausnopeuden oikeaksi. Hitsauslaitteen yhteydessä on jonkinlainen venttiili, joka ohjaa kaasunvirtausta siten, että kaasua tulee polttimelle hitsauksen aikana. Joskus venttiiliä ohjataan mekaanisesti hitsauspolttimen kytkimellä, kun taas joissakin laitteissa kaasunvirtausta hallitaan elektronisesti, jolloin on mahdollista lisätä lisätoimintoja, kuten kaasun etu- ja jälkivirtaus.

Suojakaasut

Suojakaasun tärkein tehtävä on syrjäyttää ilma ja erityisesti happi hitsisulan läheltä, jotta haitalliset kemialliset reaktiot vältettäisiin. Toinen suojakaasun tehtävä on jäähdyttää hitsauspoltinta. Lisäksi hitsauskaasulla voi olla vaikutusta hitsatessa syntyvän otsonin määrään. Kaasu vaikuttaa myös hitsin tunkeumaan, valokaaren käyttäytymiseen ja hitsausnopeuteen. Hitsauskaasun valintaan vaikuttavat muun muassa hinta, hitsattava aine, hitsausasento ja hitsiltä vaadittavat tekniset ominaisuudet.

Yleisiä [suojakaasuja](#) ovat [hiilidioksidi](#) (CO₂), [argon](#), [helium](#) ja näiden seokset. Suojakaasut sisältävät usein myös pieniä määriä [typpioksidia](#) (NO) [otsonin](#) muodostumisen ehkäisemiseksi. Hitsausta kutsutaan MIG-hitsaukseksi, jos suojakaasu on inerttiä eli suojakaasu ei reagoi hitsisulan kanssa. Vastaavasti hitsaus on MAG-hitsausta, mikäli suojakaasu on aktiivista eli reagoi sulan kanssa. Esimerkiksi argon on inertti kaasu, mutta hiilidioksidi reagoi sulan kanssa. Yleisin käytetty kaasu on argonin ja hiilidioksidin seos, jota käytetään useimpien [terästen](#) hitsauksessa. Teräksiä voidaan myös hitsata pelkkää hiilidioksidia käyttäen, mutta seoskaasu on useimmissa tapauksissa parempi vaihtoehto. Puhdasta argonia käytetään alumiinien hitsauksessa. Ruostumatonta terästä hitsataan usein kaasulla jossa on argonin lisäksi vain hieman hiilidioksidia.

Suojakaasu voidaan korvata käyttämällä ydintäytelankaa, jolloin langan sisällä on hitsisulaa suojaavia aineita. Tällöin puhutaan usein eri hitsausmenetelmästä, jota kutsutaan [täytelankahitsaukseksi](#). Kokonaan toisesta liittämismenetelmästä puhutaan [kaarijuoton](#) yhteydessä, vaikka sen suorittamiseen usein käytetäänkin MIG/MAG-hitsauslaitteistoa.

Lisäaine

Lisäainelanka valitaan hitsattavan materiaalin mukaan. Langan koostumus on lähes sama kuin hitsattavan aineen. Raudan hitsauksessa käytettävät langat on yleensä päällystetty kuparilla. Alumiinilangat ovat yleensä päällystämättömiä.

Hitsaustapahtuma

Hitsaaja valitsee koneen säätimillä kulloiseenkin hitsaustilanteeseen sopivan jännitteen, joka pysyy kutakuinkin vakiona, mutta hitsausvirta vaihtelee hitsausvirtapiirin vastuksen mukaan.

Hitsausvirtapiirin vastus riippuu vapaalangan ja valokaaren pituudesta. Mitä pidempi valokaari tai vapaalanka on, sitä suurempi vastus ja pienempi hitsausvirta ja pienemmän hitsausvirran myötä pienempi hitsausteho. Valokaaren pituuteen vaikutetaan langansyöttönopeutta muuttamalla.

Vapaalangan pituus riippuu virtasuuttimen ja työkappaleen välisestä etäisyydestä, johon voidaan vaikuttaa virtasuuttimen ja kaasusuuttimen pituudella, mutta ennen kaikkea sillä kuinka etäällä työkappaleesta hitsaaja pitää poltinta.

Vapaalangan vaikutus

Karkeasti sanottuna lisäaine sulaa langan kautta kulkevan virran tuottaman lämmön vaikutuksesta ja perusaine sulaa valokaaren vaikutuksesta. Kun vapaalangan pituus kasvaa hitsausvirta pienenee ja lisäksi valokaari lyhenee, koska valokaareen vaikuttava jännite pienenee vapaalangan resistanssin lisääntyessä. Nämä molemmat ilmiöt johtavat perusaineen sulatustehon romahtamiseen. Kuitenkin kaikki lisäaine sulaa ja hitsauksen lopputulos voi olla silmämääräisesti tarkasteltuna hyvä, vaikka perusaine ei olisikaan sulanut kunnolla. [\[1\]](#)

Kaarimuodot

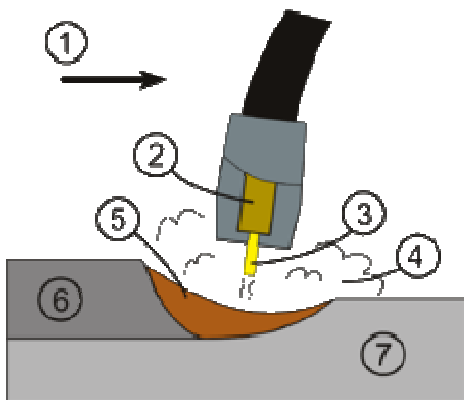
MIG/MAG-hitsauksessa esiintyy kolmea kaarimuotoa. Nämä ovat lyhyt-, seka- ja kuumakaari.

Lyhytkaarella hitsattaessa lisäainelanka muodostaa tiheästi oikosulkuja työkappaleen kanssa.

Aineen siirtyminen tapahtuu oikosulun aikana ja perusaineen sulattava valokaari palaa niiden välillä.

Kuumakaarella oikosulkuja ei muodostu vaan valokaari palaa jatkuvasti lisäaineen siirtyessä pisaroin hitsisulaan. Sekakaari on näiden kahden kaarimuodon välimuoto. Hitsaus tapahtuu lyhytkaarella käytettäessä pientä virtaa ja jännitettä ja vastaavasti kuumakaarella käytettäessä suurta langansyöttöä ja jännitettä.

Hitsauksen suorittaminen



Kuva hitsistä (1) hitsaussuunta, (2) lankasuutin, (3) lisäainelanka, (4) suojavaasu, (5) hitsisula, (6) hitsi, (7) perusaine

Lisäainelanka, virta- ja kaasusuuttimet ja suojakaasu valitaan hitsaustilanteen mukaan. MIG/MAG-laitteisto on myös säädettävä oikein kutakin hitsaustilannetta varten. Välttämättömät toimenpiteet ovat hitsausjännitteen valinta, langansyöttönopeuden asettaminen ja kaasunvirtauksen säätö. Lisäksi hitsauslaitteessa voi olla lisäominaisuuksia, kuten hitsausjännitteen tai langansyötön pulssitus tai katkohaitsaus, joiden parametrit on asetettava niitä käytettäessä. Hitsausparametrit voidaan arvioida erilaisten taulukoiden tai laskukaavojen perusteella. Lopulliset asetukset on kuitenkin etsittävä koehitsauksien avulla. Hitsausarvojen sopivuutta hitsauksen aikana arvioitaessa tarkkaillaan valokaaren käyttäytymistä, roiskeiden syntymistä ja hitsausääntä. Parametrien oikeellisuutta voi arvioida myös hitsaustuloksen perusteella käyttäen silmämääräistä tarkastelua tai erilaisia tarkastusmenetelmiä.

Kappaleen valmistelu

Kun kappale valmistellaan hitsausta varten, on se puhdistettava hapettumista, epäpuhtauksista ja maalista. Suuremmilla materiaalivahvuuksilla on tarpeellista tehdä railo hitsausta varten. MIG/MAG-hitsauksessa käytetään useimmiten I- tai V-railoa. Ohuilla ainevahvuuksilla käytetään I-railoa, paksumpia aineita hitsattaessa siirrytään V- tai X-railon käyttöön. Joskus hitsattavat kappaleet pitää esilämmittää, jotta liian suuret hitsausjännitykset vältettäisiin tai hitsausteho riittäisi perusaineen sulattamiseen.

Hitsaus

Hitsaus aloitetaan sytyttämällä valokaari. Valokaari sytytetään pitämällä lisäainelangan päätä kohtisuorassa kappaletta vastaan ja kytkemällä hitsausvirta. Oikea sytytyskohta riippuu perusaineesta. Useimmiten rautametalleja hitsattaessa valokaari sytytetään hitsausrailossa, mutta esimerkiksi alumiinia hitsattaessa oikea sytytyskohta on railon vieressä. Kun valokaari syttyy, langan pää suunnataan hitsauksen aloituskohtaan ja poltinta aletaan kuljettaa hitsausrailoa pitkin, joko suoraviivaisesti tai levityслиikettä tehden. Hitsaus lopetetaan kuljettamalla valokaarta lyhyen matkaa takaisin päin valmiin hitsin päälle ja katkaisemalla hitsausvirta.

Hitsi voidaan viimeistellä [hiomalla](#), puhdistamalla se [teräsharjalla](#) tai [peittaamalla](#).

Sähkölaitteen virta on katkaistava ennen pistotulpan poistoa seinästä!

Oikea suojavaatetus saattaa pelastaa valokaarionnettomuudessa

8.4.2010

Valokaarionnettomuudet muodostavat merkittävän osan kaikista vakaviin palovammoihin johtaneista työtapaturmista. Valokaaren aiheuttamilta palovammoilta voidaan välttyä käyttämällä paloturvallista suojavaatetusta.



Valokaaren ytimessä lämpötila voi nousta jopa 20 000 asteeseen. Vaikka kaaren kantapisteiden lämpötila jää alhaisemmaksi, se on useassa tapauksessa kuitenkin tarpeeksi korkea sulattaakseen elektrodien metallin. Valokaaren aiheuttama lämpösäteily ja sulan metallin roiskeet aiheuttavat kolmannen asteen palovammoja suojaamattomalle iholle. Lisäksi elektrodien sulaessa muodostuu myrkyllisiä kaasuja, kuten kupari- tai alumiinihöyryä. Valokaaren voimakas valo voi aiheuttaa hetkellisen sokeuden sekä tilapäisen sarveiskalvovaurion.

”Valokaaritapaturmia sattui aika paljon vuoteen 1986 asti. Silloin määriteltiin, että

valokaarivaarallisissa töissä ei saa käyttää herkästi syttyviä materiaaleja”, Työterveyslaitoksen tiimipäällikkö **Helena Mäkinen** kertoo.

Jotain tilanteen parantumisesta kertoo se, että kuolemaan johtaneita valokaariturmia tapahtui vuosien 1977 - 1986 aikana kaikkiaan 14, kun kaksi kertaa pidemmällä ajanjaksolla 1987 - 2007 niitä tapahtui vain yksi. ”Tekniikka on tietysti kehittynyt, mutta osaltaan myös suojavaatteilla on ollut merkitystä vakavien tapaturmien vähenemiseen”, Mäkinen arvioi.

Testattuja suojavaatteita



Työterveyslaitos on tutkinut sähköalan työntekijöiden suojavaatteita sekä laboratoriotutkimuksin että kyselemällä käyttäjien mielipiteitä käytössä olevista suojavaatteista.

Kyselyn mukaan sähkömiesten käytössä olevat vaatteet oli valmistettu yleisimmin palosuojatusta polyesteristä ja puuvillasta. Materiaalien ominaisuuksista tärkeimmäksi koettiin paloturvallisuus.

Kyselyyn vastanneet arvioivat puuvillan paloturvallisuudeltaan paremmaksi, mutta kaikkien muiden ominaisuuksien, kuten lujuuden, kulutuksen kestävyuden, kosteuden- ja lianhylkivyyden ja hengittävyuden osalta polyesteri koettiin paremmaksi. Polyesterivaatteiden käyttömukavuus ja

kestävyys koettiin siis puuvillavaatteita paremmiksi.

Laboratoriotesteissä mitattiin, kuinka hyvin materiaalit säilyvät ehjinä valokaarionnettomuudessa ja kuinka hyvin ne suojasivat lämmöltä. Testattavina materiaaleina olivat palosuojattu ja -suojaamaton puuvillakangas, palosuojattu polyesterikangas, aramidikangas, yhdistelmäateriaaleja sekä niistä valmistettuja vaatteita ja vaatteiden yhdistelmiä.

Testaus tapahtui niin, että suojavaatteeseen puettu testinukke asetettiin kipsikourun eteen, jonka sisällä olevien elektrodien välille synnytettiin 0,5 sekunnin valokaari 400 V syöttöjännitteellä ja 4 tai 7 kA virralla. Vaatteen sisäpuolella ollut kalorimetri mittasi vaatteen läpäisevää lämpövuota. Käyttömukavuutta ja kestävyyttä tutkittiin mittaamalla muun muassa materiaalien lujuutta, ilmanläpäisyä ja veden hylkivyyttä.

Teksti: **Antti Kalliomäki**

Kuvat: **Työterveyslaitos**