

EB-hitsausta Suomessa jo 45 vuotta

Ismo Meuronen

Elektronisuihkuhitsaus eli lyhyemmin EB-hitsaus on ollut Suomessa käytössä jo vuodesta 1973 lähtien eli 45 vuotta. Osa laitteista on jo poistunut aktiivikäytöstä mutta jäljellä olevilla hyödynnetään liittämässä menetelmän ylivoimaisia etuja kaarihitsaukseen verrattuna.

ja tuotekehityskäyttöön sekä EB-hitsauksen testaus- ja palvelutoimintaan yritysten tarpeisiin. Esimerkkinä mainittakoon eripariiliihtokset. Laitte on nykyisin **HT-Lasertekniikka Oy:llä** (aiemmin VTT, Lappeenranta).

Edellisen laitteen käyttökokemuksiin perustuen investoi **Neles-Jamensbury Oy** (nyk. METSO) keskisuureen EB-laitteeseen v. 1990. Sovelluskohteina olivat uuden sukupolven palloventtiilit, jotka kasattiin eri osista EB-hitsauksella toisiinsa. Laitteisto ei ole enää Suomessa.

Ensimmäiset lentomootorin staattorisivistön osat EB-hitsattiin em. **VTT:n** laitteella, jonka jälkeen **Patria Aviation Oy:**lle tuli v. 1992 suurikokoinen ja -tehoinen laitteisto. Laitteiston teho on nykyisin 50 kW, joka soveltuu suurillekin aineenpaksuuksille (Al ja teräs ~200 mm, ruostumaton teräs ~150 mm ja Cu ~100 mm).

1990-luvun puolivälissä hankittiin **Tampereelle ammattikoululle** käytetty EB-hitsauslaitteisto, joka vuosia myöhemmin siirtyi **HT-Lasertekniikka Oy:n** käyttöön. Laitteistoa on käytetty erilaisissa alihankintahitsauksissa.

Korkean energiatihedyyden säde

Menetelmässä hyödynnetään suuren, noin 2/3 valonnopeudella liikkuvia, pienen massan omaavia elektroneja, joiden liike-energia muuttuu metalliin törmätessä sulattavaksi lämpöenergiaksi. Säde tunkeutuu nopeasti yhä syvemmälle materiaaliin ja EB-hitsaus onkin ns. yksipalkohitsausta ilman lisäainetta. Syvä ja kapea tunkeuma on säädettävissä tehoista riippuen millimetrin osista jopa yli 300 millimetriin. Kokonaislämmöntuonti on alhainen ja mm. kaarihitsausmenetelmiin verrattuna alle 10 %. Fokuspisteessä energiatiheys on 10^7 - 10^8 W/cm², joka on noin 100-kertainen MAG-hitsaukseen verrattuna.

Tätä korkean energiatihedyyden sädettä säädetään ja ohjataan magneettikeloilla kuten oskilloskoopissa. Sateen pulssitus ja vaaputus on siten helposti ohjelmoitavissa jopa 10 000 Hz:n taajuudelle. Käytännössä näillä vaikutetaan hitsisulan liikkeisiin ja helposti höyrystyvien seosaineiden poistumiseen sulasta.

Tyhjökammiossa hapettomuus

EB-säteen kehittäminen edellyttää tyhjöä ja hitsaus suoritetaan hapettomassa alipaineessa tyhjökammiossa. Suurtyhjöissä (n. 10^{-4} mbar) voidaan hitsata titaania ja muita reaktiivisia metalleja hapettumatta. Niin sanottua karkeatyhjöä (n. 10^{-2} mbar) käytetään mm. teräksille, kuparille ja alumiinille. Hiti on pinnaltaan kirkas eikä edellytä jälkikäsitelyjä kuten peittausta.

EB-laitteisto koostuu tyhjökammion lisäksi tyhjöpumpuista, EB-säteen kehityksiköistä eli ns. EB-tykistä, korkeajännitelähteestä, tarkkuus-manipulaattoreista sekä ohjaus- ja ohjelmointiyksiköistä.

Laaja materiaalikirjo

Kaikki yleisimmät metalliset rakennemateriaalit ovat hyvin EB-hitsattavissa. Liitoksen mekaanisten ominaisuuksien säilyttäminen voi joissakin tapauksissa edellyttää poikkeuksellista lämmöntuontia ja/tai lisäaineen käyttöä.

Muille prosesseille hankalia tai mahdottomia, mutta EB-hitsaukselle mahdollisia ovat mm.:

- Hankalasti kaarihitsattavat alumiiniseokset ovat EB-hitsattavissa
- Kuparin EB-hitsaus ilman esilämmitystä
- Magnesium-valuseokset myös EB-hitsattavia
- Jopa hiiletettyjen pintojen liittäminen toisiinsa (voimansiirtokappaleet)
- Duplex-ruostumattoman teräksen EB-hitsaus pulssitetulla säteellä hyvin metallurgisin tuloksin
- Teräs/messinki-eripariiliihtoksen EB-hitsaus

EB-hitsauksessa ei metallisen materiaalin sulamispiste ole ongelma – jopa suuren sulamispiste-eron omaavat eripariiliihtokset ovat tietyn edellytyksin mahdollisia.

Suomen laitteistot pienemmästä suurimpaan

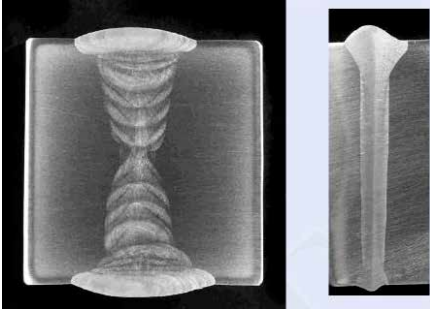
Ensimmäiset kolme pientä laitteistoa tuli **Vaisala Oy:**lle v. 1973 radiosondien aneroidien valmistukseen, missä EB-hitsattiin kaksi vastakkain puristettua kalvoa. Folioiden paksuus oli vain 0,15 mm. Etuna oli hyvä hitsin laatu ja kalvojen sisään jäävä tyhjö. Laitteistot eivät ole enää käytössä.

Seuraava, keskisuuri n. 1,5 m³:n suurjännitelaitte hankittiin **VTT:**lle v. 1986 tutkimus-

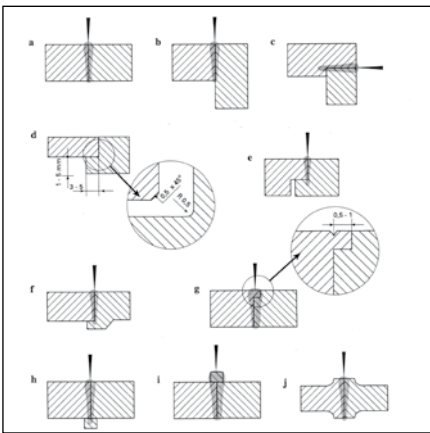
Sovelluskohteita ohuista paksuihin

Menetelmälle soveltuvat niin foliot kuin suurimmatkin aineenpaksuudet alueella 0,1 - 200 mm. Liitosten tulee olla suorina, koneistettuja ja ilman viisteitä. Hitsaus on yleisintä jalkoasennossa vertikaalisella säteellä. Paksuissa sovelluksissa on vaakasäteen käyttö järkevämpää, jolloin painovoima jakautuu hitsisulaan läpihitsauksessa tasaisemmin.

Eräs laajimmin EB-hitsausta soveltava maa erityisesti paksuseinäisten paineastioiden valmistuksessa on Japani. Esimerkkituotteita ovat mm. ydinvoimalaitosten höyrykehittimet ja muut paineastiat. Käytön merkittävin syy on perinteisen hitsauksen edellyttämän suuren railokulman, monipalkohitsauksen sekä niistä aiheutuvien kustannusten ja vääristymien minimointi. Suoran päittäisliitoksen ja yksipalkohitsauksen käytöllä on vääristymät vähäisiä ja pääsääntöisesti poikittaisia kulmamuodonmuutoksen ollessa olematonta



EB-hitsi (oik.) on tasakylkinen ja selvästi ka-peampi kuin kaarihitsattu (vas.) hitsi (t=noin 30 mm).



EB-hitsattavat liitokset ovat koneistettuja, viisteettämiä ja suoria.



Lasimaljalon kipinäyöstettyä teräsmuottia jatkettiin v. 1987 hitsaamalla jatkopala EB-hitsauksella, mikä mahdollisti 30 % pidemmän lasimaljalon tuotannon.
© I. Meuronen.



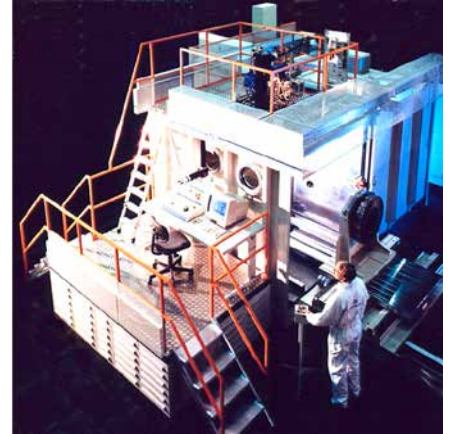
Vaisalan Oy:n EB-hitsauksella, joka oli vuonna 1973 hankittu ensimmäinen EB-laitteisto Suomessa, saavutettiin ohuiden folioiden hitsauksella tyhjä mitta-anturin sisälle. © ESAB.



VTT:lle hankittiin v. 1986 15 kW:n EB-hitsauslaite, jonka käyttö on ollut pitkäikäisintä Suomessa. © VTT.



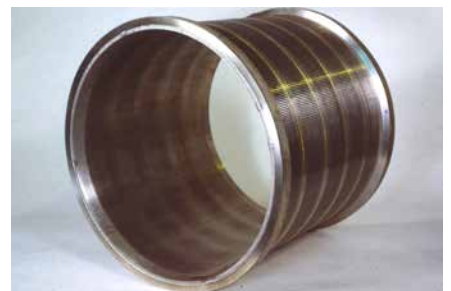
Venttiilin valmistaminen tarkasti EB-hitsauksella oli uutta vuonna 1990. © Neles-Jamensbury Oy (nyk. METSO).



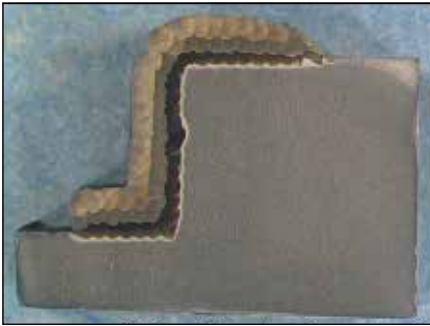
Suurikokoinen ja -tehoinen EBW-laitteisto otettiin käyttöön Patria Aviation Oy:llä v. 1992. © Steigerwald Strahltechnik GmbH.



Erliaisissa alihankintasovelluksissa ollut EBW-laitteisto. © HT-Lasertekniikka Oy.



Seulalevyrumpujen laippojen ja vaipan EB-hitsaus oli v. 1990 sovelluskohteita.
© Aikawa Group Oy.



Ainetta lisäävää valmistusta harjoitettiin Suomessa jo v. 1992, kun EB-hitsauksella pinnoitettiin lisäänetta käyttäen luistikiskoja. © Patria Aviation Oy.



HITSI 2000 -hankkeessa 1990-luvun puolivälissä yritykset testasivat EB-hitsauksen soveltuvuutta omiin tuotteisiinsa. © Nummi Oy.



HITSI 2000 -projektissa (v. 1995) testattiin EB-hitsauksen soveltuvuutta RAEX-hienoraeteräksisen kaasupallon valmistukseen. Hitsin kovuusarvojen alentamiseksi liitosympäristö esilämmitettiin EB-säteellä ennen hitsausta. © I. Meuronen.

Case: Ilmailuteollisuus

Vaativien dynaamisesti kuormitettujen korkealämpötilamateriaalien ja rakenteiden valmistajista on ilmailu- ja avaruusteollisuus laajimmin käyttänyt EB-hitsausta. Menetelmää käytetään korkealämpötilamateriaalien liittämiseen tuotteiden korkeiden laatuvaatimusten, alhaisen kokonaislämmöntuonnin ja yksinkertaisen prosessiseurannan vuoksi. Esimerkinä mainittakoon ARIANE-raketin moottori, jossa yli 700 EB-hitsiä.

Case:

Paksun kuparin EB-hitsaus

POSIVA OY:n vuosia kestävässä kehityshankkeessa suljettiin kuparisen loppusijoituskapselin kansi EB-hitsauksella. Kapselin ulkohalkaisija on 1000 mm, korkeus 4000-5000 mm ja seinämävahvuus 50 mm. Lopullinen kokonaismassa ennen loppusijoitusta on n. 24 000 kg.

Lierion ja kannen välinen liitospaksuus on 50 mm, joka EB-hitsattiin vertikaalisäteellä ilman esilämmitystä. Hitsauksen aloitukseen, lopetukseen ja päähitsin sulan hallintaan on kehitetty omat tekniikkansa.



EB-hitsausta on sovellettu käytetyn kuparisen ydinpolttoaineen loppusijoituskapselin sulkemisen kehitysprojektissa. © Posiva.

Tulevaisuudennäkymiä

Tärkeimpiä rakennemateriaaleja tulevaisuudessa ovat sekä yleiset ruostumattomat ja rakenneteräkset että lujat teräkset, magnesium, alumiini ja komposiitit. EB-hitsauksella on em. metallisten materiaalien hitsauksessa paljon sovellusmahdollisuuksia. Varsinkin lujien terästen EB-hitsattavuuden osalta on Euroopassa meneillään useita projekteja.

Jo vakiintuneita muita EB-menelmiä ovat pienten reikien (> Ø 0.05 mm) EB-poraus ja EB-pintakarkaisu. Uusia mahdollisuuksia on laajentanut ainetta lisäävä 3D-valmistus tyhjöissä joko jauhetta tai lisäainelankaa käyttäen.

Elektronisuihkuhitsaukseen ja -tekniikoihin keskittyvä "vuosikymmenten seminaari" järjestetään syksyllä 2018. Aiheesta tiedotetaan myöhemmin tässä lehdessä.

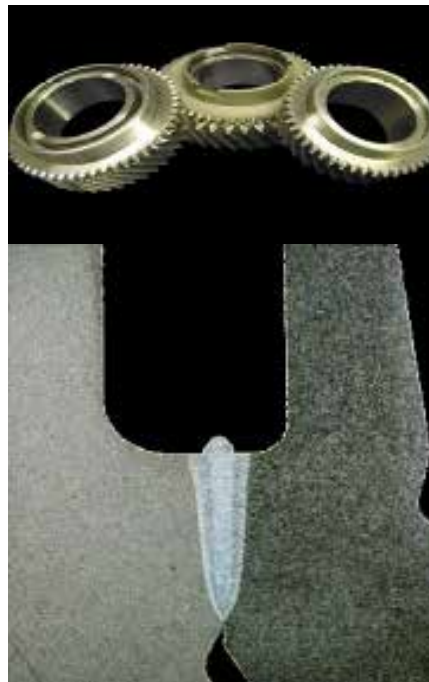
Ismo Meuronen
MEURO-TECH
Tampere

Case:

Hammaspyörät

Hammaspyöriä ei ole yleensä hitsattu juuri millään menetelmällä. Kilpailijamaissa on vaihdelaatikoiden hammaspyöriä EB-hitsattu yli 40 vuotta. Pääasiallinen syy on erikseen koneistettujen ja viimeistelyjen komponenttien liittämisen yhteen kokonaisuudeksi, joka muuten olisi mahdotonta valmistaa vaaditut kokonaismitat ja painonsäästö huomioiden.

Esimerkkituotteita ovat mm. autojen synkronihammaspyörät sekä (planeetta)vaihteistojen voimansiirtoakselit. Hitsauksen jälkeen ei ole jälkikoneistusta.



Hammaspyöräin EB-hitsaus useasta aiheesta kokoamalla mahdollistaa kompaktimpien ja kevyempien rakenteiden valmistuksen.

Ismo Meuronen on toiminut EB-hitsauksen alalla vuodesta 1984 lähtien, osallistunut kahteen merkittävään laitehankintaprojektiin sekä toiminut niiden tuotannon käynnistämässä, menetelmän ohjeistuksen laadinnassa sekä operaattoreiden kouluttajana. Osallistuminen EB-hitsauksen standardisointiin on ollut myös osa työnkuva.

MEURO-TECH on erikoistunut sädehitsaukseen ja niiden sovellettavuuteen neuvonantajana sekä toimii EB- ja laserhybridihitsaus -laitteistojen, hitsausrobotiasemien ja laserointilaitteiden maahantuojana.

Lisätietoja: Ismo Meuronen
puh. 040 579 1211
ismo.meuronen@meuro-tech.fi
www.meuro-tech.fi