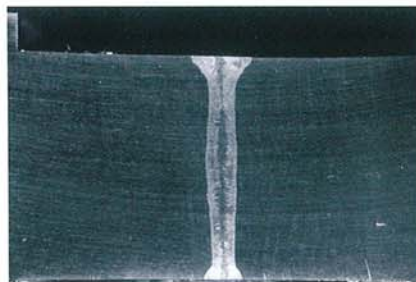
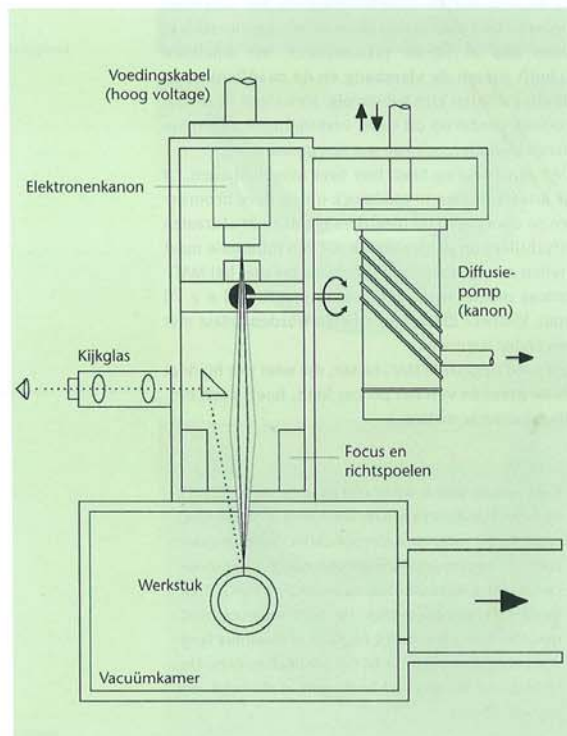


# Electron Beam Welding en Internal Bore Welding

Electron Beam Welding en Internal Bore Welding zijn niet de meest gangbare lasprocessen, maar bieden wel degelijk technische en commerciële voordelen. Zo hoeven de eindproducten van het EB-lassen niet meer te worden nabewerkt en zijn er geen kosten voor lastoevoegmateriaal. Apparatenbouwer Schelde Exotech uit Vlissingen past de lasprocessen regelmatig toe.

Electron Beam Welding (EBW) is een lasproces waarbij door middel van een gerichte, krachtige elektronenstraal een lasverbinding zonder lastoevoegmateriaal wordt gemaakt (zie figuur 1). In het 'EB-kanon' worden elektronen tussen kathode en anode versneld en door middel van magnetische lenzen gefocust tot een smalle hoogenergetische bundel. Deze bundel smelt bij contact het metaal op een smal gebied, maar kan tevens zeer diep penetreren. Door nu energieniveau en snelheden te variëren, kunnen

Figuur 1 - Principe van Electron Beam Welding, oftewel het elektronenstraallassen



Figuur 2 - Macro van een EB-las, A240 Tp. 304L, t=10 mm, vier keer vergroot

zowel dunne als dikke metalen worden gelast. Afhankelijk van de manipulatie van het werkstuk en/of EB-kanon kunnen lassen in verschillende richtingen worden uitgevoerd. Het EB-proces moet onder vacuum worden uitgevoerd om dispersie van de elektronenstraal te voorkomen. Normaliter wordt hiervoor een vacuümkamer gebruikt.

## Voor- en nadelen EB-lassen

Doordat een smalle las wordt gemaakt met een kleine warmtebeïnvloede zone is nauwelijks sprake van laskrimp (zie figuur 2). Door het vermogen in te stellen kunnen zowel dunne (> 0.01 mm) als dikke (tot 200 mm) metalen worden gelast (zie figuur 3). Het is mogelijk om metalen te lassen die met normale lasprocessen nauwelijks of niet gelast kunnen worden. Daarnaast is het mogelijk om met EB-lassen meerdere lassen tegelijk te maken en door manipulatie van het werkstuk/EB-kanon (computergestuurd) ook niet-rechte lassen te maken.

Er zijn twee aspecten die als nadelen beschouwd kunnen worden. Omdat bij het EB-lasproces geen lastoevoegmateriaal wordt gebruikt, moet de lasnaadvoorbewerking nauwkeurig zijn. Bij te grote spleten kan undercut gaan optreden en dat is kostenverhogend. Om dispersie van de elektronenstraal

te voorkomen, is het belangrijk te lassen in een vacuümkamer. Dit geeft limieten aan de dimensies van de te lassen werkstukken.

Ondanks dat EBW een duurder lasproces is, zijn er vaak commerciële voordelen. Zo hoeven de eindproducten niet meer te worden nabewerkt. En er zijn geen kosten voor lastoevoegmateriaal aangezien dit niet wordt gebruikt. Ook bestaat de mogelijkheid om metalen te lassen die met normale lasprocessen niet gelast kunnen worden.

## Kwalificatie

Het EB-proces kan volgens verschillende codes worden gekwalificeerd en wordt vooral toegepast volgens:

- Boiler and Pressure Vessel Code, ASME IX.
- Specification and qualification of welding procedures for metallic materials, ISO 15614-11, Electron and laser beam welding (procesnummer 511, volgens ISO 4063:1998).

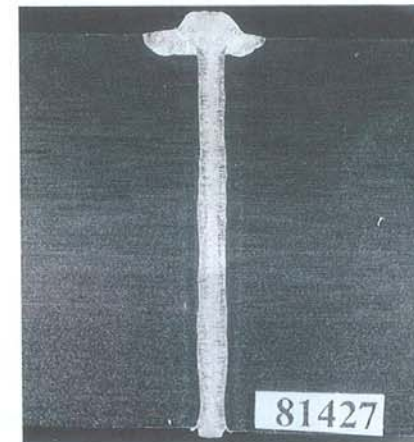
Omdat het wijzigen van een parameter (voortloopsnelheid, stroomsterkte, materiaaldikte) al snel tot andere resultaten leidt, moet men erop bedacht zijn dat de range waarin een kwalificatie geldig is, zeer beperkt is bij beide bovengenoemde normen.

## Voorbeelden van EB-lassen

Schelde Exotech, expert op het gebied van het ontwerpen, de fabricage en reparatie van apparatuur in bijzondere materialen, heeft drie machines voor het EB-lassen in huis met vermogens van 4, 5 en 45 KW (zie figuur 4). De grootse machine kan lassen maken van maximaal vijf meter lengte doordat de vacuümkamer is verlengd en het werkstuk voorbij het kanon wordt gemanipuleerd. Recentelijk heeft Schelde Exotech waterkamers van Alloy 800 gelast; 23 mm dik en 4 meter lang (zie figuur 5). Dit was economischer dan de gebruikelijke lasprocessen door onder meer een lassnelheid van één meter per minuut.

## Internal Bore Welding

Internal Bore Welding (IBW) is een speciaal orbitaal lasproces waarbij een pijp-pijpplaatverbinding in de pijpplaat aan de achterkant wordt gelast (zie figuur 6). Dit in tegenstelling tot de meest gebruikte pijp-pijpplaatlassen waarbij de pijp (bijna) volledig door de pijpplaat steekt. Op speciaal verzoek van de klant past Schelde Exotech dit proces toe.



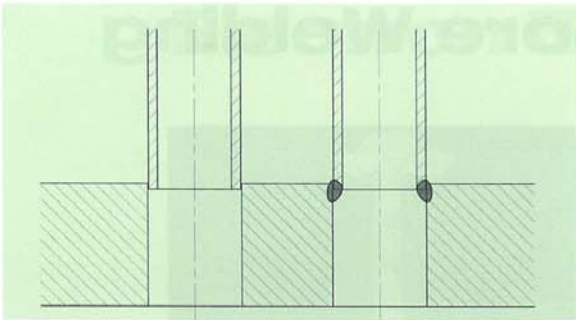
Figuur 3 - Macro van een EB-las, Incoloy 825, t=27 mm, 2,25 keer vergroot



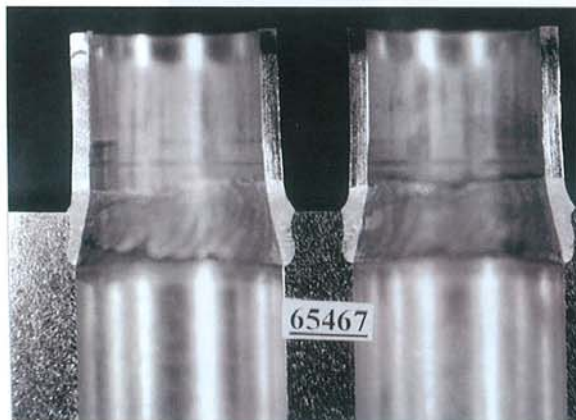
Figuur 4 - Een EB-las-machine van Schelde Exotech



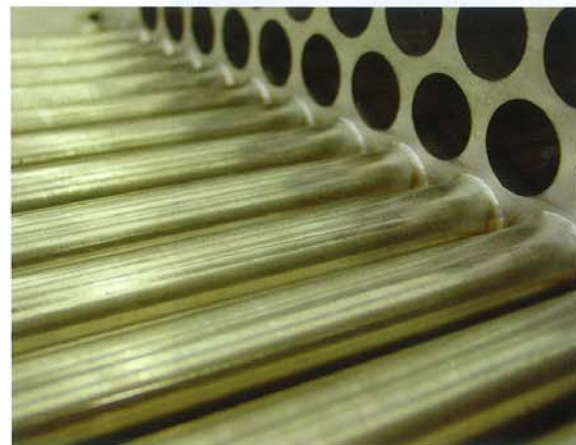
Figuur 5 - Gelaste waterkamers, Incoloy 825, 23 mm dik en circa vier meter lang



Figuur 6 - Doorsnede van een Internal Bore Weld



Figuur 7 - Spleetloze pijp-pijplaatverbinding



Figuur 8 - Warmtewisselaar met IB-lassen

### Voor- en nadelen IB-lassen

Klanten kiezen voor deze pijp-pijplaatverbinding, omdat er twee voordelen zijn ten opzichte van de reguliere verbindingen. Ten eerste is er een mindere flow-verstoring, maar belangrijker is het ontbreken van een spleet aan de achterkant van de pijplaat. Er is dus geen kans meer op spleetcorrosie (zie figuur 7). Toch zijn er ook nadelen. Naast nauwere toleranties (= kostenverhogend) is de snelheid van het proces lager dan bij de reguliere pijp-pijplaatverbindingen. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat het NDO aan de verbinding rij voor rij moet worden uitgevoerd in verband met bereikbaarheid. Een eventuele reparatie na plaatsing van de volgende rij pijpen is dan bijna niet meer mogelijk.

### Technische en commerciële mogelijkheden

Het IB-proces is in principe voor elk lasbaar materiaal toepasbaar, bij een minimale inwendige pijp-diameter van 20 mm. De toepassingen bevinden zich echter vooral in de roestvast staalsoorten en nikkellegeringen. De wanddikte van het pijpmateriaal is beperkt tot ongeveer 2,6 mm, omdat er gelast wordt zonder lastoevoegmateriaal. Het IB-proces is een bewuste keuze van klanten om vooral tijdens gebruik van de apparatuur de onderhoudskosten te verlagen.

### Kwalificatie

Afhankelijk van de specificaties van de klant is het mogelijk om lasmethoden te kwalificeren volgens:

- Boiler and Pressure Vessel Code, ASME IX.
- Specification and qualification of welding procedures for metallic materials, ISO 15614-8, Welding of tubes to tube-plate joints.

### Schelde Exotech

Schelde Exotech werd in 1998 opgericht en is voortgekomen uit de combinatie van AKF Goes, Schelde MT-Products en Schelde Ketelbouw. Dankzij de kennis en ervaring vanuit die bedrijven is Schelde Exotech in staat branches als de (petro)chemie, energiecentrales, uraniumverrijking, chipindustrie, universiteiten en onderzoeksinstituten van dienst te zijn. Exotech profileert zich als expert op het gebied van het ontwerpen, de fabricage en reparatie van apparatuur in bijzondere materialen, zoals roestvast staal, aluminium, titaan, koper- en nikkellegeringen (hastelloy, monel), aluminium, brons, tantaal, zirkonium en niobium, maar ook ingewikkelde constructies in koolstofstaal. Naast alle gangbare lasprocessen beheerst Exotech het Electro Beam Welding (EBW) en Internal Bore Welding (IBW).

- EEMUA (Engineering Equipment and Materials Users Association).

Figuur 8 toont een voorbeeld van een warmtewisselaar met Internal Bore Welding.

### Samengevat

EB- en IB-lassen zijn niet de meest gangbare lasprocessen, maar worden in overleg met de klant door Schelde Exotech regelmatig toegepast. Dat gebeurt bijvoorbeeld als er commerciële voordelen zijn in

nieuwbouw of wanneer het gebruik van drukapparatuur of standaard methodes niet mogelijk zijn. Het bedrijf zoekt steeds naar nieuwe toepassingen om kennis en vaardigheden van deze lasprocessen te vergroten. ■

Ir. Jos Mols is adjunct-directeur bij Schelde Exotech. Ing. Frits Doekhie (LPI) is hier werkzaam als lastechnisch specialist.

**SCHELDE EXOTECH** **EXO** **TECH**

SCHELDE EXOTECH  
Postbus 531  
4380 AM Vlissingen  
info@exo.schelde.com