

MIAB-LASSEN: BOOGLASSEN MET ROTERENDE BOOG

AUTOMATISCH UITGEVOERD LASPROCES

M IAB-lassen (Magnetically Impelled Arc Butt Welding) is een smeedlasproces dat de volledige doorsnede in één beweging last. Het wordt vooral gebruikt in de Europese automobiellindustrie voor het verbinden van circulaire en niet-circulaire dunwandige stalen buisprofielen. Dit automatisch uitgevoerd lasproces is erg aantrekkelijk, door de korte cyclustijd en de zeer reproduceerbare kwaliteit. Deze publicatie geeft een overzicht van het werkingsprincipe en van de mogelijke toepassingen.

Koen Faes – Belgisch Instituut voor Lastechniek, Vladimir Kachinskiy – E.O. Paton Welding Institute (Oekraïne) & Jörg Herrich – KUKA Industries GmbH (Duitsland)



Figuur 1: principe van het MIAB-lasproces
(Bron: KUKA Industries GmbH)

WERKINGSPRINCIPE

De beide te lassen stukken worden geklemd in hydraulisch of pneumatisch bediende klemmen. De eerste fase van het lasproces bestaat uit het samenbrengen van de te lassen stukken (bv. buizen), terwijl een gelijkstroom aangebracht wordt. Rondom de twee buisuiteinden wordt een spoel aangebracht. De stukken worden vervolgens opnieuw uit elkaar bewogen, over een afstand van 1 tot 3 mm, om zo een elektrische boog te doen ontstaan. Deze boog wordt tegen een hoge snelheid geroteerd rond de doorsnede, gebruikmakende van permanente of elektromagneten. De boog wordt gedurende een aantal seconden in stand gehouden, tot de oppervlakken voldoende verhit en gesmolten zijn. De lineaire snelheid van de boog kan oplopen tot 375 m/s. Dit resulteert in een uniforme opwarming van de dwarsdoorsnede van de te lassen stukken. In de tweede fase van het lasproces wordt de boog gedoofd, en worden de twee buizen in elkaar gesmeed. Het gesmolten materiaal wordt hierbij naar buiten gedrukt. De typische cyclustijd bedraagt 1 à 6 seconden, afhankelijk van de diameter en wanddikte. Het MIAB-lasproces is een potentieel alternatief voor het wrijvingslasproces, het weerstandslasproces of

het afbrandstuiklasproces. Deze processen verlopen geheel automatisch: zodra de correcte lasparameters ingesteld zijn, moet de operator enkel de te lassen stukken in de machine vastklemmen en de lascyclus starten.

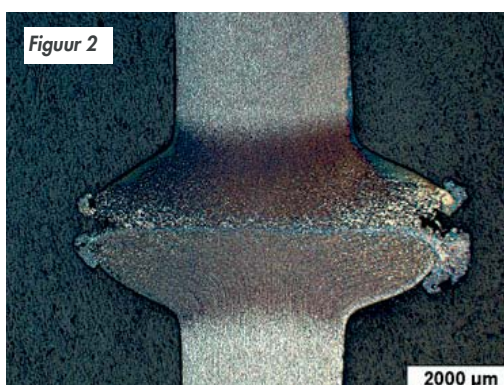
MIAB-LASVERBINDINGEN

De roterende lichtboog en de daaropvolgende materiaalverdringing tijdens de smeedfase verhinderen oxidatie in de laszone en leiden tot een verbinding zonder gasinsluitels. Ten gevolge van de werking van de smeedkracht is de sterkte van de las minstens gelijk aan deze van het basismateriaal. Aangezien bij het MIAB-lasproces de kwaliteitsbepalende lasparameters steeds ter beschikking zijn via metingen, kan een constante kwaliteit worden gegarandeerd op basis van de procesparameters. Vanuit metallurgisch oogpunt is het gebruik van een beschermgas niet noodzakelijk bij het lassen van laag- en ongelegeerd staal, omdat defecten zoals bindingsfouten, oxidevorming e.d. door de toegepaste methodiek uit de lasnaad worden weggedrukt. Voor roestvast staal en aluminium wordt wel een beschermgas gebruikt. Bij aluminium is zelfs een gering lucht-aandeel in de omgeving van de las voldoende voor de vorming

van oxides en daardoor lasfouten. Als gas wordt vaak CO₂ gebruikt, dat ook zorgt voor een hogere stroomdensiteit en diepere inbranding. Een belangrijke voorwaarde voor het verkrijgen van een kwalitatieve verbinding is dat oxides worden verwijderd uit de contactvlakken. Oxidatie kan worden voorkomen door de verhitte oppervlakken te beschermen of door de geoxideerde metalen in de vloeibare toestand te brengen en die uit de laszone weg te drukken. In het Paton lasinstituut in Oekraïne werd aangetoond dat het haalbaar is buizen te lassen met een wanddikte tot 16 mm en volle staven met een diameter tot 32 mm. Bij het lassen van staven wordt de afscherming van de laszone in de ruimte tussen de te lassen onderdelen verkregen door een intensieve verdamping van het metaal, zodat oxidatie van het gesmolten metaal wordt vermeden. **Figuur 2** toont de macrosectie van gelaste pijpen met een diameter van 44 mm en een wanddikte van 3,6 mm.

BELANGRIJKSTE PARAMETERS VAN HET MIAB-LASPROCES

Om de kwaliteit te garanderen, is het instellen en bewaken van de procesparameters nood-

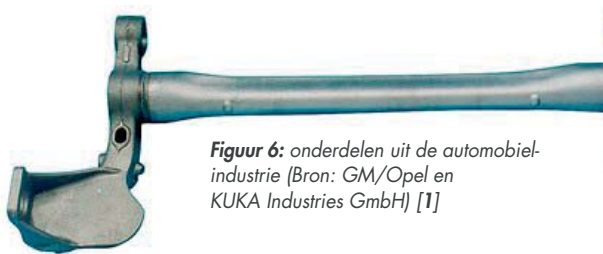


Figuur 2: dwarsdoorsnede van een MIAB-verbinding van twee pijpen (diameter: 44 mm, wanddikte: 3,6 mm)
(Bron: Belgisch Instituut voor Lastechniek)
Figuur 3: gelaste assen (diameter: 22 mm)
(Bron: Paton Lasinstituut)
Figuur 4: gelaste aandrijf-as
(Bron: KUKA Industries GmbH)

Figuur 5: verbinding van een aandrijfas met een gesmeed eindstuk (Bron: KUKA Industries GmbH)



Figuur 7: las van een buis met een fitting: onderdeel van een grondverzetmachine (diameter: 27 mm, wanddikte: 3,2 mm, lastijd: 5 sec) (Bron: Paton Lasinstituut)



Figuur 6: onderdelen uit de automobiel-industrie (Bron: GM/Opel en KUKA Industries GmbH) [1]

Figuur 8: gelaste zuigerstang (diameter: 22 mm, wanddikte : 2,2 mm, lastijd: 3,6 sec) (Bron: Paton Lasinstituut)



zakelijk. Alle relevante procesparameters kunnen steeds in real time worden weergegeven op een uitleesscherm. De belangrijkste parameters zijn:

- de smeedkracht;
- de totale verkorting van de te lassen stukken;
- de stroom doorheen de werkstukken;
- de spanning;
- de stroom doorheen de spoelen voor het roteren van de boog.

VOORDELEN VAN HET MIAB-LASPROCES

- Geen toevoegmateriaal nodig;
- zeer lage materiaalconsumptie (verkorting van de te lassen stukken);
- lage uitstoot van lasrook;
- uniforme en geconcentreerde opwarming, en dus geen vervormingen;
- geen poriën, insluitels of volumetrische defecten die voorkomen bij het conventioneel booglassen;
- beperkte lasbramen aan binnen- en buitenzijde van de buis;
- geen voorbereiding van de lasvlakken nodig;
- volledig automatiseerbaar;
- korte lastijd: hierdoor kan de productiesnelheid aanzienlijk worden opgevoerd. Dit is zeker bij een volautomatische productie een factor van groot belang;
- weinig productiestappen: door de hoge mate van maatvastheid zijn vaak dure nabewerkingen overbodig, en ook het narichten met warmtebehandelingen kan achterwege blijven.

BEPERKINGEN VAN HET MIAB-LASPROCES

- Er zijn geen productietoepassingen van het MIAB-lasproces gekend voor het lassen van non-ferrolegeringen. Niettegenstaande bestaat in de automobiel-, ruimtevaart- en olie- en gas-industrie grote interesse om dit proces toe te passen voor het lassen van aluminium onderdelen, buisvormige producten uit titanium en roestvaststalen pijpen. Deze wordt voornamelijk gedreven door de mogelijkheden om de kosten te verminderen, maar ook door de zekerheid dat de reproduceerbaarheid zeer hoog is.
- Bij het lassen van non-ferrolegeringen en roestvast staal is het gebruik van beschermgas noodzakelijk.
- Het MIAB-proces gebruikt een smeedbewerking om de las te vormen na opwarming door de roterende boog. Net als bij de andere smeedlasprocessen, resulteert dit in de vorming van een lasbraam aan de binnen- en buitenzijde van de gelaste componenten. Voor vele toepassingen hoeven deze lasbramen niet verwijderd te worden. Als echter het binnen- of buitenoppervlak glad dient te zijn, moeten de lasbramen verwijderd worden.

TOEPASSINGEN VAN HET MIAB-LASPROCES

De toepassingen van het MIAB-lasproces zijn vooral op de vier belangrijkste kenmerken van het

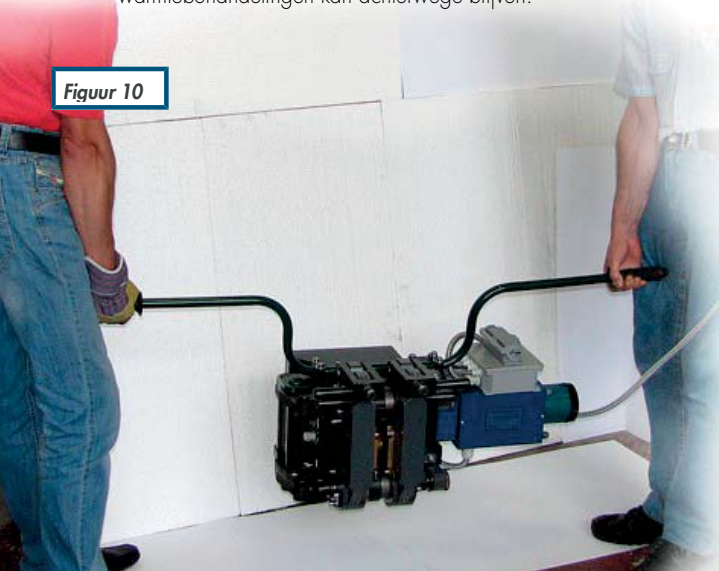
proces gebaseerd: korte lastijden (hoge productiviteit), kwalitatief hoogwaardige lasverbindingen en hoge productiezekerheid en reproduceerbaarheid.

Door de uitgebreide toepassing in de automobiel-industrie voor de seriematige fabricage van diverse onderdelen zoals aandrijfassen, filterhuizen e.d., beperkt de ervaring zich voornamelijk tot laag- en ongelegeerde staalsoorten, en ook automatenstaal en gietstaal.

Goede voorbeelden van MIAB-toepassingen zijn de lassen in de aandrijfassen van **figuur 4** en **5**. Het patent en de publicaties van dit proces dateren uit de jaren 1940, maar het gebruik in de industrie startte slechts in de jaren 1970. De industriële toepassingen betreffen vooral het verbinden van onderdelen in staal en gietstaal in de automobielindustrie, waarbij sterkte en een constante kwaliteit vereist zijn. Typische voorbeelden zijn assen van auto's en vrachtwagens (achterassen, stuurwielassen ...) en schokdempers. Andere toepassingen zijn het lassen van pijpjes van koelinstallaties en pijpen met kleine diameter voor de distributie van gas.

Het MIAB-proces ontwikkeld in het Paton Lasinstituut heeft een ruime toepassing gevonden in diverse takken van de industrie voor leidingen en buizen met verschillende vorm, met een diameter tot 300 mm en een wanddikte in de range van 0,8 tot 12 mm, in uitzonderlijke gevallen zelfs tot 16 mm. Het proces wordt gebruikt voor het lassen van buisleidingen (bv. voor transport van gas) met kleine diameter. Het wordt uitgevoerd

Figuur 10



Figuur 11

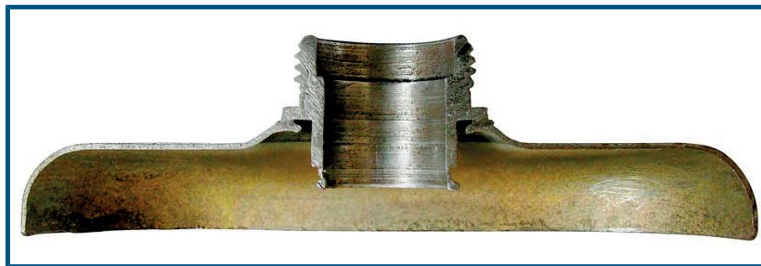


Figuur 10: mobiele MIAB-lasmachine (Bron: Paton Lasinstituut)

Figuur 11: MIAB-lassen van buisleidingen op een werf (Bron: Paton Lasinstituut)



Figuur 9: behuizing van een gasmeter (diameter van de fitting: 32 mm, wanddikte: 1 mm, lastijd: 2,5 sec)
(Bron: Paton Lasinstituut)



haalbaarheid aan te tonen van het MIAB-lassen van boorbuisen voor winning van olie en gas. In het eerste deel van de haalbaarheidsstudie zijn uitgebreide lasexperimenten uitgevoerd met buizen met een diameter en wanddikte van respectievelijk 47,8 en 3 mm. Deze verbindingen werden vervolgens geëxpandeerd met conische klemmen volgens DIN

voor het verbinden van kritische onderdelen, zoals aandrijf- en cardanassen. De voordelen van het proces zijn de korte processtijd van een paar seconden, de goede reproduceerbaarheid door de hoge mate van automatisering en de zeer hoge laskwaliteit. De techniek kan buizen verbinden met een maximale diameter van 300 mm en een maximale wanddikte van 10 mm. Het MIAB-lasproces werd voor het eerst onderzocht door het Paton Lasinstituut in de jaren 1950 en 1960. Het werd later ontwikkeld voor commerciële toepassingen door Kuka Welding Systems, dat het proces de naam MagnetArc gaf. Vandaag wordt het gebruikt voor een verscheidenheid aan toepassingen in heel Europa en Oekraïne. Paton en KUKA blijven het onderzoek en de ontwikkeling van dit proces voortzetten. Bedrijven die de haalbaarheid van deze lastechniek wensen te onderzoeken voor hun producten, kunnen contact opnemen met het BIL (contact: Koen Faes – Koen.Faes@bil-ibs.be).

EN ISO 8493. Een grote expansie kon hierbij worden verkregen ($\approx 23,5\%$) zonder het uitvoeren van een warmtebehandeling na het lassen. Voor het valideren van de technologie werd een prototype op ware schaal ontwikkeld (**figuur 12**). Lasproeven zijn succesvol uitgevoerd met buizen met een diameter en wanddikte van respectievelijk 244,5 en 12,7 mm.

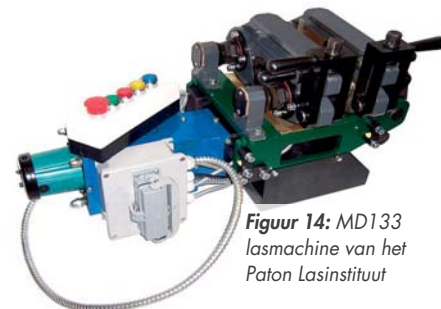
LASMACHINES

Het was in 1972 dat KUKA zijn eerste zogenaamde MagnetArc lasmachine presenteerde. Sindsdien is bij KUKA de techniek voortdurend verbeterd en ontwikkeld. De nieuwste generatie machines bezit een hogere proceskwaliteit en productiviteit (**figuur 13**). Een geoptimaliseerd proces-, stuur- en datasysteem geeft de gebruiker nog meer controle. Het Paton Lasinstituut heeft een jarenlange ervaring met het MIAB-proces, en heeft verschillende prototypes lasmachines geproduceerd. **Figuur 14** toont het type MD-133, dat kan worden gebruikt voor het lassen van buizen met kleine diameter (diameterrange tussen 12 en 57 mm, wanddikte tussen 1 en 4 mm). De hydraulische machines kunnen buizen lassen met een maximale diameter en wanddikte van respectievelijk 220 en 12 mm.

BRONNEN

[1]: W. Weh. Magnetarc-Schweißen, das wirtschaftliche Verfahren höchster Schweißqualität für die Fertigung von Sicherheitsteilen im Chassis-Bereich. Studiedag Fügen rohrförmiger Bauteile, 06/12/2006, SLV, München.

[2]: D. Aldag, A. Varahram, J. Lehr, H.J. Maier, T. Hassel. Fügen von Casingsegmenten mit dem MIAB-Schweißverfahren für die Anwendung am Bohrturm, DGMK/ÖGEW-Frühjahrstagung 2016, ISBN 978-3-941721-64-7, Celle, 2016.



Figuur 14: MD133 lasmachine van het Paton Lasinstituut

MIAB-LASSEN VAN BOORBUIZEN

zonder toevoegmateriaal, koeling of gasbescherming. De lastijd is vrij kort. Bijvoorbeeld: voor het lassen van een leiding met een diameter en wanddikte van respectievelijk 51 en 2,5 mm bedraagt de lastijd 7 sec. In de laatste twintig jaar werden meer dan 100.000 km buisleidingen gelast in Oekraïne, Rusland en Belarus voor het thermisch stabiliseren van bevroren grond en voor de serrebouw. De lassen worden uitgevoerd zowel in een stationaire opstelling als in het veld, bij omgevingstemperaturen tot $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figuur 12: MIAB-proefopstelling voor het lassen van boorbuisen (Bron: Leibniz Universiteit van Hannover) [2]



CONCLUSIE

MIAB-lassen is sinds de jaren 1970 een goed ingeburgerd lasproces in de automobielindustrie,



Figuur 13: MagnetArc lasmachine van KUKA (Bron: KUKA Industries GmbH)