

# LASPROCESSEN

## VOORLICHTINGSFICHE ALUMINIUM – DEEL IV

In deze vierde voorlichtingsfiche rond aluminium vindt u het vervolg op TIG-lassen (lasuitvoering, lasfouten, insluitsels en andere lasfouten) en het eerste deel over MIG/MAG-lassen (met o.a. historie, principe, boogtypes en Puls-MIG-apparatuur en beschermgassen).

**Door** Ir. R. Vennekens, EWE, FWeldl, Belgisch Instituut voor Lastechniek

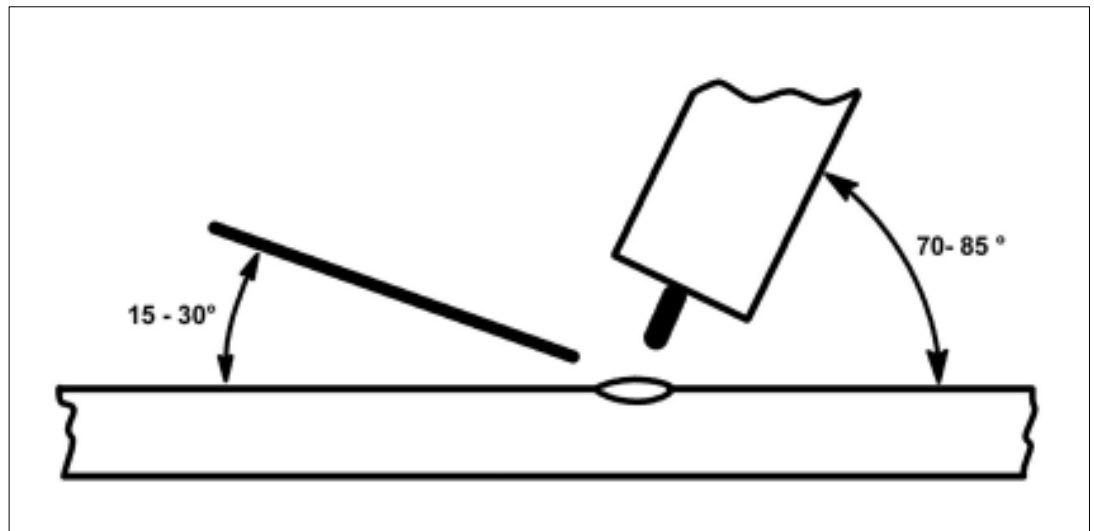
Ing. B. Verstraeten, IWE, Belgisch Instituut voor Lastechniek

Ing. K. Broeckx, EWE, Belgisch Instituut voor Lastechniek

### TIG-LASSEN: LASUITVOERING

Voordat met het lassen wordt begonnen moet de juiste elektrode- en cupdiameter, stroomsterkte, gasflow en het type en de diameter van het toevoegmateriaal worden gekozen. Richtlijnen voor deze keuze worden gegeven in tabel 11. De volgende aanbevelingen betreffen uitsluitend het handmatig TIG-lassen:

- De boog zoveel mogelijk op lasnaadflank of reeds gelegde las



Figuur 15: indien toevoegmateriaal wordt gebruikt zal men de lasdraad onder een hoek van 15 à 30° aan de rand van het smeltbad toevoegen (alle doc.: Marc Martens)

ontsteken.

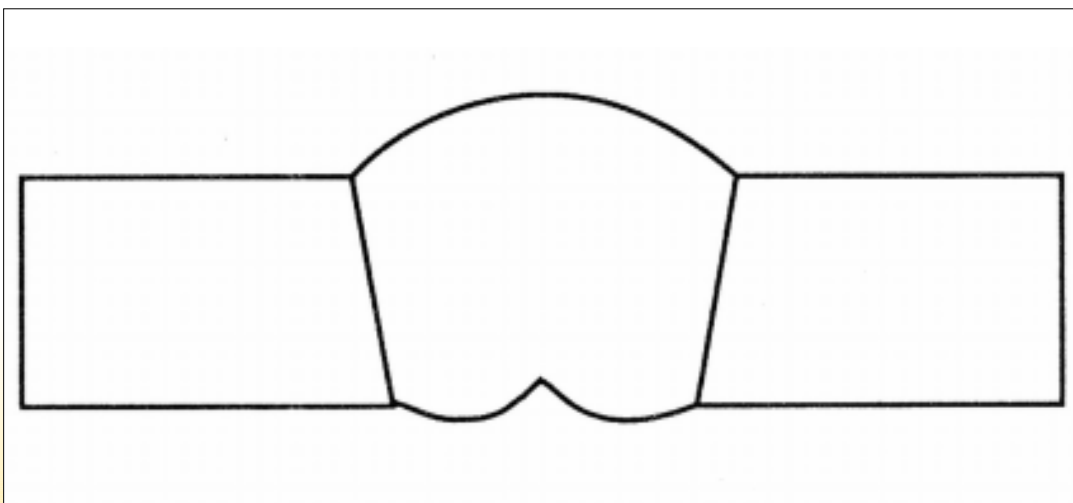
- Na het vormen van een smeltbad wordt de toorts met regelmatige snelheid al dan niet onder toevoegen van lasdraad 'stekend' voortbewogen in de richting van de lasdraad. De hoek tussen lastoorts en werkstuk bedraagt ongeveer 80° (70-85), zie figuur 15.
- De booglength mag variëren van 3 tot 7 mm.
- Indien toevoegmateriaal wordt gebruikt dan zal men de lasdraad onder een hoek van 15 A 30° aan de rand van het smeltbad toevoegen, zie figuur 15.
- De lastoevoegdraad mag de elektrodepunt niet raken, omdat er anders vervuiling en/of afsmelten van de elektrodepunt optreedt. Tevens veroorzaakt een vervuilde

- elektrodepunt een onstabiele boog.
- Het afsmelende staafje van het toevoegmateriaal moet steeds in de beschermende gasatmosfeer van de boog blijven, omdat anders oxidatie ontstaat.
- Het uiteinde van de toevoegdraad moet na een onderbreking worden afgeknipt, omdat het uiteinde van de draad geoxideerd kan zijn.
- Bij het verbreken van de boog, teruglopen op de naadflank of de reeds gelegde las om kratervorming en scheuren te voorkomen.
- Beter is nog om gebruik te maken van een lasinstallatie met ingebouwde kratervuller, die zorgt voor een automatische stroomafname bij het stoppen.
- Bij het herstarten moet de

- eventueel aanwezige krater eerst worden uitgeslepen of gefreesd, dit om eventuele kraterscheurtjes te verwijderen, en om een foutloze aanvloeiing te bereiken. Daarna dient men te borstelen met een roestvast stalen borstel.
- Bij het lassen in meerdere lagen moet de voorgaande laag worden

**HET AFSMELTENDE STAAFJE VAN HET TOEVOEGMATERIAAL MOET STEEDS IN DE BESCHERMENDE GASATMOSFEER VAN DE BOOG BLIJVEN, ANDERS ONTSTAAT OXIDATIE**

Figuur 16: een vaak voorkomend verschijnsel bij het leggen van grondlagen is het doorzakken van de oxidehuid in de doorlassing, waardoor op de röntgenfilm een aantekening ontstaat die voor een onvoldoende doorlassing kan doorgaan



- geborsteld (roestvast stalen borstel) voordat met de volgende laag wordt begonnen.
- De las moet een glanzend uiterlijk hebben met aan weerszijden van de las een zilverkleurige zone.
- Een dof lasuiterlijk en het ontbreken van de zilverkleurige zone wijzen erop dat de gasbescherming en/of de reiniging niet optimaal is geweest.
- Bij aluminiumlegeringen die een warmtebehandeling hebben ondergaan, is het belangrijk om de voorgeschreven interpass temperatuur aan te houden.
- Laat de las in rustige lucht afkoelen, pas op voor tocht. Een te snelle afkoeling kan aanleiding geven tot scheuren.

### TYPISCHE LASFOUTEN

Deze problematiek wordt tevens uitvoerig behandeld in de CD-ROM

“Process 141” (te verkrijgen bij het Bil te Brussel).

In principe kunnen alle TIG-lasfouten die voorkomen bij het lassen van andere materialen (staal, roestvast staal) ook bij aluminium optreden.

Een aantal lasfouten is echter typisch voor aluminium zoals: porositeit, bindingsfouten, warmscheuren en insluitingen van oxiden.

Het ontstaan van porositeit, warmscheuren, insluitingen van oxiden en bindingsfouten werd reeds behandeld in deel I van deze reeks.

Enkele problemen uit de praktijk zullen worden behandeld in het laatste deel van deze reeks.

(Zie tabel 14 - Foute lasuitvoering)

## INSLUITSELS

Aluminiumoxide heeft een smeltpunt van ca. 2.000 °C zodat dit bij het lassen in het smeltbad terecht kan komen. De reinigende werking van de boog kan deze oxiden wel voor een deel verwijderen, maar bij het

**TEVENS KUNNEN BINDINGSFOUTEN ONTSTAAN BIJ HET ONVOLDOENDE BORSTELEN VAN DE NAADFLANKEN, OOK TUSSEN DE VULLAGEN, DOORDAT DE ONVOLDOENDE VERWIJDERDE OXIDEHUID DE AANVLOEIING VAN HET LASMETAAL BEMOEILIJKT**

onvoldoende weghalen van de oxiden voor het lassen zullen resten achterblijven en als slierten op een röntgenfilm zichtbaar zijn. De oorzaken kunnen ook teruggevoerd worden tot een onvoldoende gasbescherming of het niet dicht zijn van het gassysteem. Porositeit of oxide-insluitingen treden dan ook meestal gelijktijdig op.

Een nog wel vaak voorkomend verschijnsel bij het leggen van grondlagen is het doorzakken van de oxidehuid in de doorlassing, waardoor op de röntgenfilm een aantekening ontstaat die voor een onvoldoende doorlassing kan doorgaan. In figuur 16 is dat weergegeven. De remedie is het breken van de kanten aan de onderzijde en van de plaat waardoor het oxide beter kan wegvloeien.

## ANDERE LASFOUTEN

– Onvoldoende doorlassing  
Deze treedt voornamelijk op bij een te lage lasroom, eventueel in combinatie met een te geringe vooropening en te geringe

| FOUTE LASUITVOERING                   | MOGELIJKE DEFECTEN  |   |
|---------------------------------------|---|---|
| <p>te lange boog</p>                  | <p>kerven</p> <p>lucht</p> <p>lucht</p> <p>porositeit</p> <p>onvoldoende inbranding</p> | <p>Een te lange boog resulteert in een kleinere inbrand, randinkarteling en een onvoldoende gasbescherming. Dit laatste resulteert in een poreuze las.</p>      |
| <p>te vlakke toortspositie</p>        | <p>lucht rodden</p>   | <p>Door een te vlakke toortspositie wordt buitenlucht aangezogen, wat resulteert in oxide insluitels.</p>   |
| <p>toers uit positie</p>              | <p>randinkarteling</p>  | <p>Een gekantelde lastoorts ten opzichte van de lasrichting leidt tot een asymmetrische las en randinkarteling.</p>   |
| <p>hoog naast de naad</p>             | <p>hindingsfout</p>   | <p>Een foutieve toortspositie ten opzichte van de naad leidt tot foutief gepositioneerde doorlas met doorlasfouten als gevolg.</p>                              |
| <p>draad buiten de gashescherming</p> | <p>oxyden</p> <p>oxyden</p>   | <p>Wanneer het toevoegmateriaal niet in de gasbescherming blijft zal oxidatie van het draaduiteinde ontstaan. Dit kan leiden tot oxideinsluitels in de las.</p> |
| <p>contact elektrode met smeltbad</p> | <p>wolfram insluitels</p>   | <p>Door contact met het smeltbad kan een deel van de wolfram elektrode afsmelten met wolfram insluitels van de las als gevolg.</p>                              |

Tabel 14: foute lasuitvoering

openingshoek bij afgeschuinde naden. Het hiervoor genoemde onvoldoende doorzakken van de oxidehuid kan eveneens een schijnbare onvoldoende doorlassing te zien geven. Door een niet juiste houding van de lastoorts kan de boog teveel op één kant gericht staan en zo resulteren in een onvoldoende doorlassing. Een andere oorzaak kan zijn: een onjuiste afstemming van de lasparameters, d.w.z. de lasstroom te laag en/of een te hoge lassnelheid.

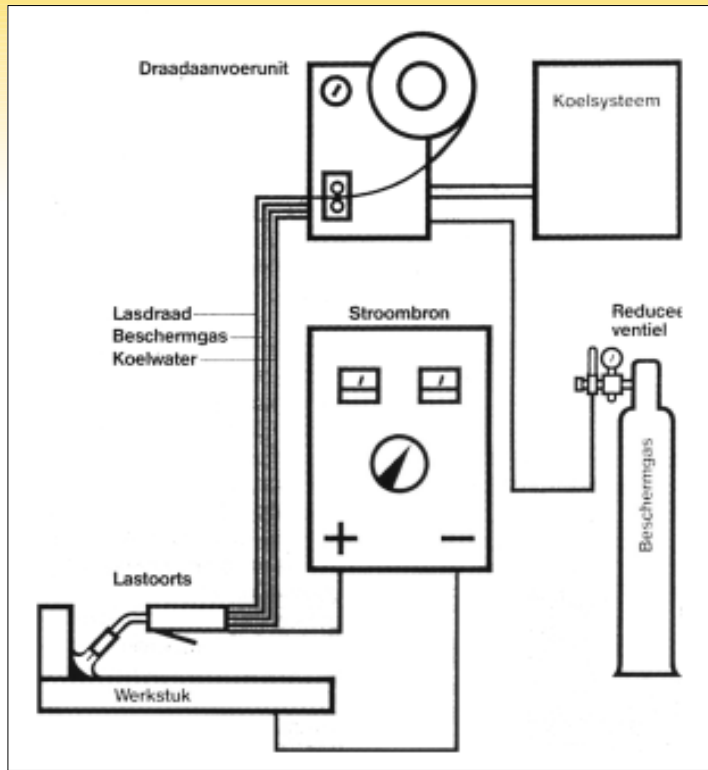
- Te zware doorlassing  
Door een onjuiste afstemming van de lasparameters, te weten: lasstroom te hoog, lassnelheid te laag. Bij het TIG-lassen kan de koelende werking door toevoegmateriaal te gering zijn of is de vooropening te groot.

- Randinkarteling  
Wanneer met een te lange boog wordt gelast (grote boogspanning) wordt de warmte van de boog te veel gespreid. Dat kan bij hoeklassen leiden tot randinkarteling aan de staande kant. Een niet correct houden van de lastoorts, waardoor de boog te veel op één zijde is gericht kan hetzelfde effect veroorzaken. Bij het leggen van vullagen in stompe naden kunnen inwendige randinkartelingen ontstaan.

- Bindingsfouten  
Ook hiervoor geldt dat in verhouding met te weinig energie-inbreng wordt gelast. Oorzaken zijn:

- Er wordt te veel toevoegmateriaal in de las gebracht
- Er wordt een te dikke draad gebruikt
- De lasstroom is te laag
- De voortloopsnelheid is te hoog
- Er wordt te veel op het lasbad gelast

Tevens kunnen bindingsfouten ontstaan bij het onvoldoende borstelen van de naadflanken, ook tussen de vullagen, doordat de onvoldoende verwijderde oxidehuid de aanvloeiing van het lasmetaal bemoeilijkt.



Figuur 17: bij het MIG-lassen wordt een boog onderhouden tussen een afsmeltend lastoevoegmateriaal en het werkstuk. Het lastoevoegmateriaal wordt continu afgevoerd vanaf een spoel

### MIG/MAG-LASSEN: HISTORIEK

Dit lasproces werd ontwikkeld door PHILIPS in de 50-er jaren van de 20e eeuw en heeft verschillende benamingen zoals, CO<sub>2</sub>-lassen, halfautomaat lassen, MIG-lassen (MIG = Metal Inert Gas) en MAG-lassen (Metal Active Gas). Al deze benamingen hebben betrekking op hetzelfde lasproces. Verder wordt dit proces MIG-lassen genoemd, tenzij anders vermeld.

### PRINCIPE

Bij het MIG-lassen wordt een boog onderhouden tussen een afsmeltend lastoevoegmateriaal en het werkstuk. Het lastoevoegmateriaal

wordt continu toegevoerd vanaf een spoel (zie figuur 17). Het lastoevoegmateriaal, de boog en het smeltbad worden omringd door een beschermgas dat deze afschermt tegen de invloed van de omringende lucht. Wanneer dit beschermgas inert is, spreekt men van MIG-lassen (Metal Inert Gas), wanneer het actief is, d.w.z., wanneer het bijvoorbeeld zuurstof bevat, spreekt men van MAG-lassen (Metal Active Gas). Bij het MIG-lassen wordt gelast met gelijkstroom, meestal is de elektrode (draad) positief gepoold. Recent werd ook het wisselstroomlassen voor dunwandig aluminium geïntroduceerd. Als beschermgas worden argon of argon-heliummengsels gebruikt.

### BOOGTYPES

Bij het MIG-lassen onderscheidt men in principe twee boogtypes, afhankelijk van de lasmachine-instellingen namelijk kortsluitbooglassen en open booglassen (doorgaans sproei-booglassen genoemd).

### KORTSLUITBOOGLASSEN

Bij lage stroomsterktes maakt de continue toegevoerde elektrode contact met het werkstuk. Door de aldus ontstane kortsluitstroom smelt een stuk van de elektrode af. Vandaar de benaming kortsluitbooglassen, daar de materiaaloverdracht slechts plaatsvindt tijdens de kortsluitperiode (short arc). Bij dit

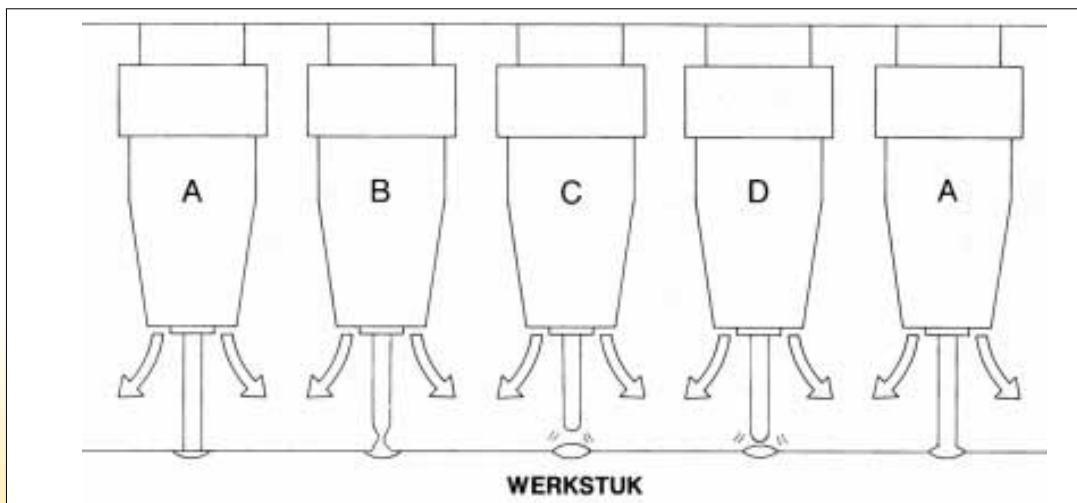
**BIJ HET MIG-LASSEN ONDERSCHIEDT MEN TWEE BOOGTYPES, AFHANKELIJK VAN DE LASMACHINE-INSTELLINGEN: KORTSLUITBOOGLASSEN EN SPROEIBOOGLASSEN**

boogtype treden nogal wat spatten op. Dit boogtype is niet geschikt voor het lassen van aluminium, gezien het feit dat er te weinig reinigende werking optreedt en dat dit boogtype te koud (resulterende warmte-inbreng) is (bindingsfouten). (Zie figuur 18)

### SPROEIBOOGLASSEN

Bij hoge stroomsterktes boven een bepaalde overgangsstroom die afhankelijk is van de aangewende toevoegmateriaal-gas combinatie, ontstaat een continue materiaalovergang. De draad smelt af onder grove of fijne druppelvorm en de overgang van het metaal geschiedt onder invloed van de zwaartekracht en van elektromagnetische krachten. Men spreekt dan van sproei-booglassen (spray arc). Bij dit boogtype treden vrijwel geen spatten op (figuur 19). Het smeltbad is vrij groot, met een goede inbrand. Dit boogtype kan worden gebruikt voor het lassen van aluminium.

Figuur 18: kortsluitbooglassen



### PULSBOOGLASSEN

Meer en meer wordt gelast met een gepulseerde stroom. De lasstroom varieert dan tussen de basisstroom ( $I_b$ ) en de piekstroom ( $I_p$ ). Tijdens de basisstroom is er geen materiaaloverdracht, deze geschiedt in dat deel van de periode dat de piekstroom wordt aangehouden (figuur 20). De grondstroom bevindt zich in het kortsluitgebied, de piekstroom zit in het sproei-booggebied, op die manier worden de voordelen van beide boogtypes gecombineerd.

De gemiddelde stroom ligt dus tussen de grond- en de piekstroom. De toegevoerde energie zit tussen deze wanneer gelast wordt met de grondstroom (kortsluitbooglassen) en deze wanneer gelast wordt met de piekstroom (sproeihooggebied). Het pulsbooglassen resulteert dus in 'koudere' lassen in vergelijking met het sproeihooglassen met continue stroom. Maar de voordelen van kortsluitbooglassen en sproeihooglassen blijven behouden, d.w.z., het lassen van dunne plaat en het in positie lassen met een goede inbrand en dus een geringe kans op bindingsfouten. Dit komt omdat de materiaaloverdracht alleen plaatsvindt tijdens de piekperiode van de lasstroom, met sproeihoog. Bij het grondstroomdeel van het pulsen (kortsluitboog) wordt alleen de boog onderhouden en heeft er geen materiaaloverdracht plaats. Het lassen gebeurt vrijwel spatvrij. Ook hier, zoals bij het TIG-lassen, is zuiverheid een eis (zie Voorlichtingsfiche Aluminium, deel 1 t/m 3). Het pulserend MIG-lassen biedt voordelen ten opzichte van het MIG-lassen met continue stroom, en wel om volgende redenen:

- geringere warmte-inbreng,
- toepassen van grotere draaddiameters is mogelijk (minder draadaanvoerproblemen met de 'slappe' aluminiumdraden),
- vrijwel spatvrij,
- regelmatige inbrand.

### ENKELE TIPS

Om een goede continue lasdraadtoevoer te bekomen dient

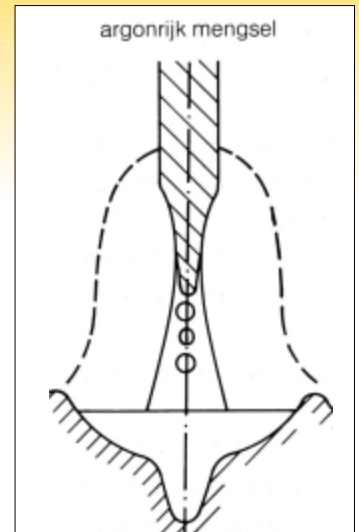
in het MIG-slangenpakket een kunststof liner (bv. teflon) te worden aangebracht. Bij het dubbeldraads MIG (twin arc)-lassen kunnen lassnelheden worden gehaald die niet veel lager zijn dan deze van het laserlassen. De investeringskosten liggen echter beduidend lager. Het toepassingsgebied van het MIG-lassen ligt bij de handlassen voornamelijk bij materiaaldikten van 3 mm en dikker, terwijl het proces probleemloos gemechaniseerd toepasbaar is vanaf materiaaldikten van 2 mm. Het MIG-lassen kan met name toegepast worden voor het lassen

**HET MIG-LASSEN KAN TOEGEPAST WORDEN VOOR HET LASSEN VAN GROTERE MATERIAALDIKTEN MET REDELIJK HOGE LASSNELHEDEN, MAAR HEEFT BIJ DEZE HOGE STROOMSTERKTEN GEEN SPECIFIEKE VOORDELEN TEGENOVER HET PULS-MIG-LASSEN**

van grotere materiaaldikten met redelijk hoge lassnelheden, maar heeft dus bij deze hoge stroomsterkten geen specifieke voordelen boven het puls-MIG-lassen. Het puls-MIG-handlassen kan in principe uitgevoerd worden vanaf een materiaaldikte van 2 mm, maar vereist bij deze materiaaldikte een grote concentratie van de laser. Realistischer is het om bij het

handlassen uit te gaan van materiaaldikten van 3 mm en dikker.

Het gemechaniseerd lassen daarentegen is uitvoerbaar vanaf materiaaldikten van 1 mm, indien het materiaal goed ingespannen en/of op een adequate manier gehecht is. Zowel voor het handlassen als voor het gemechaniseerd lassen geldt dat er een bovengrens is ten aanzien van de te lassen materiaaldikte. (figuur 21 geeft de keuze van het lasproces in functie van de te lassen materiaaldikten.) Dit geldt zowel voor het MIG- als het puls-MIG-lassen boven 10 mm. Behalve voor het in positie lassen heeft het puls-MIG-lassen, boven een materiaaldikte van 10 mm, echter geen voordelen meer ten opzichte van het MIG-lassen. De puls-frequentie (en dus de gemiddelde stroomsterkte) zijn dan zo hoog dat de gemiddelde warmte-inbreng voor beide varianten nagenoeg op eenzelfde niveau ligt. Het puls-MIG-lassen is het meest universeel bruikbaar en heeft in het algemeen de voorkeur boven zowel het TIG- als het MIG-lassen. Het draadaanvoersysteem speelt bij het lassen van aluminium een belangrijke rol omdat de aluminiumdraden betrekkelijk zacht zijn. Dit stelt beperkingen aan de lengte van het slangenpakket met name bij de 'dunne' draden van 0,8 en 1,0 mm. Bij deze diameters is een duwsysteem met een slangenpakket tussen de draadhaspel en het laspistool te storingsgevoelig en daarom niet toepasbaar. Voor deze draaddiameters wordt een



Figuur 19: sproeihooglassen

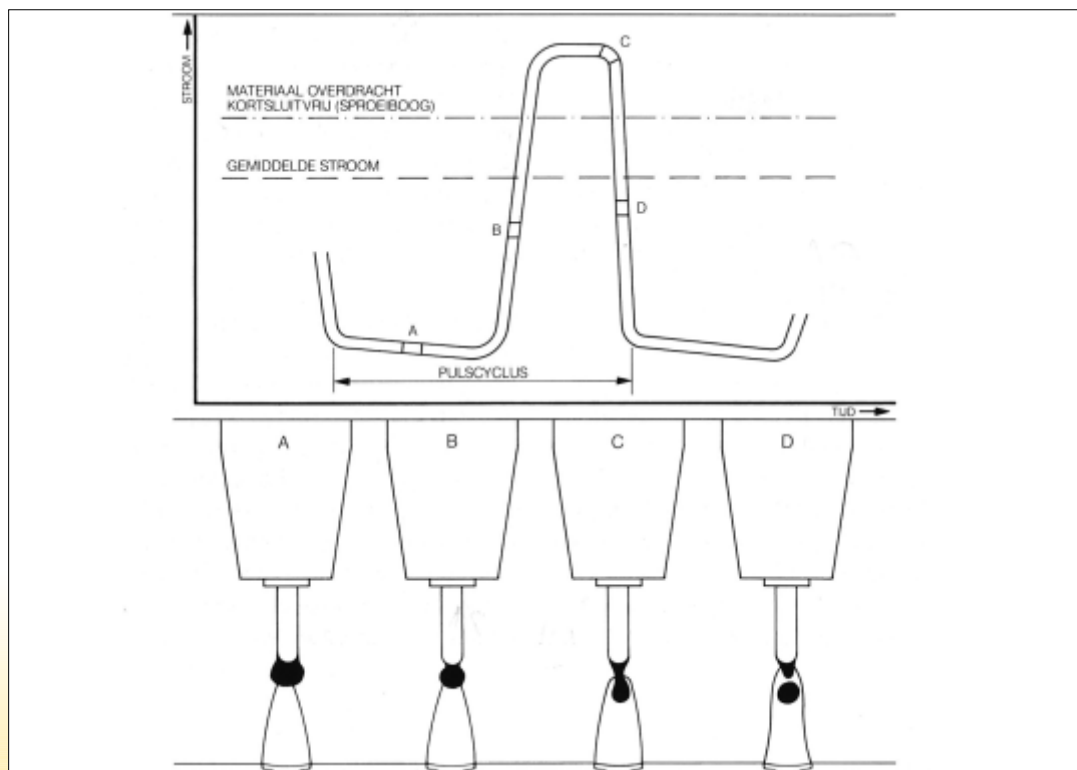
zogenoemd (duw-trek) push-pull-systeem aanbevolen, waarbij de draad niet alleen door de draadgeleider wordt geduwd, maar door middel van een aandrijfsysteem in het pistool tevens wordt getrokken, waarbij een kabelpakketlengte van 8 m mogelijk is. De grotere actieradius die hierdoor ontstaat, is een voordeel. Als nadeel kan worden genoemd dat het laspistool zwaarder, groter en duurder is dan een normaal MIG-laspistool. Vanaf een draaddikte van 1,6 mm kan een duwsysteem worden toegepast, indien de kabelpakketlengte beperkt blijft tot 3 à 4 m. In alle gevallen moet een kunststof draadgeleider worden toegepast.

Voor zeer dunne lasdraden en korte laslengten bestaan systemen waarbij een kleine draadhaspel (circa 0,5 kg) in het pistool is opgenomen. Dit systeem heeft als nadelen de geringe hoeveelheid draad op de haspel, het zware pistool en het beperkt aanbod in draadtypes, en de relatief hoge prijs van het lastoevoermateriaal. De storingsgevoeligheid is bij toepassing van dit systeem minder belangrijk.

Bij de keuze van een MIG-lastoestel moet rekening gehouden worden met de relatief hoge lasstromen, die nodig zijn bij het lassen van aluminium, zie tabel 15.

Met een te lichte stroombron kan niet in het sproeihooggebied worden gelast. Dit gaat ten koste van de kwaliteit van de lasverbinding. Hoe 'zwaar' de stroombron moet zijn hangt af van het uit te voeren laswerk. Veelal zal minimaal een stroombron van 250-350 A nodig zijn. Het laspistool wordt door gebruik van 100% argon als beschermgas en door het reflecterend vermogen van aluminium thermisch zwaar belast. Een watergekoeld pistool verdient de voorkeur.

Figuur 20: pulsbooglassen



Het MIG- en puls-MIG-lassen wordt over het algemeen met dezelfde apparatuur uitgevoerd. Dit wil echter niet zeggen dat alle MIG-apparatuur zonder meer geschikt is voor het puls-MIG-lassen, het omgekeerde is echter wel waar. Als een bedrijf puls-MIG wil lassen, dan moet hier bij de aanschaf van de apparatuur dus specifiek rekening mee gehouden worden. In het algemeen kan gesteld worden dat het nuttig en noodzakelijk is de apparatuur goed te onderhouden. Dit is natuurlijk altijd wenselijk bij lasapparatuur, maar is een absolute noodzaak voor apparatuur die voor het lassen van aluminium gebruikt wordt. Aluminium lasdraden zijn nu eenmaal zachter dan stalen lasdraden, wat de draaddoorvoer kritischer maakt en bij niet goed onderhouden apparatuur voor het frequent optreden van draadstoringen kan zorgen.

Bij de standaard MIG-lasapparatuur moet de lasser de nullastspanning en de lasstroom instellen. Het instellen van de lasstroom gebeurt door het instellen van de draadsnelheid, beiden zijn aan elkaar gekoppeld.

## PULS-MIG-APPARATUUR

De verschillende soorten puls-MIG-apparaturen die op de markt verkrijgbaar zijn, kunnen in principe in enkele grote groepen onderverdeeld worden, namelijk:

- de zogenaamde vrij programmeerbare puls-MIG-apparatuur,
- de synergische puls-MIG-apparaten.

## VRIJ PROGRAMMEERBARE APPARATUUR

Bij vrij programmeerbare MIG-puls-apparaten moeten alle lasparameters volledig door de gebruiker zelf ingesteld worden. Dit houdt in dat voor elke draadsnelheid de volgende parameters optimaal op elkaar afgestemd moeten worden: piekspanning, piekstroomtijd, basisstroom, basisstroomtijd, lasspanning (basisspanning). Deze parameters moeten per draaddiameter, draadsoort en soort beschermgas zodanig op elkaar afgestemd worden dat er sprake is van een stabiele procesvoering. Het zal duidelijk zijn dat dit weliswaar kan en ook gebeurt, maar dat het voor de praktijk niet de meest snelle en bruikbare methode is. Dit type puls-MIG-apparatuur wordt meestal gebruikt door onderzoekers en door bedrijven die regelmatig speciale gassen en draden moeten verlaten.

## SYNERGISCHE APPARATUUR

Synergische apparatuur, ook wel aangeduid met de misleidende naam 'éénknops'-machines, zijn ontwikkeld om het aantal door de lasser in te stellen parameters drastisch te beperken. Synerg is overgenomen uit het Grieks en betekent samenwerkend. Hierbij wordt bedoeld dat een koppeling bestaat tussen de draadsnelheid en de puls-frequentie. Dit betekent dat als de draadsnelheid wordt

opgevoerd, de puls-frequentie eveneens toeneemt. Hierdoor neemt de gemiddelde stroomsterkte toe. Dit is noodzakelijk om een evenwicht tussen de draadaanvoer en de afsmeltsnelheid te waarborgen. Het werken met deze apparatuur is voor de lasser vanuit het conventionele MIG-lassen goed herkenbaar, immers het opvoeren van de draadsnelheid resulteert ook hier in een hogere stroomsterkte en grotere neersmelt. De lasser moet bij synergische apparaten voorafgaande aan het lassen de noodzakelijke lasspanning instellen en een aantal standenschakelaars. Hiermee wordt een voorkeuze gemaakt voor een bepaalde lasdraadsoort, een lasdraaddiameter en het type beschermgas. Hierna kan hij door aan één knop (draadsnelheid/frequentie) te draaien het totale werkgebied van de puls-MIG-apparatuur doorlopen (van lage stroomsterkten tot hoge stroomsterkten). Bij de meeste synergische puls-MIG-apparatuur is nog een tweede knop aanwezig voor het fijn afregelen van de booglengte.

De keuze tussen een conventionele machine of een puls-machine hangt af van:

- De aard van het laswerk (kritisch, het lassen van bijzondere draden of onder bijzondere beschermgassen, enz.).
  - Het inzicht van de lasser/gebruiker.
- De praktijk leert dat in 9 van de 10 gevallen voor het puls-MIG-lassen van aluminium gekozen wordt voor een synergisch apparaat.

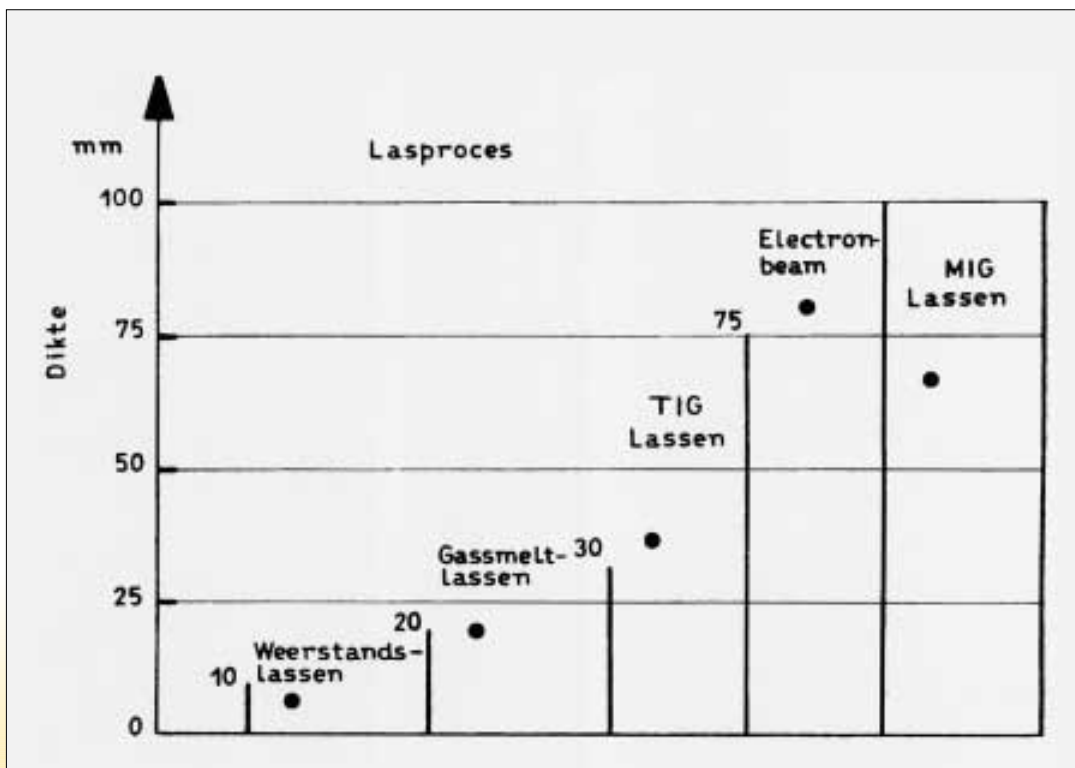
## ANDERE PULSMACHINES EN WISSELSTROOM MIG

Bij een conventionele machine maakt men gebruik van een vlakke boogspanningskarakteristiek. Een dergelijke vlakke curve heeft tot gevolg dat een kleine spanningsverandering (verandering van de booglengte) een grote stroomverandering tot gevolg heeft. Dit wordt het zelfregelend effect genoemd, want bij een te lange boog zorgt de lagere stroom ervoor dat de draad minder snel afbrandt en zo bereikt de boog opnieuw een correcte lengte. Bij de moderne gepulste of zelfs wisselstroombronnen is het verhaal anders. Bij gebruik van een gewone sinusoidale wisselstroom, zou bij de nuldoorgang van de stroom (overgang van positief naar negatief) de boog steeds even doven en zou de boog telkens opnieuw moeten ontsteken. Om dit probleem te voorkomen maakt men gebruik van blokvormige wisselstroom. De tijd van de nuldoorgang is hier tot een minimum herleid en de boog hoeft

**SYNERGISCHE APPARATUUR, OOK WEL AANGEDUID MET DE MISLEIDENDE NAAM 'ÉÉNKNOPS'-MACHINES, ZIJN ONTWIKKELD OM HET AANTAL DOOR DE LASSER IN TE STELLEN PARAMETERS DRASTISCH TE BEPERKEN**

bijgevolg niet telkens opnieuw te ontsteken. Invertergestuurde stroombronnen zijn voor de moderne MIG-lasprocessen van groot nut, omdat de stroom beter in de benodigde vorm gekneed kan worden.

Figuur 21: de keuze van het lasproces in functie van de te lassen materiaaldikten



## SPECIALE VOORZIENINGEN

Buiten de eerder genoemde voorzieningen die getroffen moeten worden voordat met het lassen van aluminium wordt begonnen, is de lasapparatuur voor het MIG- en puls-MIG-lassen vaak uitgerust met een aantal speciale (extra) voorzieningen. Het gaat hierbij meestal om voorzieningen voor het starten en het stoppen.

- Bij het starten zijn er twee problemen, ten eerste het vermijden van een te bolle start met grote overdikte en ten tweede het dikwijls voorkomen van een gebrek aan inbranding (bindingsfouten) bij de start. Onderzoek heeft uitgewezen dat een korte onsteektijd in alle opzichten gunstig is voor een goede start. Factoren die een korte onsteektijd gunstig beïnvloeden zijn, o.a.:
- schuin afknippen van de lasdraad vóór het starten,
- lage draadaanvoersnelheid tijdens de start,

| Draad Ø | KRITISCHE STROOMSTERKTE* |
|---------|--------------------------|
| 0,8 mm  | ca. 90                   |
| 1,0 mm  | 110                      |
| 1,2 mm  | 125                      |
| 1,6 mm  | 160                      |
| 2,4 mm  | 190                      |

\* in ampère voor het overgaan op sproeihoog

Tabel 15: kritische stroomsterkte

-lage inductie in het lascircuit,  
-hoge stroombelastbaarheid van de lasdraad.  
Met betrekking tot het op een goede manier ontsteken van de lasboog bij het lassen van aluminium kan worden gesteld dat dit van een aantal factoren afhankelijk is waarvan de meest belangrijke zijn: de lasdraad, de lasdraaddiameter, het type lastoorts en de stroombron.  
Ten aanzien van de lasdraad en lasdraaddiameter geldt dat naarmate de stijfheid en hardheid van de lasdraad toenemen, de problemen bij het starten verminderen. Dit houdt in dat grotere lasdraaddiameters over het algemeen voor minder startproblemen zorgen. Hiernaast geldt dat met de zachtere lasdraaddiameters (bijvoorbeeld AISi) en langere kabelpakketten meer startproblemen verwacht kunnen worden dan met de hardere AlMg-lasdraden. Onderzoek heeft aangetoond dat als een conventioneel duw (push) draadaanvoermechanisme gebruikt wordt bij het lassen met AISi, er ongeveer vier keer zoveel storing optreedt ten opzichte van het lassen van een AlMg5 lasdraad. Het gebruik van een push-pull lastoorts kan veel problemen tijdens het starten voorkomen en verdient dan ook om deze redenen de voorkeur. De moderne elektronica maakt het tegenwoordig mogelijk om ook in de stroombron zelf voorzieningen aan te brengen om het startgedrag te verbeteren.  
- Bij het stoppen van het lassen

Figuur 22: de AluTip bestaat uit twee delen, een zeer goed geleidend messing deel en een deel uit speciaal grafiet



treden er nogal eens kraterscheuren op.  
Zoals bekend zijn sommige aluminiumsoorten gevoelig voor het ontstaan van kraterscheuren. Het plotseling verbreken van de lasboog aan het einde van de lassen is er meestal de oorzaak van dat er kraterscheuren ontstaan. De meeste van de huidige generatie (elektronisch geregelde) puls-MIG-apparaten zijn uitstekend in staat de reskruiter die aan het einde van elke las ontstaat op een afdoende manier op te vullen en te voorkomen dat er kraterscheuren ontstaan (kratervulling).  
- Een ander probleem bij het lassen van aluminium is het vastlopen van de draad in de contactbuis (contacttip). Het kiezen van een correcte tip met correcte boring zal deze problemen voorkomen. Een recente ontwikkeling is de AluTip of grafiettip. De tip is oorspronkelijk ontwikkeld om bij het lassen van korte laslengtes plakfouten te voorkomen. Belangrijker echter is dat bij het MIG-lassen vastlopers, zelfs bij hoge

**BELANGRIJK IS DAT BIJ HET MIG-LASSEN VASTLOPERS, ZELFS BIJ HOGE STROOMSTERKTES EN KORTE WERKAFSTANDEN, MINDER VOORKOMEN EN SNELLER VERHOLPEN ZIJN**

stroomsterktes en korte werkafstanden, minder voorkomen en sneller verholpen zijn. De AluTip bestaat uit twee delen: een zeer goed geleidend koperen deel dat als een normale contactbuis in de toorts wordt geschroefd en een tweede deel uit speciaal grafiet dat op het koperen deel wordt bevestigd, zie figuur 22. Door het koperen deel in te korten kan de speciale contactbuis in een standaardtoorts worden toegepast. De voorkant van de tip bestaat uit grafiet. Dit materiaal kan gebruikt worden omdat grafiet elektrische stroom geleidt. Omdat aluminium en grafiet niet in elkaar oplossen zal de aluminiumdraad niet samensmelten met de grafiettip. Hiermee wordt voorkomen dat bij draadstoringen en bij het klimmen van de boog vastlopers optreden. De AluTip kan in principe voor elke toorts worden gebruikt door de geometrie aan te passen. Grafiet is een slechtere geleider voor elektrische stroom dan koper. De spanningsval in de contactbuis is dan ook iets groter dan bij gebruik van een koperen tip. De lasser zal dus een iets hogere spanning en draadaanvoer moeten instellen dan bij een koperen contactbuis. De verschillen zijn echter minimaal.

**BESCHERMGASSEN**

Als beschermgas voor het lassen van aluminium kan argon worden toegepast.

Bij grotere materiaaldikten en/of om de lassnelheid te verhogen, kunnen ook argon/helium gasmengsels worden gebruikt. De klassieke gassen voor staal en roestvast staal die O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> of H<sub>2</sub> of mengsels van deze gassen bevatten, mogen hier niet worden toegepast om overmatige oxidatie en/of porositeit te voorkomen.  
In recent onderzoek uitgevoerd door het Onderzoekscentrum van het Belgisch Instituut voor Lastechniek werd vastgesteld dat bepaalde gasmengsels een duidelijke productiviteitsverhoging betekenen bij het lassen van aluminium. Toevoeging van He aan het Ar-beschermgas leidde steeds tot een diepere inbranding. In het onderzoeksproject werden mengsels getest met 15% en 30% toevoeging. Het gasmengsel met de hoogste percentage He gaf de diepste inbranding.  
Bij het gasmengsel met 15% He toevoeging, was eveneens 150 ppm N<sub>2</sub> toegevoegd, dit resulteerde in een stabielere boog en een zeer laag percentage porositeiten in de las.  
Aluminium vraagt om een groter gasdebiet dan staal en roestvast staal. Een bruikbare vuistregel voor de gashoeveelheid onder argon is de gascup diameter (mm) maal 1,5, dit geeft dan de minimale hoeveelheid aan in liters per minuut (bv. diameter gascup = 14 mm, debiet = 1,5 x 14 = 21 liter/min.). Voor argon/helium mengsels geldt dat altijd een hogere hoeveelheid genomen moet worden, afhankelijk van de mengverhouding. Puur helium ten opzichte van argon vraagt een ongeveer twee tot driemaal groter gasdebiet. (Wordt vervolgd) □

*Dankwoord*  
Het project "Technologische Adviseerdienst Lastechnologie" wordt gesteund door IWT-Vlaanderen, het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en het Ministère de la Région Wallonne.

Ir. R. Vennekens, EWE, FVeldl, Belgisch Instituut voor Lastechniek



**BIBLIOGRAFIE**

- NIL "Laskennis opgefriest" Dit is een bewerking van "Job knowledge for Welders" uit TWI Connect door Co van der Goes, redactie Lastechniek
- "Understanding Aluminium Alloys" Welding Journal, April 2002, pp. 77-80
- Aluminiumcentrum (Nederland) Het lassen van aluminium (I) Algemeen
- Het lassen van aluminium (III) TIG-lassen
- Het lassen van aluminium (III) MIG-lassen
- Het lassen van aluminium (IV) Weerstandslas
- "Fouten bij het lassen van aluminium en hoe ze te voorkomen" R. Vennekens, Lastijdschrift/Revue de la Soudure 3, pp. 4-13
- "Slimme constructie werkt kostenbesparend" H. Lammertz, H. Brantsma, EWE, Aluminium 4/98 pp. 27-29
- "Combinatie van laser en plasmaboog" Lastechniek, november 1998, pp. 9-12
- "Lasmetallurgie der metalen buiten het ijzer" Prof. dr.ir. E. Wetlinck, Laboratorium Non Ferro Metallurgie, RUG
- Welding Handbook Vol. 3, part 1, Materials and applications, 8th Ed., 1996 American Welding Society, pp. 1-120
- Het lassen van aluminium en aluminiumlegeringen" R. De Mulder (ESAB) - BIL Technologische Voordrachten
- "Het lassen van aluminium en aluminiumlegeringen" R. Vennekens, B. Verstraeten "BIL Workshops 2000"
- "Porositeit bij het lassen van aluminium - Technische Gegevens"
- EN 573-1: Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition and form of wrought products - Part 1: Numerical designation system
- EN 573-2: Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition and form of wrought products - Part 2: Chemical symbol based designation system
- EN 573-3: Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition and form of wrought products - Part 3: Chemical composition
- EN 573-4: Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition and form of wrought products - Part 4: Forms of products.
- Hoekloos MIG/MAG, TIG & Plasma, Een voorlichtingsbrochure over de bekende lasprocessen.
- 14.TIG- en plasmalassen VM81 - Vereniging FME
- 15.Welding Handbook Vol. 2, Welding processes 8th Ed., 1991