

KWALITEIT GECOMBINEERD MET PRODUCTIVITEIT

INNOVATIE BIJ TIG-LASSEN VAN ALUMINIUM

De keuze van een booglasproces voor het smeltlassen van aluminium lijkt beperkt tot enerzijds het wisselstroom-TIG-lassen en anderzijds het MIG-lassen. Die keuze is haast synoniem voor het kiezen tussen kwaliteit en snelheid. Dankzij een recent, innovatief ontwerp van een TIG-toorts voor het DC+ lassen van aluminium, in combinatie met een dubbele gasstroom, kan kwaliteit worden gecombineerd met productiviteit.

ing. Tim Buyle, IWE Lasingenieur - Weldone

WHAT'S NEW?

Onlangs werd er een TIG-toorts ontwikkeld waarbij de wolframelektrode positief is geschakeld, voor het lassen van aluminium met een dikte van 2 tot 10 mm in één enkele laag, zonder open stand. De lassnelheid is bovendien aanzienlijk hoger in vergelijking met het AC TIG-lassen en zelfs het conventionele MIG-lassen. De toorts maakt verder gebruik van een dubbele gasstroom en kan via een interface worden gebruikt op een conventionele TIG-gelijkstroombron. Zowel het DC+ lassen als het gebruik van een dubbele gasstroom is op zich niet nieuw. De combinatie tot één enkel proces is dat wel.

Back to basics

Om deze innovatie beter te begrijpen, moeten we terugkeren naar de basisprincipes van het TIG-lassen met gelijkstroom.

In een inerte gasatmosfeer wordt een elektrische vlamboog opgewekt tussen een wolframelektrode en een werkstuk. De elektrode wordt aan de negatieve pool (kathode) geschakeld en zendt op die manier een stroom van elektronen uit. Doordat de elektronen vanop een willekeurige plaats aan het oppervlak van de kathode worden uitgestuurd, ontstaat er een koelend effect op de elektrode, waardoor deze niet afsmelt. De temperatuur van de kathode zal lager zijn dan de temperatuur van het werkstuk, dat als anode is geschakeld. Tijdens het lassen zullen elektronen van de wolframelektrode (kathode) met hoge snelheid inslaan op het oppervlak van het werkstuk (anode). Daar wordt de hoge kinetische energie van de elektronen omgezet in warmte, waardoor een diepe inbranding ontstaat in het werkstuk. Op die manier kunnen nagenoeg alle materialen worden gelast, met uitzondering van aluminium en aluminiumlegeringen.

LASBAARHEID VAN ALUMINIUM

Aluminiumlegeringen zijn bijzonder wanneer het op smeltlassen aankomt. Aluminium heeft

een hoge reactiviteit (affiniteit) met zuurstof, zelfs bij kamertemperatuur. Dat betekent dat aluminium dat enige tijd aan de lucht is blootgesteld, altijd bedekt is met een oxidelaag. Op zich is dat niets bijzonders. Het is vergelijkbaar met de affiniteit van chroom voor zuurstof, wat leidt tot een beschermende oxidehuid op roestvast staal.

Smeltpunt oxidehuid

Rvs laat zich wel gemakkelijk lassen met de klassieke TIG-gelijkstroomopstelling; aluminium niet. Nochtans hebben beide dus een oxidehuid. In het geval van aluminium ligt het smeltpunt van de oxidehuid echter beduidend hoger (> 2.000 °C) dan dat van de aluminium bulk (660 °C) van het materiaal. Net onder het oppervlak van het werkstuk zal er een smeltbad ontstaan, dat bij elkaar gehouden wordt door de taai oxidehuid die moeilijk smelt en heel viskeus is. Het smeltbad vloeit dus amper uit. Door het verschil in dichtheid zinken de oxides in de smelt en kunnen ze zo ingesloten worden tijdens het lassen. Bijgevolg kan er geen degelijke smeltlasverbinding worden gemaakt die die naam waardig is. Bij roestvast staal ligt het smeltpunt van de oxidehuid in dezelfde range als die van de bulk van het materiaal, waardoor dit probleem helemaal niet optreedt.

BREKEN VAN DE OXIDEHUID

Om aluminium succesvol te kunnen lassen met TIG, moet er dus een oplossing worden gezocht om de oxidehuid open te breken en zo het smeltbad open te laten vloeien. Het antwoord kan worden gevonden in de natuurkundige principes van de elektrische vlamboog zelf.

Bombardement van gasionen

In de boog is er niet alleen een stroom van elektronen vanuit de kathode naar de anode, er is ook een stroom van gasionen in de andere richting. In vergelijking met elektronen zijn gasionen heel groot en zwaar. Door hun afmeting en kinetische energie zijn deze ionen

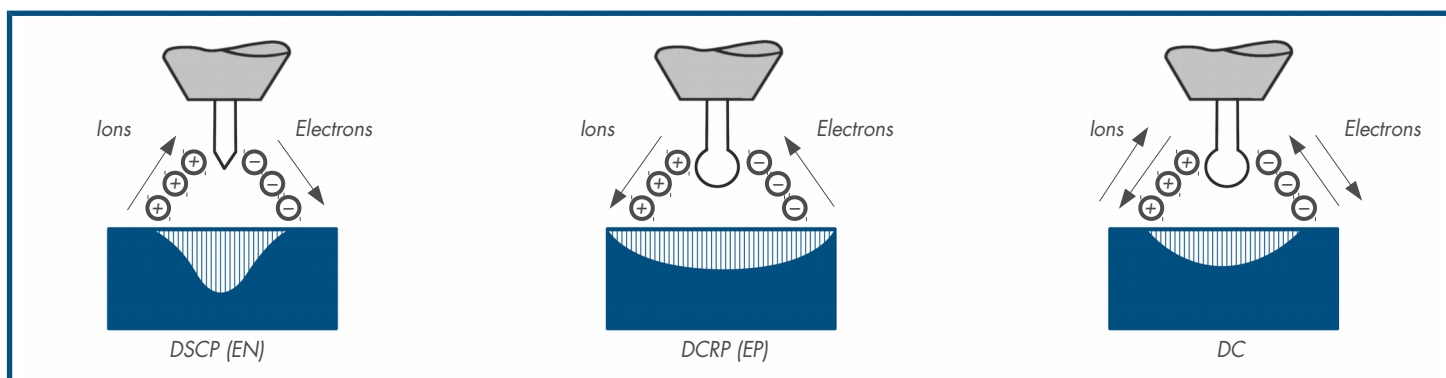
in staat om een aluminium oxidehuid open te breken wanneer ze erop inslaan. Om dit bombardement van gasionen te organiseren, moet de polariteit van de TIG-opstelling omgedraaid worden. Wanneer de wolframelektrode positief geschakeld wordt (als anode) en het werkstuk negatief (als kathode), dan zullen de gasionen in de richting van het werkstuk gestuurd worden en daar de oxidehuid breken, waardoor het smeltbad kan openvloeien. Lasdeskundigen noemen dit het 'reinigend effect' van een elektrische vlamboog.

Thermische belasting

Alleen ... deze configuratie zorgt voor de nodige kopzorgen en praktische bezwaren. De elektronenstroom is namelijk ook omgekeerd, in de richting van de wolframelektrode, waardoor deze snel oververhit kan raken en zelfs kan afsmelten. En dat is bij het TIG-lassen uiteraard niet de bedoeling. De stroombelastbaarheid van de elektrode is in deze opstelling daarom beperkt. Te hoge stroomsterktes zijn synoniem voor een hoge elektronenstroom en dus een te hoge thermische belasting van de elektrode. TIG-lassen met de wolframelektrode aan de pluspool mag dan wel leiden tot een goede reinigende werking, maar de inbranding laat te wensen over. Het inbrandingsprofiel is eerder breed en ondiep. De temperatuur aan het werkstuk, dat nu als kathode is geschakeld, is wel beduidend lager dan in de situatie voorheen, waarbij het als anode werd geschakeld. Dit leidt tot minder vervorming van het werkstuk.

TIG-WISSELSTROOM

Om succesvol TIG te lassen op aluminium in allerlei toepassingen, werd daarom het wisselstroomlassen (AC) ontwikkeld. Tijdens de positieve alternantie van de stroom zal de oxidehuid worden opengebroken en tijdens de negatieve alternantie zal er voor een diepe inbranding worden gezorgd. Op die manier wordt het effect van de reinigende werking van de vlamboog gecombineerd met het koelend effect op de wolframelektrode.



STROOM EN POLARITEIT BIJ HET TIG-LASSEN

DSCP (DC-)	DCRP (DC+)	AC
Geen reinigende werking	Sterke reinigende werking	Reinigende werking afhankelijk van de balansregeling
70% warmte aan het werkstuk 30% warmte aan de elektrode	30% warmte aan het werkstuk 70% warmte aan de elektrode	Warmtehuishouding afhankelijk van de balansregeling
Uitstekende stroombelastbaarheid van de elektrode	Slechte stroombelastbaarheid van de elektrode	Goede stroombelastbaarheid van de elektrode

TIG-GELIJKSTROOM

Het gelijkstroom-TIG-lassen met de wolfram-elektrode aan de positieve pool (anode) is praktisch alleen uitvoerbaar met relatief dikke elektrodes, die de thermische belasting beter aankunnen. Voor een stroomsterkte van 80-125 A is er al een elektrode van 6,4 mm nodig. Omdat het werkstuk relatief koud blijft in combinatie met de hoge thermische geleidbaarheid van aluminium, is de plaatdikte beperkt: 1,5 mm is zowat het maximum.

Een bijkomend probleem komt vanuit het werkstuk, dat nu optreedt als kathode en dus elektronen moet uitzenden via thermische emissie. In vergelijking met wolfram gaat dit heel moeilijk, waardoor de vlamboog instabiel kan worden op elke stroomsterkte. Om een goed resultaat te bereiken, moet er met een korte, constante booglengte worden gelast: maximaal 3 mm, een constante lassnelheid en een kleine afstand tussen de gascup en het smeltbad. Een automatische booglengteregeling (AVC = Arc Voltage Control) is onontbeerlijk. Dat zijn de ingrediënten voor gemechaniseerd en gerobotiseerd lassen natuurlijk. Een voorbeeld van het gerobotiseerd DC+ TIG-lassen van aluminium kan men vinden bij de productie van dunwandige drukcapsules voor airbags in de automotive sector. Het blijft echter een nichetoepassing.

BEPERKINGEN

Door de toename van het gebruik van aluminium in een breed toepassingsgebied blijft ook het TIG-lassen nog steeds aan de orde. En ondanks de goede resultaten van het wisselstroom-

lassen zijn de uitdagingen voor het lassen onveranderd gebleven. Het TIG-lassen van aluminium blijft traag en is niet altijd productief in vergelijking met andere processen. Het risico op insluitingen van wolfram en aluminiumoxide blijft reëel. Het beheersen van krimp en vervorming is niet eenvoudig en de klem-systemen zorgen daarbij nog eens voor een ongewenste afvoer van warmte, die de warmtehuishouding verstoort. Andere lasprocessen, zoals MIG-lassen, zijn op het eerste gezicht eenvoudiger, maar leiden vaak tot minder sterke lassen of verbindingen met een hoger risico op lasonvolkomenheden.

INNOVATIE

Een recente innovatie voor het TIG-lassen is gebaseerd op het TIG-gelijkstroomlassen met de elektrode aan de positieve pool (DC+), waarbij de beperkingen van deze opstelling grotendeels worden opgeheven. Om de stroombelastbaarheid van de elektrode te verhogen, werd er een koelsysteem ontwikkeld voor een vloeibaar koelmiddel, waardoor stroompieken tot 450 A mogelijk zouden zijn. De benodigde koelcapaciteit bedraagt 1 kW per 100 A lasstroom.

Daarnaast wordt het gebruik van een dubbele gasstroom geïntegreerd in de toorts. Dit heeft een gunstig effect op de boogstabiliteit.



Met de innovatieve TIG-opstelling worden de klassieke beperkingen – de stroombelastbaarheid en de boogstabiliteit – grotendeels opgeheven

DUBBELE GASSTROOM

Het gebruik van een dubbele gasstroom bij het TIG-lassen is niet nieuw en staat beter bekend als het 'double flux'-TIG-lassen.

Om de boogstabiliteit te verbeteren, wordt de vlamboog centraal ingesnoerd via een axiale gasstroom in de kern van de toorts, aangevoerd door een focusgasmondstuk. De energiedichtheid in de vlamboog kan zo tot een factor 3 hoger worden. Dat maakt dat lasnaadvoorbereidingen in aluminium niet nodig zijn tot 6 mm dikte (AC-lassen). De stukken kunnen met een stompe I-naad volledig worden doorgelast zonder toevoegmateriaal. De focus leidt tot een smalle lasverbinding met een beperkte vervorming van de stukken. Een tweede en annulaire gasstroom zorgt voor bescherming van de lasnaad tegen de invloed van de omgeving, zoals bij een klassieke gascup op een TIG-toorts. Een speciale interface tussen de bron en de toorts zorgt voor de aansturing van beide gasstromen.

Samengevat zorgt het 'double flux'-TIG-lassen voor een toename van de inbranding bij het TIG-lassen bij een gelijke stroomsterkte, door de focus van de vlamboog.

CONCLUSIE

De combinatie van het TIG DC+ lassen op hoge stroomsterkte met het principe van 'double flux'-TIG-lassen maakt doorlassingen mogelijk in aluminium tot 10 mm dikte, uitgevoerd als stompe I-naad zonder verdere lasnaadvoorbereiding. Afhankelijk van de dikte kunnen lassnelheden van 200 cm/min. worden behaald. Door de permanente reinigende werking van de vlamboog en de optimale gasbescherming is het proces minder gevoelig voor oxide-insluitingen. Het blijft aangeraden om een automatische booglengteregeling (AVC) te voorzien, zeker voor de hoge lassnelheden. De innovatieve oplossing is daarom uitsluitend geschikt voor gemechaniseerde en gerobotiseerde toepassingen. □