

BETER ROESTVAST STAAL NIET ALTIJD BETER LASBAAR

ORBITAAL TIG LASSEN DUNWANDIGE RVS BUIZEN DANKZIJ ONZUIVERHEDEN

Orbitaal TIG lassen is een gemechaniseerde lastechniek die leidt tot een hoge kwaliteit van lasverbindingen in rvs staal en gekenmerkt wordt door een hoge reproduceerbaarheid. Echter, al meer dan 50 jaar wordt erkend dat de lasbaarheid van rvs staal kan variëren van lot tot lot. Identieke lasparameters kunnen leiden tot een aanzienlijke spreiding van geometrie en inbrandingsdiepte van dezelfde lasverbindingen. Hoewel andere sporenelementen steevast bijdragen tot die verschillen, worden dergelijke lastechnische problemen met rvs staal types 304 en 316 vooral toegeschreven aan subtiele verschillen van de zwavelconcentraties in het basismateriaal.

Ing. Tim Buyle, IWE

Gesloten orbitaal laskoppen bieden een beschermde omgeving via een inert gas, voor een beter gecontroleerd proces



INVLOED VAN ZWAVEL

Sinds de jaren '80 weet men dat zwavelconcentraties in rvs types 304 en 316 een storende afbuiging van de lasboog kunnen veroorzaken op

ORBITAAL TIG LASSEN

Per definitie is het orbitaal lassen een techniek waarbij de laselektrode een cirkelvormige beweging (orbit) maakt rond een buis. Het TIG proces leent zich uitermate om te worden toegepast als orbitaal techniek. Bij toepassing in dunwandige buizen ontstaat de lasverbinding door het omsmelten van de buisranden d.m.v. een gesloten lnaad. Aangezien de wolfram elektrode niet smelt en er geen toevoegmateriaal wordt gebruikt, verkrijgt men een lasverbinding zonder enige verontreiniging. Voor dikkere stukken kan een toevoegdraad worden gebruikt. Het orbitaal lassen werd in de jaren '60 ontwikkeld in de vliegtuigindustrie en vond toen zijn weg naar onder

andere de voedingsindustrie. Ook is het in zwang bij de fabricage van bijzondere gasleidingen.

DUNWANDIGE BUIZEN

Orbitaal TIG lassen van dunwandige rvs buizen wordt uitgevoerd in gesloten laskoppen, waarbij de lasverbinding volledig onder inert gas wordt beschermd. Toepassing is mogelijk voor buizen, koppelingen en andere componenten met een buitendiameter van 1/8" tot 6". De maximale wanddikte voor stompe verbindingen d.m.v. gesloten lnaad zonder toevoegmateriaal in roestvast staal (300-serie) in een gesloten laskop met vaste booglangte bedraagt 4mm. Grotere

diameter/wanddikte combinaties zijn mogelijk met open laskoppen met ACV-controle (automatic voltage control), waarbij booglangtevariaties van buizen die niet perfect rond zijn worden opgevangen om alsnog een goede lasverbinding te verkrijgen met een uniforme inbrandingsdiepte. Eigenlijk komt het er in alle gevallen op neer dat dunwandige rvs buizen in één orbitale lasbeweging worden gelast zonder toevoegmateriaal in een geschikte laskop. Om de reproduceerbaarheid van het proces te garanderen, is het van belang om alle relevante invloedsparameters te beheersen. Niet alleen elektrisch maar ook materiaaltechnisch.

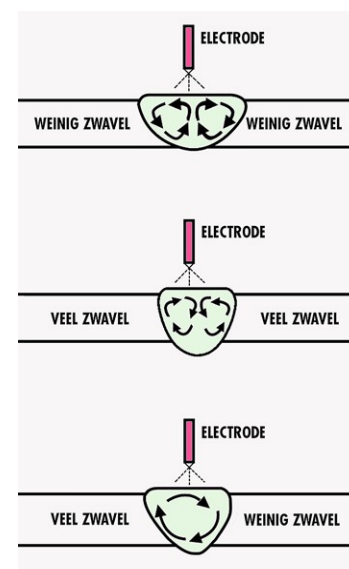
dunne platen, waarbij de vlamboog zich richt op het stuk met een lager zwavelgehalte indien die concentratie kleiner is dan 0,008%. Bovendien werd vastgesteld dat lage zwavelconcentraties algemeen leiden tot brede lasnaden met een grotere breedte/diepte verhouding dan lasverbindingen in stukken met relatief hogere zwavelgehalten. Deze effecten kunnen problematisch zijn bij het gemechaniseerd orbitaal TIG lassen van dunwandige buizen zonder toevoegmateriaal. Lage zwavelconcentraties (<0,008%) zorgen voor een relatief groter smeltbad dat meer invloed ondervindt van de zwaartekracht.

MODERN RVS STAAL

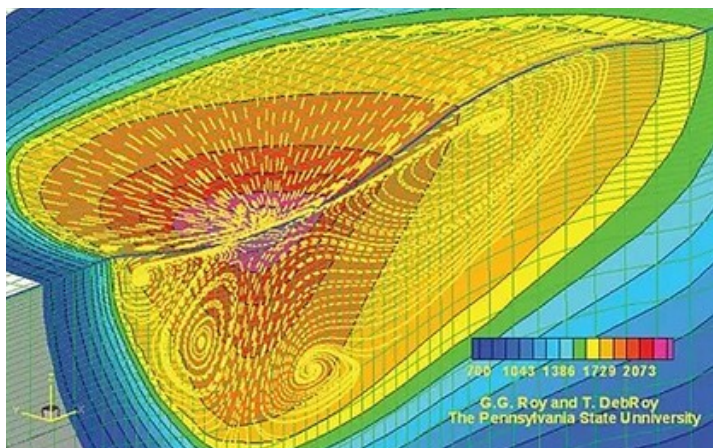
Het nadelige effect van verontreinigingen zoals zwavel (S) in het basismateriaal op onder meer de warmtegevoeligheid van lassen (hot cracks) en de putcorrosieweerstand onder invloed van mangaansulfideinsluitingen heeft geleid tot de ontwikkeling van heel zuivere rvs soorten met lage en ultralage zwavelconcentraties via geavanceerde zuiveringstechnieken in de staalfabriek. In de normspecificaties voor rvs vindt men daarom een maximale concentratie voor o.a. zwavel. Bij voorbeeld voor AISI 316L is er een bovengrens van 0,030% zwavel. Lastechnische problemen opgelost zou men dan denken? Niets is minder waar. Blijkbaar hebben onzuiverheden zoals zwavel ook een positief effect op de lasbaarheid van rvs. Er lijkt m.a.w. naast een bovengrens ook een ondergrens te bestaan voor zwavel.



Het orbitaal lassen is in essentie een geautomatiseerd TIG-proces dat hoogwaardige pijpverbindingen tot stand kan helpen brengen



Convectiestromen in het smeltbad bij verschillende zwavelconcentraties, resp. laag (<0,005%), hoog (>0,005%) en verschillend



Berekende stroom van vloeibaar lasmetaal tijdens booglassen, waarbij de kleuren het temperatuurverloop (K) weergeven, en de stippellijnen de vloeilijnen van het gesmolten metaal. De twee wervelingen nabij de oppervlakte worden veroorzaakt door het Marangoni-effect (de twee eronder door de elektromagnetische kracht)

De breedte/diepte verhouding is dikwijls groter van 3, in vergelijking met 1.5 à 2 voor materialen met een hoger zwavelgehalte. De lasnaad neigt meer concaaf te zijn en de grens tussen volledige doorlassing en overmatige doorlassing is erg dun. Hierdoor wordt het moeilijk om een uniforme kwalitatieve en volledig doorgelaste lasverbinding tot stand te brengen. Bij grotere wanddiktes wordt dit probleem van de zwaartekracht nog versterkt, vooral op de 12 hr positie.

ONZUIVERHEDEN ZOALS ZWAVEL HEBBEN OOK EEN POSITIEF EFFECT OP DE LASBAARHEID VAN RVS

VARIABLE STROMINGEN IN HET SMELTBAD

De vorm van de lasnaad en de diepte van de inbranding zijn het gevolg van de stroming van vloeibaar lasmetaal. Er wordt aangenomen dat de grootste drijvende kracht van de convectiestromingen van vloeibaar lasmetaal in het smeltbad veroorzaakt wordt door een verschil (gradiënt) in oppervlaktespanning en temperatuur. De oppervlaktespanning is een inwendige kracht aan het oppervlak

van een vloeistof die zich verzet tegen het vergroten van het oppervlak van die vloeistof. Daardoor heeft de vloeistof de neiging om een veerkrachtig en bolvormig oppervlak te vormen. De oppervlaktespanning van vloeibaar metaal is afhankelijk van de temperatuur. Direct onder de elektrodepunt zal de temperatuur het hoogste zijn. Aan de fusielijin is de temperatuur lager. De combinatie van verschillen in oppervlaktespanning als gevolg van temperatuurverschillen en de verschillende temperaturen in het smeltbad veroorzaken een oppervlaktespanningsgradiënt. Deze gradiënt stuurt de richting van de convectiestroming in het smeltbad. Dit staat bekend als het Marangoni-effect. Voor zuivere metalen is die gradiënt meestal negatief (= de oppervlaktespanning daalt bij stijgende temperatuur), waardoor de stroming naar buiten wordt gericht. Dat resulteert in een grote breedte/diepte verhouding van de lasnaad. De lasnaad is breed en de inbranding dikwijls onvoldoende. Omgekeerd, zal een positieve gradiënt zorgen voor een neerwaartse stroming, waardoor de inbranding toeneemt. De breedte/diepte verhouding wordt kleiner.



K TIG lasnaad in 10mm rvs 304

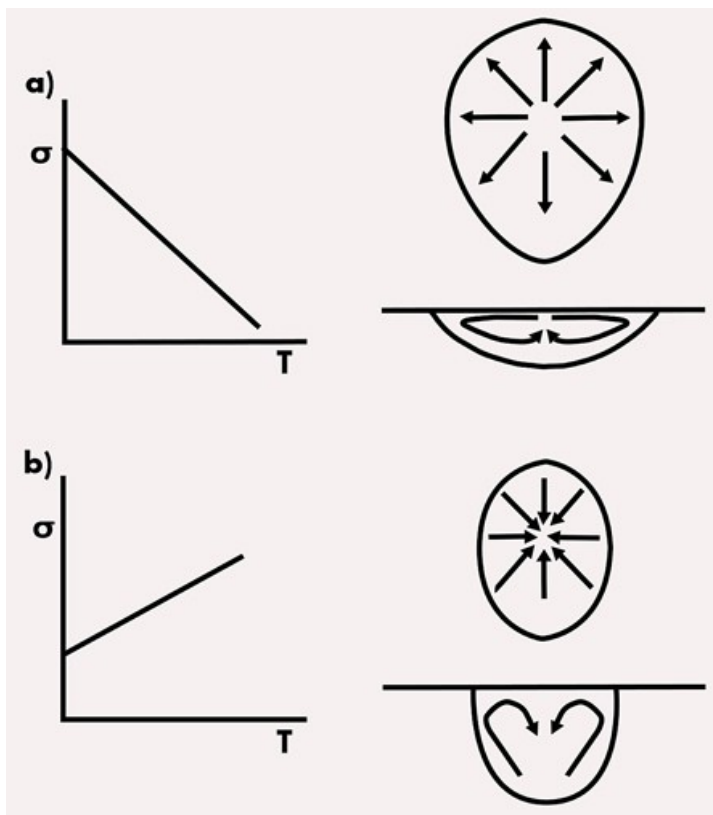
technieken die voor een goede inbranding zorgen zonder gebruik van toevoegmateriaal. Die procesvarianten zijn geschikt voor orbitaal toepassingen.

POSITIEF MARANGONI-EFFECT

Onzuiverheden zoals zwavel, zuurstof, selenium en bismuth worden beschouwd als oppervlakte-actieve elementen. Zij beïnvloeden de oppervlaktespanning van vloeibaar rvs in hoge mate en zijn in staat om een positieve oppervlaktespanningsgradiënt te veroorzaken. Ze zullen dus een positief effect hebben op de inbrandingsdiepte. Voor zwavel werd proefondervindelijk een optimaal bereik vastgesteld tussen 0,010 en 0,015% die resulteert in een goede breedte/diepte verhouding voor 316 en 304. Voor zwavelconcentraties lager dan 0,005% is het omgekeerde Marangoni-effect bijzonder nadelig op de inbrandingsdiepte. Voor kritische corrosietoepassingen speelt bovendien de ruwheid van het oppervlak. Aangezien zwavel met mangaan inclusies vormt die de ruwheid doen toenemen, moet de bovengrens voor zwavel bijgesteld worden naar 0,012% ipv 0,015%.

CONCLUSIE

Om succesvol TIG orbitaal te lassen zonder toevoegmateriaal is het noodzakelijk om de materiaal-analyse van de onderdelen vooraf te kennen, door middel van een materiaalcertificaat EN 10204 type 3.1. Voor kritische dunwandige onderdelen is het onvoldoende om rvs uitsluitend op basis van de materiaalnrm te kopen. Beter staal is niet noodzakelijk beter lasbaar. Ultralage zwavelconcentraties (<0,005%) kunnen tot inbrandingsproblemen leiden. Significante verschillen in het zwavelgehalte van twee onderdelen kunnen leiden tot een verschuiving van de lasnaad naar de component met de laagste zwavelconcentratie. Dat effect is echter beperkt wanneer alle onderdelen een zwavelpercentage hebben tussen 0,010 en 0,015%. Bij het lassen met toevoegmateriaal is er geen enkel probleem. Fabrikanten van toevoegmaterialen hebben over het algemeen minder zuivere draden, waardoor het Marangoni-effect steeds positief is. □



Het Marangoni-effect: a) negatieve oppervlaktespanningsgradiënt, b) positieve oppervlaktespanningsgradiënt