

ALUMINIUM, HET MATERIAAL VAN DE TOEKOMST

VOORLICHTINGSFICHE - DEEL 1

Aluminium en aluminiumlegeringen lassen is niet moeilijk, het is gewoon "anders" in vergelijking met het lassen van staal of roestvast staal.

Wanneer men de nodige voorzorgen neemt en de spelregels volgt, lukt het. Wanneer men dit niet doet, loopt het wel eens fout!

De hierna volgende tekst geeft algemene informatie betreffende aluminium en behandelt de lasproblemen die kunnen voorkomen. Vervolgens wordt een overzicht gegeven van de verschillende soorten aluminium en dit volgens de Amerikaanse en Europese classificaties. Het derde deel geeft een overzicht van de lasprocessen welke kunnen worden ingezet, elk met hun specifieke voordelen en problemen.

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

WAAROM ALUMINIUM TOEPASSEN?

Aluminium komt na silicium het meest voor in de aardkorst. Het aluminiumerts komt voor onder de vorm van bauxiet. Het verbruik van aluminium en zijn legeringen neemt jaar na jaar toe in vrijwel alle sectoren. De stijging is het meest uitgesproken in de transport en

automobielsector. Aluminium is een licht en naar verhouding vrij sterk constructiemateriaal wanneer het gelegeerd wordt met Mg, Mn, Si, Cu en Zn. De aluminiumlegeringen zijn zeer goed bestand tegen weersinvloeden, corrosie door zeewater en een aantal oxiderende zuren. De corrosieweerstand hangt af van de gekozen legering en is uiteraard eveneens afhankelijk van



De stijging van het gebruik van aluminium is het meest uitgesproken in de transport- en automobielsector (Alle doc.: Marc Martens)

het type omgeving waarin de legering wordt toegepast. Wanneer men de sterkte van aluminium gaat vergelijken met deze van staal, dan zijn de mechanische eigenschappen lager en het materiaal is minder stijf dan staal (lagere elasticiteitsmodulus). Voor eenzelfde materiaalsectie en eenzelfde belasting, zal aluminium driemaal meer doorbuigen dan staal. Het soortelijk gewicht (2,79 gr/cm³) is echter driemaal lager dan bij staal (7,8 gr/cm³). Het voorgaande betekent dat men met

aluminium ongeveer 50% lichter kan construeren dan met staal (zie Figuur 1). Verder verbrost aluminium niet bij lage temperatuur. Een belangrijk pluspunt is dat het voor 100% kan gerecycleerd worden, waardoor het een milieuvriendelijk materiaal is.

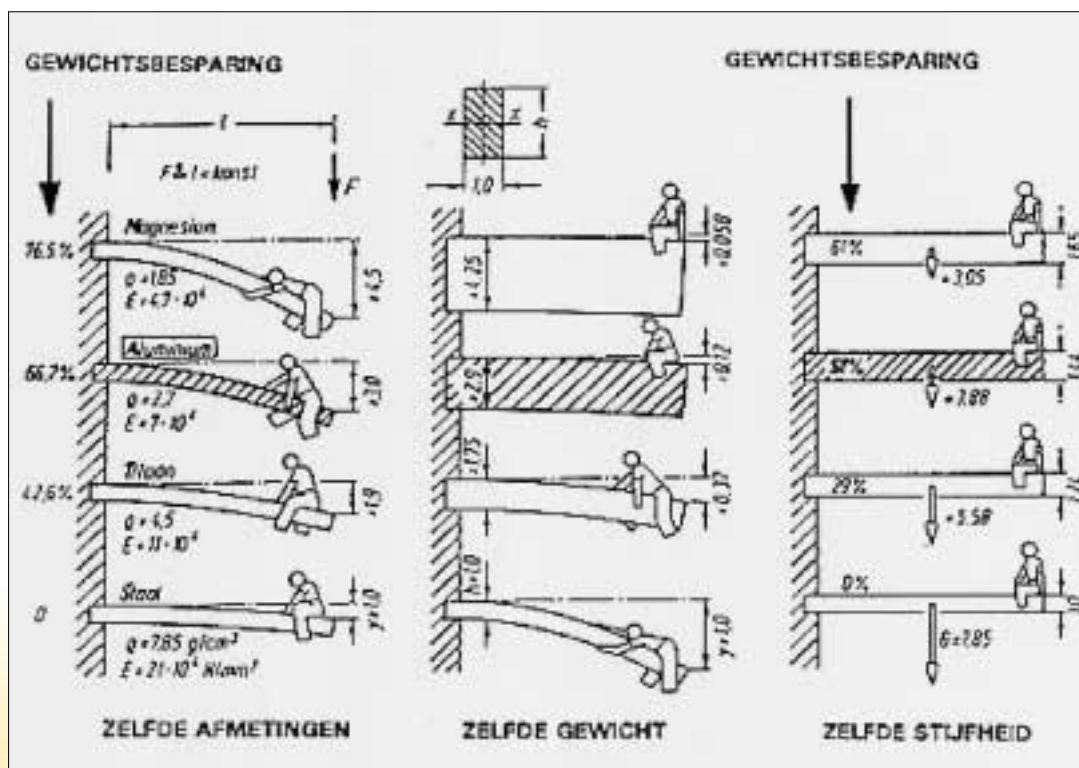
TOEPASSINGSGBIEDEN

- De toepassingsgebieden van aluminium zijn onder andere:
- Constructies: bruggen, verlichtingsmasten, verkeersborden, vloerplaten, loopbruggen...
 - Transport: vrachtwagenopleggers, carrosserie-onderdelen, motoronderdelen, vliegtuig- en scheepsbouw, containers, ruimtevaarttoepassingen...
 - Elektriciteitsvoorziening en elektronica, stroomgeleiders, kabels...
 - Chemische industrie, voedingsindustrie en landbouw, reservoirs, (pijp)leidingen, warmtewisselaars, cryogene toepassingen...
 - Woningbouw, gevelelementen, ramen, deuren...
 - Huishoudelijke en kantoorartikelen, pannen en huishoudelijke apparatuur...
 - Verpakkingen: blikjes, bussen en folie

WELKE FYSISCHE EIGENSCHAPPEN ZIJN VAN BELANG BIJ HET LASSEN?

- Zoals reeds werd vermeld, is het lassen van aluminium en aluminiumlegeringen gewoon "anders" in vergelijking met het

Figuur 1: Met aluminium kan men ongeveer 50% lichter construeren dan met staal



lassen van staal. Aluminium is bedekt met een oxidehuid welke zich spontaan vormt aan de lucht. Deze huid heeft een smeltpunt van ongeveer 2.050°C. Het smeltpunt van zuiver aluminium bedraagt slechts 658°C.

Aluminiumlegeringen hebben een smelttraject. Voor de meeste lasbare aluminiumlegeringen ligt dit tussen de 575 en 655°C.

- Bij verhoogde temperatuur neemt de dikte van de oxidehuid snel toe. Deze oxidehuid kan enkel mechanisch, chemisch of door de inwerking van de lasboog verwijderd worden. Omdat aluminiumoxide zwaarder is dan het metaal zelf, kunnen oxidedeeltjes wegzakken in het lasbad en op die manier insluitels vormen in de las.

- Een groot probleem bij het lassen van aluminium is dat het smelt zonder dat er kleurverandering optreedt! Het smeltpunt kondigt zich dan ook niet aan door kleurverandering en voor de onervaren lasser zakt het materiaal dan ook plots weg.

- Verder heeft aluminium een circa tweemaal grotere uitzettingscoëfficiënt (23.10⁻⁶ mm/mm °C) dan staal (12.10⁻⁶ mm/mm °C), maar omdat het smeltpunt veel lager is, blijft de vervorming toch nog beperkt. Men kan deze vergelijken met de vervorming wanneer men staal last.

- Een ander probleem is de hoge warmtegeleiding van aluminium, deze is ongeveer vijfmaal hoger dan die van staal. De nodige warmte voor het lassen, ondanks het veel lager smeltpunt van aluminium in vergelijking met staal, is toch hoger dan voor het lassen van staal. Voor het lassen van aluminium heeft men ongeveer 20% meer warmte nodig dan voor het lassen van staal.

- De oxidehuid van aluminium: Al₂O₃, die een hoog smeltpunt heeft, is bovendien een isolator. Vooral bij geanodiseerde stukken is deze oxidehuid vrij dik en kan hij weerstaan aan een spanning van plus minus 400 Volt. Wanneer dan een massaklem wordt aangesloten

Tabel 1: Relatie tussen dauwpunt en vochtconcentratie

Dauw-punt	Vocht Concentratie
-20°C	1020 ppm
-30°C	378 ppm
-40°C	128 ppm
-50°C	39 ppm
-60°C	10,5 ppm
-65°C	5,3 ppm
-70°C	2,5 ppm
-80°C	0,6 ppm
-90°C	0,1 ppm



Figuur 2: Voorbeeld van een poreuze lasverbinding

op een dergelijke oxidehuid, zal dit zeker resulteren in lasproblemen. Om deze contactweerstandproblemen te voorkomen, is het best het aluminium van de oxidehuid te ontdoen op de plaats waar de massaklem zal worden aangesloten.

DEFECTEN EN AFWIJKINGEN IN LASVERBINDINGEN: POROSITEIT

- Het grootste probleem bij het lassen van aluminium is het optreden van porositeit. De aluminiumoxidehuid, welke zich spontaan vormt, is zeer hygroscopisch. Dit wil zeggen dat

EEN GROOT PROBLEEM BIJ HET LASSEN VAN ALUMINIUM IS DAT HET SMELT ZONDER DAT ER KLEURVERANDERING OPTREEDT

het vocht aantrekt en opneemt. Het is dit vocht dat in de lasboog ontbonden wordt tot waterstof en zuurstof. Deze zuurstof geeft geen aanleiding tot porositeiten. Waterstof is tot negentien maal meer oplosbaar in vloeibaar dan in gestold (vast) aluminium, met als gevolg dat deze waterstof tijdens het stollen uit het smeltbad wil ontsnappen. Dit resulteert in poreuze lassen (zie Figuur 2). Om

poriënvrije lassen te bekomen, moet men dan ook de oxidehuid vóór het lassen verwijderen. Dit kan mechanisch (bv., slijpen, frezen...) of chemisch (beitsen). Men moet dan wel binnen de vier uur lassen, omdat de oxidehuid zich spontaan weer opbouwt aan de lucht. Een andere oplossing om dit vocht te verwijderen, is voorwarmen of de luchtvochtigheid verlagen nadat de platen van de oxidehuid werden ontdaan (drogen van de omgevingslucht). Deze laatste oplossing is vrij duur. Zij werd enkele jaren geleden met succes toegepast in een vrij grote werkplaats in Wallonië. De te lassen onderdelen werden vóór het lassen eerst nog chemisch (beitsen) van de oxidehuid ontdaan. (Zie figuur 2: Voorbeeld van een poreuze lasverbinding)

Om dus de kans op porositeit te verkleinen en/of te voorkomen, moet men het basismateriaal zorgvuldig reinigen ter plaatse van de las en de directe lasomgeving. Dit reinigen geldt ook voor het lasdraad oppervlak (lastoevoegmateriaal). Naast vocht, kan vet eveneens een bron zijn van waterstof.

Waterstofbronnen

De waterstof die in het smeltbad oplost is atomair en ontstaat in de lasboog. Waterstof komt als moleculair gas zelden in de beschermgasatmosfeer terecht, tenzij er een foute gaskeuze zou zijn gemaakt. Vocht en

koolwaterstoffen die in de beschermgasatmosfeer terechtkomen, gaan in de boog gedeeltelijk dissociëren. De zo ontstane atomaire waterstof kan dan in het smeltbad oplossen. Om porositeit te beperken en/of te voorkomen, moet het oplossen van waterstof verhinderd worden en moeten dus alle bronnen van vocht en koolwaterstoffen geëlimineerd worden. Deze zijn onder andere:

Vocht:

- vochtige omgevingslucht die de beschermgasatmosfeer indringt,
- condensvocht op een koud werkstuk,
- de hygroscopische aluminiumoxiden op de laskanten,
- koelwater van een lekkende lastoorts,
- inlek van lucht in het gasdistributiesysteem,
- vochtdiffusie door flexibele slangen.

Koolwaterstoffen (oliën en vetten):

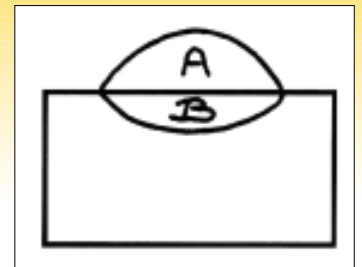
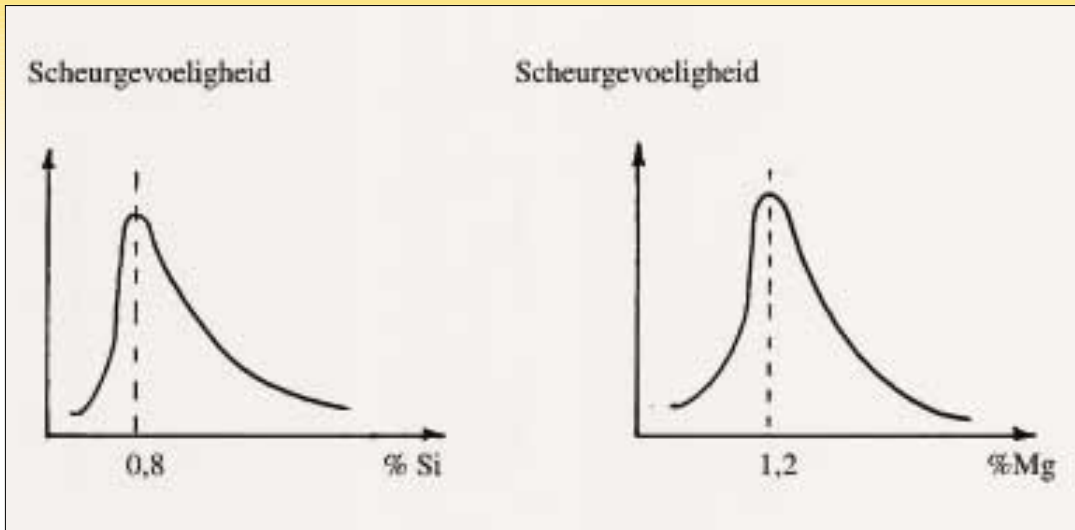
- verontreiniging van de laskanten door machinaal bewerken,
 - olie uit persluchtgereedschap,
 - vet van handen of handschoenen.
- Er zijn dus nogal wat mogelijke oorzaken van porositeit. Mits voldoende achtergrondinformatie is het echter mogelijk om iedere bron op de werkplek zorgvuldig af te schermen. Een aantal veel voorkomende misvattingen en oorzaken rond porositeit zullen hierna besproken worden.

Met een zuivere, goed voorbereide lasnaad is de belangrijkste stap voor het succesvol lassen van aluminium reeds gezet. Maar zelfs met zuivere (vb. gefreesde) laskanten, kan tijdens het lassen porositeit optreden als niet binnen de vier uur na het voorbereiden wordt gelast. De oxidehuid vormt zich spontaan aan de lucht en neemt vocht op. Dit vocht zal dan leiden tot porositeit. Het vocht kan enkel verwijderd worden door verwarmen of door verwijderen van de oxiden. 's Avonds voorbereiden om 's anderendaags

Tabel 2: Doorlaatbaarheid van diverse slangmaterialen voor vocht en zuurstof

Slangmateriaal	Permeabiliteitscoëfficiënt		Vocht-gehalte*
	Vocht	Zuurstof	
Urethaan	3.500-12.500	15,2 – 48	18 ppm
Polyethyleen	120-2.100	11 – 59	1 – 2 ppm
PVC	2.500-6.300	1,2 – 6	6 ppm
Butadieen-styreen	24.000	172	15 ppm
Teflon	360	onbekend	1 – 2 ppm

* na 6 uur spoelen met 100 l/uur helium



Figuur 3 en 4. Doorsnede van een las. Bij een siliciumgehalte van plus minus 0,8% van de las (= oppervlakte A+B in Figuur 3) of een magnesiumgehalte van plus minus 1,2% van de las, zal een maximale scheurgevoeligheid bestaan (Figuur 4)

te lassen is totaal verkeerd. Direct lassen van koude aluminiumonderdelen zal zeker problemen geven door het condensvocht op de stukken. Als men in de winter de onderdelen bijvoorbeeld buiten stockeert, zal men deze eerst moeten laten acclimatiseren voor men hieraan gaat lassen. Het voorbereiden van aluminium lasnaden moet droog gebeuren, zonder koelvloeistof. Wanneer de te lassen stukken te groot zijn om te ontvetten in een bad, moeten ze lokaal met een geschikt oplosmiddel worden ontvet en dient men er zorg voor te dragen dat olie en vet niet worden uitgesmeerd! Als ondanks het toepassen van de hierboven beschreven maatregelen toch nog porositeit optreedt, kan het niet anders dan dat het vocht via het beschermgas wordt toegevoerd. Een in de literatuur veel voorkomende aanwijzing is dat beschermgassen een dauwpunt van -40°C of lager dienen te hebben. Dit is een onnodig advies, er is geen argon met een dauwpunt boven de -60°C in de handel. De relatie tussen het dauwpunt en de hiermee overeenkomende vochtconcentratie is interessant om

te vermelden (zie Tabel 1: Relatie tussen dauwpunt en vochtconcentratie) Wanneer dit vergeleken wordt met het eerder genoemde dauwpunt van -40°C, dan moet er, willen er problemen ontstaan, tussen cilinder en lastoorts nogal wat vocht in het gas komen. Dit is helaas vaak genoeg het geval. Er wordt zelden dezelfde kwaliteit argon uit de lastoorts verkregen als die in de cilinder zit. De oorzaak hiervan is condensatie, diffusie of inlek van vocht in het gasdistributiesysteem. **Adsorptie:** In de gastecnologie bestaat een grote vrees voor verontreiniging door vocht. Door het hoge condensatiepunt laat gecondenseerd vocht zich slechts zeer moeizaam verwijderen. Is bijvoorbeeld een lastoorts of gasslang lange tijd niet gebruikt, dan zal door temperatuurswisselingen condensatie van vocht in de gasslang optreden. Er zal zich een film van vocht op de binnenwand van de gasslang afzetten, ook wel adsorptie genoemd. Wordt deze lastoorts vervolgens gebruikt, dan zal dit vocht een flinke toename van het vochtgehalte in het beschermgas veroorzaken. Pas na geruime tijd spoelen zal een

vochtgehalte, vergelijkbaar met dat in de cilinder, worden bereikt, mits er geen diffusie van vocht door het slangmateriaal optreedt (zie het volgende punt). Dit hoge vochtgehalte na aanvang van het lassen is een grote veroorzaker van porositeitsproblemen; met name op een ochtend na een koude nacht of na het weekend zal bij de eerste lassen porositeit optreden. De ervaren lasser weet dit en zal eerst circa 10 à 15 minuten zijn lastoorts doorspoelen met argon. Een meer praktische en betere oplossing is om de lastoorts na werktijd op te bergen in een verwarmde kast en de gasslang in de toorts af te doppen. Voor zeer hoogwaardig laswerk kan het zelfs zinvol zijn de lastoorts continu te laten doorspoelen met een kleine hoeveelheid droge stikstof. Deze maatregelen lijken overdreven, maar zonder deze maatregelen zal er altijd wel een verhoging van het vochtgehalte met 50 ppm optreden. **Diffusie:** Diffusie van vocht door flexibele slangen treedt op bij de meeste slangmaterialen. Dit verloopt in drie stappen: - De gasmoleculen lossen op in het slangmateriaal aan de zijde met

de hoogste partiële dampspanning; aan de buitenzijde dus, - De gasmoleculen diffunderen door het slangmateriaal heen naar de binnenzijde van de slang, - De gasmoleculen ontsnappen uit het slangmateriaal aan de binnenzijde van de slang. Ook indien het slangmateriaal niet poreus is, kan dit proces optreden. Deze diffusie zal tegen een eventuele overdruk in de slang plaatsvinden. Ook door haarscheurtjes of slechte koppelingen zal gas van de atmosfeer het gasdistributiesysteem binnen diffunderen. Het verschil in partiële dampspanning is hierbij de drijvende kracht. Niet alle slangmaterialen zijn even doorlaatbaar voor gassen. Deze doorlaatbaarheid kan worden aangeduid met de permeabiliteitscoëfficiënt. Hoe hoger deze coëfficiënt, des te beter laat het materiaal een gas door. De permeabiliteitscoëfficiënt geldt slechts voor één gas. Het kan dus voorkomen dat een slang wel veel zuurstof doorlaat, maar slechts weinig vocht, zoals Teflon. Bij aluminium moeten we ons vooral concentreren op vocht. (Zie voor de permeabiliteitscoëfficiënten van diverse slangmaterialen Tabel 2.) PVC is vandaag de dag het meest gebruikte slangmateriaal voor kabelpakketten. Butadieen-styreen is het materiaal van gas/zuurstofslangen en wordt veelvuldig gebruikt om lasslangen te verlengen. Het blijkt dus dat voor het lassen van aluminium vaak het verkeerde slangmateriaal wordt toegepast. Vervanging door Teflon, of nog beter polyethyleen, teneinde ook het zuurstofgehalte laag te houden, is met het oog op porositeit dan ook sterk aan te raden. Door de hoge permeabiliteit voor vocht zal ook tijdens het lassen met rubberen en PVC slangen veel vocht in het gasdistributiesysteem terecht komen, om nog maar te zwijgen van de ophoping van vocht bij stilstand. (Zie tabel 2: Doorlaatbaarheid van

Figuur 5: Voorbeeld van een stollingscheur in het hart van een TIG-gelaste aluminiumverbinding (extrusielegering met 0,8% Si)





Figuur 6: Doorsnede van een stollingsscheur (Keller's reagens)

diverse slangmaterialen voor vocht en zuurstof)

Inlek:

Luchtinlek speelt naast de consequenties van haarscheuren en slechte koppelingen uiteraard ook een rol. Door versleten snelkoppelingen, lekkende slangtules of scheuren in de slang kan een gasdistributiesysteem snel vervuilen. Het regelmatig uitvoeren van een lektest door afsoppen van een systeem onder druk is bij lassen van aluminium dan ook een verplicht nummer. Om de werking van de gasvoorziening te controleren, dient tevens regelmatig, liefst dagelijks, de uit de toorts stromende gashoeveelheid met de op het reduceertoestel ingestelde waarde te worden vergeleken. Een verschil in deze waarde is vooral bij aluminium onacceptabel. De oorzaak dient dan ook direct te worden opgespoord.

Ontvetten

Dompelen in of sproeien met een oplosmiddel, afwrijven met schone katoenen doeken met organische oplosmiddelen zijn geschikte methoden voor het verwijderen van vet, olie, vuil of losse deeltjes op het materiaaloppervlak.

Mechanisch reinigen

Borstelen met roterende (ontvette) roestvast staalborstels, schrapen of vijlen zijn goede methoden om oxiden en verontreinigingen aan het oppervlak te verwijderen. Ontvetten dient steeds vooraf te gaan aan zo'n mechanische reiniging.

Chemisch reinigen

Een oplossing van 5% natriumhydroxide (NaOH) kan worden gebruikt als beitsbad, maar dit moet wel worden gevolgd door spoelen in een 5-10% salpeterzuur (HNO₃-oplossing en door naspoelen met schoon water, om de reactieproducten van het oppervlak te verwijderen. Tijdens het gasbooglassen moet intrede

van lucht in de schermgasatmosfeer worden vermeden om een doelmatige gasbescherming te garanderen (schone gascup, gaslens, voldoende flow etc.) en de lasomgeving voldoende af te schermen tegen tocht.

Voor laswerk van zeer hoge kwaliteit moet er ook op gelet worden dat geen waterdamp uit gaslangen en de toorts in de boogatmosfeer terecht komt en is het daarom aan te bevelen de gastoevoerlijnen vóór het lassen ten minste gedurende een uur door te spoelen met droog schermgas.

WARMETESCHEUREN:

Invloed van het magnesium (Mg)- en silicium (Si)-gehalte op de

scheurvorming:

Scheurgevoeligheid van de neersmelt

Correcte keuze van toevoegmateriaal en lasprocedure kunnen het risico op warmscheuren tot een minimum herleiden.

Daarvoor zal men:

- de voegvoorbereiding aanpassen en de opmenging beperken,
- inklemmen vermijden,
- een hoge afkoelsnelheid nastreven om segregaties in het midden van de las te beperken,
- de aangepaste lasvolgorde kiezen.

De keuze van het toevoegmetaal is afhankelijk van de samenstelling van het basismetaal, rekening houdend met de bekomen opmenging. Deze is afhankelijk

van de voegvoorbereiding, het lasproces en de gevolgde lasprocedure.

Praktisch komt het er meestal op aan een toevoegmetaal te kiezen dat gelijk of hoger gelegeerd is dan het basismetaal; dit om de scheurgevoeligheid te verminderen en een treksterkte van de lasnaad te bekomen die gelijk is aan of hoger dan deze van het basismetaal. De opmenging of dilutie wordt gedefinieerd door:

$$\frac{\text{Opp. B}}{\text{Opp. (A + B)}} \times 100 (\%)$$

(Zie figuur 3: Doorsnede van een las)

Dilutie:

Bij een foute keuze van het lastoevoegmateriaal in functie van het basismateriaal zullen (vrijwel) altijd scheuren optreden.

Bij een siliciumgehalte van plus minus 0,8% van de las (= oppervlakte A+B in Figuur 3) of een magnesiumgehalte van plus minus 1,2% van de las, zal een maximale scheurgevoeligheid bestaan (Zie Figuur 4).

Wanneer bijvoorbeeld een Al-legering met een siliciumgehalte van plus minus 0,8% Si gelast wordt zonder toevoegmateriaal, zal de las zeker scheuren.

De scheur treedt dan op in het midden van de las en volgt de lasrichting (warmscheur - zie Figuren 5 en 6).

Wanneer bijvoorbeeld zuiver aluminium gelast wordt met een AlMg₃ (3%Mg) toevoegmateriaal met het MIG-lasproces, dan kan de opmenging (onder normale omstandigheden) geschat worden op plus minus 30%.

We bekomen dan een las met een Mg-gehalte van ongeveer 2,1% en zullen geen warmscheurproblemen hebben.

Wordt echter een AlMg₃-materiaal MIG-gelast met een zuiver Al-draad (met plus minus 30% opmenging) dan bekomen we een las met een Mg-gehalte van plus minus 0,9% en is de kans op warmscheuren zéér hoog!!

Zuiverheid

- Vocht en vet zijn te vermijden (aluminiumoxide is hygroscopisch)

- Bij onzuivere lasdraad (MIG-lassen) zullen bij hoge neersmeltsnelheden een grote hoeveelheid onzuiverheden in het smeltbad terechtkomen (porositeiten!)

- Om de verhouding oxide/neersmelt minimaal te houden, zal een zo dik mogelijke draad gebruikt worden (best een "geschaafde" draad)

Aluminiumtoevoegdraad moet dan ook met zeer veel zorg behandeld worden:

- bewaren in een droge omgeving (vermijden van condensvorming),
- verpakking gesloten houden tot gebruik,
- de draad niet met de blote hand aanraken,

Figuur 7: Voorbeeld van een typische eindkraterscheur



- beletten dat het aandrijfmechanisme onzuiverheden op de draad brengt,
- na het lassen de overblijvende draad in zijn verpakking droog bewaren.

Praktijkervaring leert dat draad die meer dan drie jaar oud is, aanleiding kan geven tot lasproblemen!

Warmtscheuren kunnen eveneens optreden in de warmte beïnvloede zone (W.B.Z.) als rondom de korrels tijdens het opwarm- of afkoeltraject vloeibare films ontstaan vanuit laagsmeltende aluminiumverbindingen op de korrelgrenzen.

Hierdoor gaat de samenhang van het materiaal ter plaatse deels verloren en worden onder invloed van de krimpspanningen de korrels uit elkaar getrokken.

De warmtebehandelde of veredelde legeringen uit de 6xxx-, 7xxx- en 8xxx-serie zijn vooral erg gevoelig voor dit type scheurvorming.

Het gevaar voor deze scheurvorming kan worden verkleind door toepassing van lastoevoegmateriaal met een lager smelttraject dan dat van het basismateriaal. Zo worden om die reden 6xxx-legeringen gelast met 4xxx-lastoevoegmaterialen. Deze 4xxx-lastoevoegmaterialen mogen niet worden toegepast in de hoog Mg-houdende basismaterialen (zoals 5083) vanwege de vorming van magnesiumsiliciden op de smeltlijn die de taaiheid in ernstige mate doen afnemen en de warmtscheurvoeligheid doen toenemen.

STOLLINGSSCHEUREN

Stollingsscheuren ontstaan in aluminiumlasverbindingen door een combinatie van hoge dwarskrimpspanningen ten gevolge van de grote uitzettingscoëfficiënt (tweemaal zo groot als van staal) en de aanzienlijke stollingskrimp (ca. 5% hoger dan die van staal). Stollingsscheuren treden in hoofdzaak op in het hart van de

DE SPANNINGSOPBOUW KAN WORDEN BEPERKT DOOR EEN JUISTE LASNAADVOORBEREIDING, EEN JUISTE VOOROPENING EN EEN GOEDE LASVOLGORDE

lasrups, zowel tijdens als kort na de stolling. (zie Figuur 5 en 6). De zogeheten eindkraterscheuren (zie Figuur 7) behoren eveneens tot deze categorie.

De hoofdoorzaken van stollingsscheuren zijn:
- ongeschikt lastoevoegmateriaal voor het betreffende basismateriaal,
- ongunstige lasvorm,
- lassen met grote krimpverhindering door stijve constructie-elementen of door star opspangereedschap.
Het gevaar voor dit type scheurvorming kan worden verkleind door toepassing van toevoegmaterialen met een grote scheurweerstand, met een veelal van het basismateriaal afwijkende samenstelling (meestal uit de 4xxx- of 5xxx-serie lastoevoegmaterialen). Het nadeel hiervan is echter dat de las meestal

een lagere sterkte krijgt dan die van het basismateriaal dat ook niet door een warmte-nabehandeling kan worden verbeterd. Ook moeten lasrupsen in voldoende dikte worden gelegd om voldoende doorsnede te creëren om de krimpspanningen in de stollings- en afkoelfase te kunnen weerstaan. Daarnaast kan de spanningsopbouw worden beperkt door een juiste lasnaadvoorbewerking, een juiste vooropening en een goede lasvolgorde. Eindkraterscheuren kunnen worden vermeden door toepassing van een down-slope, versneld uitlopen en door tot het laatst lasdraad toe te voeren bij het TIG-lassen. Een andere techniek die kan worden toegepast is dat bij het einde van de las wordt teruggekeerd en gestopt op de lasrups.

SLECHT LASUITERLIJK EN/OF LASDOORSNEDE

Door een slechte parameterafstelling op de lasapparatuur en onvoldoende inzicht en vaardigheid van de lasser, kunnen zeer gemakkelijk lasonvolkomenheden ontstaan. We denken bijvoorbeeld aan bindingsfouten, onvoldoende doorlassing, inkarteling en onvoldoende of overmatige naadvulling. Het grote warmtegeleidsvermogen van aluminium en het daardoor snel stollende smeltbad in combinatie met eventueel hardnekkig aanwezige oxideresten, maken aluminiumlegeringen bijzonder gevoelig voor voornoemde

afwijkingen in de lasdoorsnede. Een aluminiumlasser die dit soort lasfouten kent en weet te vermijden, mag dan ook met recht een specialist genoemd worden!

KLEEFFOUTEN

Deze kunnen te wijten zijn aan een te lage warmte-inbreng of een te hoog zuurstofgehalte in de boog. De warmte-inbreng is tevens procesgebonden, wat betekent dat (onder normale omstandigheden zoals bijvoorbeeld lassen bij kamertemperatuur zonder voorwarmen) de keuze van het lasproces tevens bepaald wordt door de materiaaldikte (zie Figuur 8). □

BIBLIOGRAFIE

- NIL - "Laskennis opgefrist"
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 (II) Algemeen
Het lassen van aluminium (II) TIG-lassen
Het lassen van aluminium (III) MIG-lassen
Het lassen van aluminium (IV) Weerstandslassen
"Fouten bij het lassen van aluminium en hoe ze te voorkomen"
- R. Vennekens,
Lastijdschrift/Revue de la Soudure 3/2000, 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. Wettinck, 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"

Figuur 8: De warmte-inbreng is procesgebonden, wat betekent dat de keuze van het lasproces tevens bepaald wordt door de materiaaldikte

