

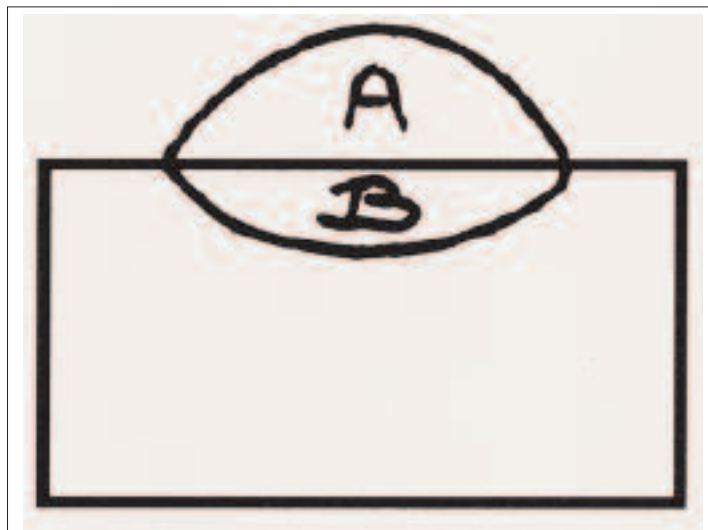
LASSEN VAN ONGELIJKSOORTIGE MATERIALEN

VOORLICHTINGSFICHE ALUMINIUM - DEEL 8

In het achtste deel van de reeks rond aluminium gaan we nader in op het lassen van ongelijksoortige materialen.

We bespreken de keuze van het lastoevoegmateriaal, geven enkele praktijkvoorbeelden en herhalen enkele voorzorgen en tips voor het TIG- en MIG-lassen.

Door Ir. R. Vennekens, EWE, FWeldI, Belgisch Instituut voor Lastechniek
Ing. B. Verstraeten, IWE, Belgisch Instituut voor Lastechniek
Ing. K. Broeckx, EWE, Belgisch Instituut voor Lastechniek



Figuur 1: doorsnede van een las (Figuren: Marc Martens)

KEUZE VAN HET LASTOEVOEGMATERIAAL

De keuze van het toevoegmetaal wordt meestal bepaald door de gestelde eisen (corrosievastheid, sterkte, vervormbaarheid...) en niet door de lasbaarheid ervan. 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 van de gevolgde lasprocedure.

Praktisch komt het er meestal op aan een toevoegmetaal te kiezen dat gelijk of hoger gelegen 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: Dilutie = oppervlakte B/oppervlakte A+B. De toevoegmetalen kunnen ondergebracht worden in drie groepen: zuiver Al, Si-groep, Mg-groep (zie tabel 1). De Al-Mg-legeringen zijn meest toegepast als toevoegmateriaal gezien de goede treksterkte na lassen en de geringe scheurgevoeligheid bij lassen van niet gelijkaardige aluminiumlegeringen. De keuze van het lastoevoegmetaal (zie tabel 2) is functie van de gemakelijkheid van het lassen, de optimale mechanische eigenschappen, de corrosiebestendigheid en het bekomen van een homogene tint na anodisatie. Wanneer gelast wordt met een Si-houdend

toevoegmateriaal (vb. AlSi5) zal de las een donkergrijze-zwarte tint vertonen na anodisatie.

SCHEURGEVOELIGHEID NEERSMELT

De correcte keuze van het toevoegmateriaal en de 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 en een aangepaste lasvolgorde kiezen. Bij een foute keuze van het lastoevoegmateriaal in functie van het basismetaal zullen (vrijwel) altijd scheuren optreden. Bij een siliciumgehalte van 0,8% van de las (= oppervlakte A+B in figuur 1) of een magnesiumgehalte van 1,2% van de las, zal een maximale scheurgevoeligheid bestaan (zie figuur 2). Wanneer bv. een Al-legering met een siliciumgehalte van 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). Een foute keuze van het toevoegmateriaal kan ook aanleiding geven tot warmscheuren. Wanneer bv. een zuiver aluminium gelast wordt met een AlMg3 (3%Mg) toevoegmateriaal met het MIG-lasproces dan kan de opmenging (onder normale omstandigheden) geschat worden op 30%. Wij bekomen dan een las met een Mg-gehalte van ongeveer 2,1% en wij

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

PRAKTIJKVOORBEELDEN

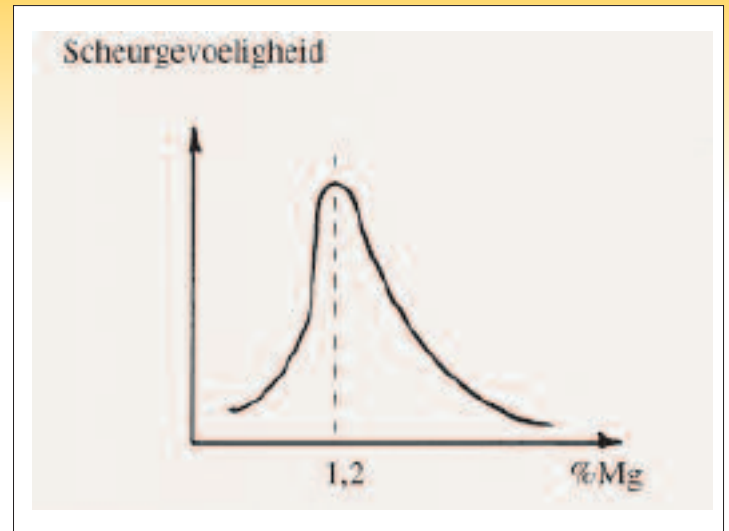
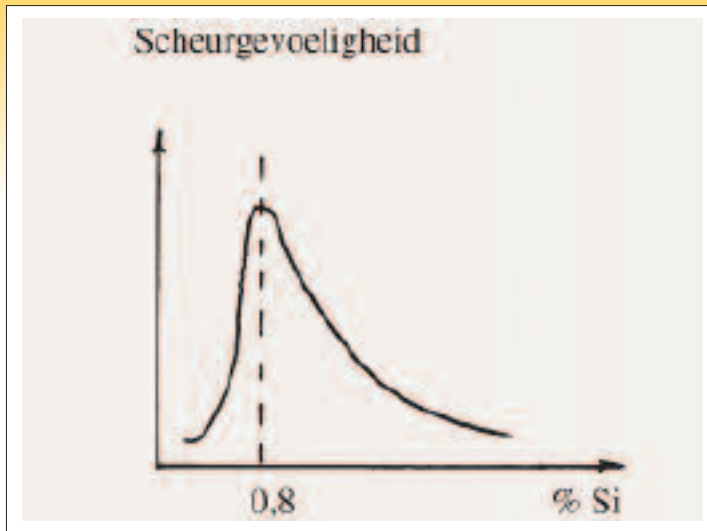
De volgende reeks praktijkvoorbeelden geven een overzicht van een aantal problemen die zich in de industrie hebben voorgedaan. Kleine oorzaken kunnen grote gevolgen hebben en het naleven van de eenvoudige basisregels voor het lassen van aluminium hadden deze problemen kunnen voorkomen!

SCHEURGEVOELIGHEID NEERSMELT

In een bedrijf worden 'schilderbruggen' geproduceerd. Het basismetaal is een AlMgSi1-legering. De geëxtrudeerde profielen werden aan elkaar gelast met het TIG-proces en er werd toevoegmateriaal gebruikt. Omdat in Duitsland een ongeval gebeurd was met een vergelijkbare constructie van een concurrent, werden door de keuringsinstanties de lassen met een vergrootglas bekeken. Er werden scheuren vastgesteld bij elke lasstart- en lasstopplaats. De lassen zelf waren scheurvrij! Het werd al vlug duidelijk wat er gebeurd was. De gebruikte legering is vrij scheurgevoelig als ze zonder toevoegmetaal wordt gelast. De lassers startten het lassen zonder of met heel weinig toevoegmetaal.

Tabel 1: de toevoegmetalen kunnen ondergebracht worden in drie groepen: zuiver Al, Si-Groep, Mg-groep

STIJGENDE TREKSTERKTE		DALENDE DUCTILITEIT
ASTM	AFNOR	DIN
1100	A 4	Al 99 - zuivere aluminium
4043	A 5 5	AlSi 5 - Si-groep
5554 (5154)	AG 3	Mg-groep
5356 5183 5556	AG 5	Mg-groep



Figuur 2: bij een siliciumgehalte van "0,8% van de las (= oppervlakte A+B in Figuur 1) of een magnesiumgehalte van "1,2% van de las, zal een maximale scheurgevoeligheid bestaan (Figuur 2)

Vanaf het ogenblik dat zich een smeltbad had gevormd en ze de toorts begonnen te bewegen, startten ze ook met het aanbrengen van het toevoegmetaal. Op het einde van de las gaven ze geen toevoegmetaal meer en lieten de las geleidelijk uitlopen. Doordat bij de start en stop geen of bijna geen toevoegmetaal werd aangewend had men op die plaatsen te maken met warmscheuren.

POROSITEIT

Porositeit in aluminiumlassen wordt toegeschreven aan waterstof dat op verschillende manieren aanwezig kan zijn:

- opgelost in het werkstuk of in het toevoegmateriaal,
- opgelost of chemisch gebonden aan de oxidehuid van werkstuk of toevoegmateriaal,
- water of vocht aan het oppervlak van het werkstuk of toevoegmateriaal,
- vocht uit de atmosfeer dat door turbulentie in de argonstroom wordt gemengd (gasbooglasprocessen) en via deze weg in het smeltbad terecht komt,
- vocht in het schermgas of de

toevoerleidingen,
 - vet, vuil, stof op werkstukmateriaal of toevoerleidingen.
 Tijdens het lassen worden het toevoegmateriaal en een deel van het werkstuk gesmolten. Het smeltbad kan grote hoeveelheden waterstof uit bovenvermelde bronnen opnemen. Deze waterstof komt grotendeels weer vrij tijdens het stollen gezien de geringe oplosbaarheid van waterstof in vast aluminium. Een deel van de vrijkomende waterstof zal echter niet meer kunnen ontwijken en in de las achterblijven, waardoor porositeit ontstaat.
 Een bedrijf in de Antwerpse haven stockeert chemische producten voor hun klanten. Op een nacht werd dieselbrandstof voor auto's overgepompt van één opslagtank naar een andere. Het hele leidingnet, alle lassen, enz. waren gekeurd door een controleorganisme, behalve één hulpstuk. Om de verbinding te kunnen maken tussen enkele vaste leidingen, werd een demonteerbaar koppelstuk gemaakt. Dit bestond uit enkele bochten, rechte stukken buisleiding en flenzen. Achteraf bleek dat de rechte stukken buis gemaakt waren uit plaat. Deze

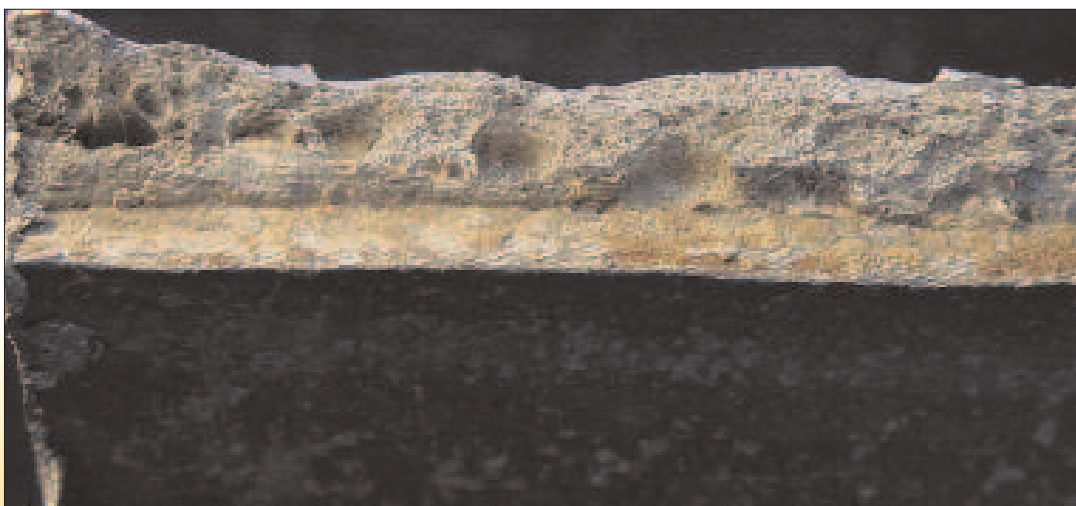
werd gerold en de langnaad werd TIG-gelast. Het hulpstuk werd jaren zonder problemen ingezet, tot die bewuste nacht. De langnaad van de buis begaf het. Uit het onderzoek bleek dat de las niet was doorgelast en dat de gelaste sectie grove porositeit vertoonde. (Zie figuur 3) De kostprijs van de verloren diesel was verwaarloosbaar ten opzichte van de saneringskosten van het terrein!

BINDINGSFOUTEN/ 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 bv. lassen bij kamertemperatuur zonder voorwarmen) de keuze van het lasproces tevens bepaald wordt door de materiaaldiktes (zie figuur 4). Enkele jaren geleden moest men bij de RMT aluminiumanodes op de scheepsromp van de jethoils lassen. Volgens de specificaties van Boeing was het TIG-proces hiervoor aangewezen. De samenstelling van

het schermgas werd niet vermeld. De anodes hadden een sectie van 100 x 100 mm en de lengte varieerde van 200 tot 1.000 mm! De legering was lasbaar en in de literatuur werd teruggevonden dat deze legering vooral werd gebruikt als 'heat sink', dus voor het afvoeren van warmte. Alle pogingen die men reeds had ondernomen om een anode op een proefplaat van 8 mm dik te lassen, waren mislukt. Men had steeds 100% kleeffouten aan de anodekant. De anode was een gietstuk, men had de giethuid niet verwijderd. Nadat men dit had gedaan, werd overgegaan tot de lasproef. Deze bestond erin een lasje te leggen bovenop de anode. Ook bij de maximum lasstroom van de TIG-bron, 350 A, lukte dit niet. Er diende te worden voorgewarmd tot 500 °C om met het TIG-proces een smeltbad te vormen! Toen werd overgestapt op MIG-lassen, met positief resultaat. Er werd gelast met 100% argon als schermgas en er moest zelfs niet voorgewarmd worden.
 - Meestal wordt argon aangewend als beschermgas bij het TIG-lassen (wisselstroomlassen). Wanneer echter de plaatdikte toeneemt, neemt ook de kans op bindingsfouten toe. Er moet dan voorgewarmd worden om deze lasfouten te voorkomen. Een alternatief bestaat erin om een menggas toe te passen. Wanneer helium wordt toegevoerd aan het schermgas (argon), neemt de boogspanning tijdens het lassen toe tot ongeveer 1,5 maal (max.), de boogspanning voor zuiver argon. Op die manier stijgt de heat input (VxA/cm). Met een 100% He- beschermgas wordt een onstabiele boog bekomen, die ook slecht start. Daarom wordt het heliumpercentage beperkt tot 90%. Courante Ar-He mengsels zijn: 75-25, 50-50, 25-75 en 10-90. Wanneer gelast wordt met gelijkstroom, elektrode negatief, is 100% helium wel toepasbaar. In een bedrijf werden vacuümkamers gelast, zowel TIG- als MIG-lassen werden toegepast.

Figuur 3: voorbeeld van een poreuze lasverbinding



TIPS MIG-LASSEN

- Ontvetten,
- Borstel kort vóór het lassen de beide te verbinden materialen boven en onder over een breedte van ca. 25 mm met een roestvast stalen borstel
 - Reinig/borstel of, beter nog, frees de lasnaadvoorbewerking direct vóór het lassen
 - Las binnen de vier uur nadat werd geborsteld/gereinigd
- Pas bij voorkeur een roestvast stalen onderlegstrip toe met een geringe spleetdiepte (ca. 1 mm diep)
 - Kies, voor een materiaaldikte van 5 mm, een V-naad met een openingshoek van 80-90° en gebruik een staande kant van 1,5 tot 2 mm,
- Pas bij het stekend lassen in horizontale positie een steekhoek toe van ca. 15°,
 - Gebruik voor een materiaaldikte van 5 mm bij voorkeur een lasdraaddiameter van 1,2 mm,
 - Plaats de toorts 2 à 3 mm uit het midden van de lasnaad in de richting van het materiaal met het hoogste warmtegeleidingsvermogen
 - Het gasdebiet is afhankelijk van de diameter van de gascup onder normale omstandigheden kan volstaan worden met 15 l/min. argon als beschermgas; ook argon-helium gasmengsels kunnen gebruikt worden. Het gasdebiet wordt bij voorkeur iets hoger genomen dan voor staal,
 - Kies een zo groot mogelijke draaddiameter (het draadoppervlak per volume neersmelt daalt dan, wat de kans op porositeit doet afnemen)
 - Knip vóór elke start het draaduiteinde af
 - Stel een werkafstand (afstand onderkant contactbuis tot aan werkstuk) in van ca. 15 mm,
 - Kies, afhankelijk van de voortloopsnelheid, de juiste stroomsterkte (draadaanvoersnelheid) om de naad in één laag te vullen.

De kleinere kamers werden vervaardigd uit aluminiumplaat met een dikte van 15 mm. Zolang de lassen met penetrant werden onderzocht, waren er geen problemen. Toen de klant overging op heliumlektesten werd vastgesteld dat de lassen niet 100% lekdicht waren. Voorwarmen loste toen de problemen op. Toen achteraf moest worden overgestapt op dikkere plaat, bedroeg de voorwarmtemperatuur

150 à 200 °C. Alle hoeknaden moesten zowel buiten als binnen gelast worden! Het toepassen van argon-heliummengsels bracht hier de oplossing. Er werd een goede inbrand bekomen bij een voorwarmtemperatuur van om en bij de 100 °C.
 - Bij een automobielconstructeur werd de remvloeistof toegeleverd in aluminium containers met een inhoud van 750 l. De containers waren gelast met het TIG-proces.

Bij vier van de containers werden lekken vastgesteld ter plaatse van de TIG-lassen. Per container lekte een 400-tal liter remvloeistof weg! De lassen hadden een zeer mooi visueel aspect. Een deel van een lekke las werd uitgenomen voor onderzoek. Niet ver van de scheur werd dwars over de las een microdoorsnede genomen. De platen werden samengelast door middel van een buitenhoeklas. De las vertoonde een gebrek aan inbranding over bijna heel de flank van één van de twee te verbinden platen.
 - Bij een vrachtwagenchassis werden scheuren vastgesteld aan de bevestigingslassen tussen de langsliggers en de dwarsprofielen. De lasser moet toen geprobeerd hebben deze scheuren dicht te lassen, maar blijktbaar werden de scheuren niet uitgeslepen en had men een poging gedaan om deze oppervlakkig te herstellen. Het TIG-proces werd toegepast. Het is duidelijk dat de boogenergie onvoldoende was en dat de basisregels voor goed vakmanschap niet werden nageleefd. Het resultaat was naar verhouding.
 - Insluitsels bij een tweezijdig gelaste verbinding
 Bij het tweezijdig lassen van een 6 mm dikke plaat werd eenzijdig een V-naad aangebracht met een knabbelschaar. Deze werd eerst gelast. Vervolgens werd tegengeslepen met een slijpschijf. Na borstelen werd de tegenlas gelegd. Op de röntgenfoto werden lasfouten vastgesteld. De (kleine) porositeiten bevonden zich symmetrisch ten opzichte van het

BIBLIOGRAFIE

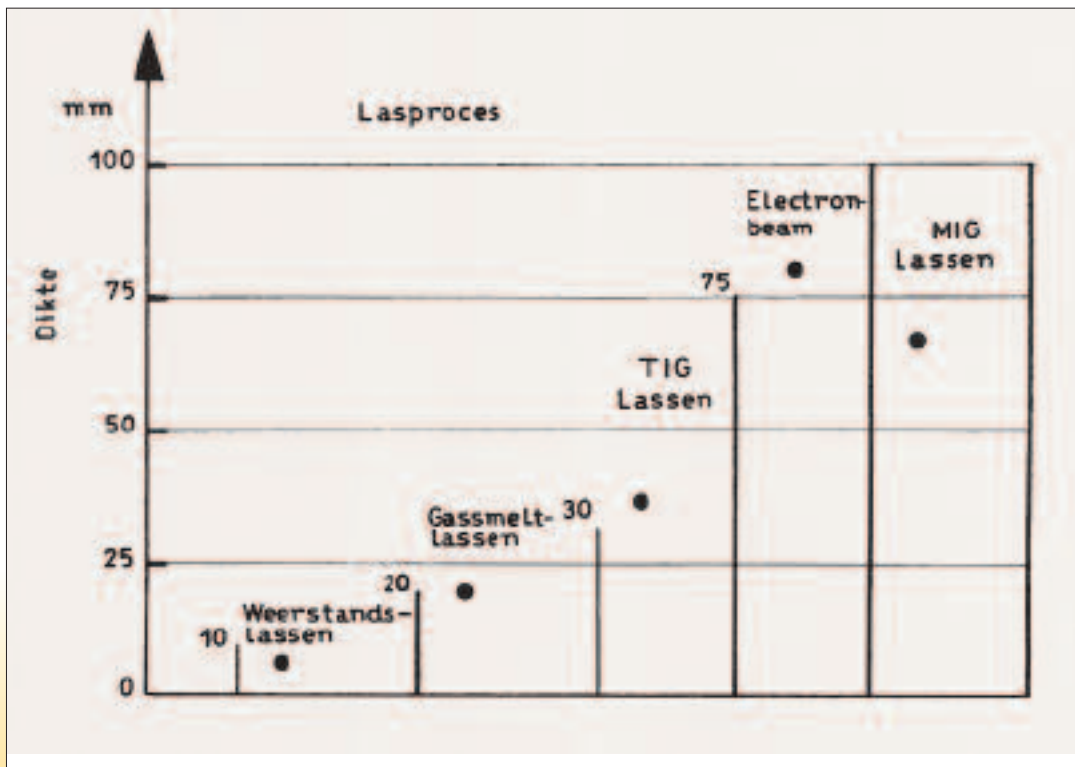
- R. Vennekens
Fouten bij het lassen van aluminium en hoe ze te voorkomen
Lastijdschrift/Revue de la Soudure 3, 2000, p. 4-13
- Het lassen van aluminium (V) - TIG- en MIG-lassen van legeringen met ongelijke samenstelling
Publicatie van Aluminium Centrum (NI) en NIL, juli 1998

midden van de las en vormden soms een aaneensluitende rij, wat niet toelaatbaar was. De afstand tussen beide lijnvormige fouten was precies gelijk aan de dikte van de slijpschijf. Deze slijpschijf werd door een vertegenwoordiger verkocht 'speciaal voor aluminium lassen'.
 De lasprocedure die wél goede resultaten gaf, was de volgende: borstelen met een RVS-borstel van de lasomgeving, dit wil zeggen onder- en bovenkant van de plaat over een breedte van ongeveer 25 mm naast de naad; mechanisch voorbereiden van de plaat voor het aanbrengen van de V-afschuiving (knabbelen); lassen van de eerste pas; tegenfrezen (niet slijpen) met een vingerfreesje en leggen van de tegenlas (het frezen dient droog te worden uitgevoerd).
 Het lassen moet worden uitgevoerd binnen de vier uur na de voorbereiding.

TIPS TIG-LASSEN ALUMINIUM

- Ontvetten;
- Borstel kort vóór het lassen de beide te verbinden materialen boven en onder over een breedte van ca. 25 mm met een roestvaststaal borstel;
- Reinig, borstel of, beter nog, frees de naad direct vóór het lassen;
- Las binnen de 4 uur nadat werd geborsteld/gereinigd;
- Pas bij een materiaaldikte van 1,5 en 3 mm, bij voorkeur, een vooropening toe van respectievelijk 1,5 en 2mm;
- Kies, voor een materiaaldikte van 4-5 mm, een V-naad met een openingshoek van 80-90° en gebruik een staande kant van 1,5 tot 2 mm;
- Kies, afhankelijk van de materiaalcombinatie, het juiste toevoegmateriaal;
- Plaats de toorts boven de laskant van het materiaal met het hoogste warmtegeleidingsvermogen;
- Pas bij voorkeur een roestvaststaal onderlegstrip toe met een geringe spleetdiepte (ca. 1 mm).

Figuur 4: De warmte-inbreng is procesgebonden, wat betekent dat de keuze van het lasproces tevens bepaald wordt door de materiaaldiktes



GUIDE TO THE SELECTION OF FILLER METAL FOR GENERAL PURPOSE WELDING^{a, b, c}

Base Metal	261.0	261.5	316 L	316 L (N)	304 L	316 L (N) 316 L	304 L	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)	688 (N)
1090, 1090, 1090	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470	ER1470
1155, 3095, Al 3093	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145	ER1145
3014, 3016	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467	ER1467
2219	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319	ER2319
3054, Al 3054	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057	ER3057
6061, 6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062	ER6062
6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063	ER6063
6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066	ER6066
6154, 6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154	ER6154
6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454	ER6454
9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456	ER9456
6262, 6261, 6265, 6171, 6171	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170	ER6170
6600, 6610, 6610	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600	ER6600
7054, 7055, 7056, 7100, 7100	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054	ER7054
6111, 6121, 6131, 5141, 5151	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111	ER6111
8861, 8865, 8976, 4307, 4313, 4444, 4448	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861	ER8861
8180, 8240, 8640, 8650, 8650	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180	ER8180
3611, 3611, 3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611	ER3611

a. Service conditions such as immersion in brackish or salt water, exposure to specific chemicals, or a sustained high temperature (over 1507 °F / 825 °C) may limit the choice of filler metal. Filler metal ER6170, ER5256, ER5256, and ER5256 are not recommended for sustained elevated-temperature service.

b. Recommendations in this table apply to gas shielded arc welding processes. For oxy-fuel gas welding, only ER118, ER118, ER143, ER143, ER143, and ER143 filler metals are recommended.

c. Where no filler metal is listed, the base metal contribution is not recommended for welding.

d. ER1415 may be used for some applications.

e. ER6047 may be used for some applications.

f. ER5254 may be used for some applications.

g. ER5153, ER5256, or ER5256 may be used.

h. ER5256 may be used for some applications. It can supply high strength when the weldment is postweld solution heat-treated and aged.

i. ER5153, ER5256, ER5254, ER5256, and ER5256 may be used. In some cases, they provide: (1) improved color match after anodizing treatment, and (2) higher weld strength. ER5254 is suitable for sustained elevated-temperature service.

j. ER6045 will provide high strength in 1015 (1015) and filler groove welds in 5XXX alloys when postweld solution heat-treated and aged.

k. Filler metal with the same analysis as the base metal is sometimes used. Filler alloys ER6069 or ER6069, ER6170 or ER6170, and ER6111 meet the chemical composition (AWS) of ER5256, ER6069 or ER6069, and ER6111, respectively.

l. Base metal alloy 5254 and 5256 are useful for hydrogen preclude service. ER6069 filler metal is used for welding both alloys for low-temperature service (150°F/65°C) and below.

m. ER1190 may be used for some applications.