

INNOVATIEF LASSEN VAN LICHT METAALLEGERINGEN

FRICION STIR WELDING EN HYBRIDE LASERLASSEN: DE TOEKOMST?

Na de staalsoorten vormen de aluminiumlegeringen de belangrijkste legeringsgroep. Het aluminiumverbruik (net als dat van de magnesiumlegeringen) zal in de volgende jaren steeds belangrijker worden, zeker wat betreft auto- en transporttoepassingen. Het is duidelijk dat deze trend voornamelijk ingegeven wordt door de lagere dichtheid van deze legeringen dan die van staal. Het lassen van vooral Al-legeringen kan de lasser echter voor zware moeilijkheden stellen. Dan kunnen innovatieve lasprocessen, zoals friction stir welding en het hybride laserlassen, een oplossing bieden.

Door ir. Wim Van Haver
Onderzoekscentrum BIL

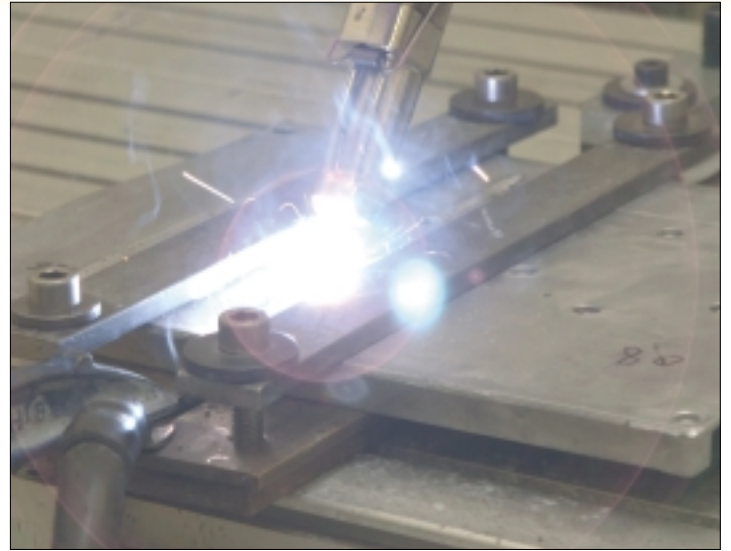
Inleiding

In het kader van het BIL/VITO/UCL collectief onderzoeksproject ALUWELD werd op donderdag 27 oktober bij het BIL in Brussel een namiddagsymposium georganiseerd door de onderzoekspartners. Dit project (IWT 30909), voor 50% gesubsidieerd door IWT-Vlaanderen, handelt over het innovatief lassen van aluminiumlegeringen met behulp van friction stir welding (FSW) en hybride laserlassen (hybrid laser welding, HLW). Dertig aanwezigen uit de industrie en de onderzoekswereld woonden de workshop bij. Voor de gelegenheid werden drie internationale specialisten uitgenodigd om een presentatie te verzorgen over hun vakgebied. De workshop werd afgerond met een presentatie over de meest in het oog springende experimentele resultaten tot dusver behaald binnen het project ALUWELD. Daarop aansluitend werd de opvolger van het project aan het publiek voorgesteld.

Lassen van aluminium

Dr.-Ing. Mittelstädt van SLV Duisburg (Duitsland) gaf aan dat de lasbaarheid een kritisch punt is voor het succesvol verbinden van Al-legeringen. Een belangrijk gegeven hierbij is de 'scheurgevoeligheid' in functie van de chemische samenstelling in de las. Bij heel geringe of bij hoge (meer dan 5%) concentraties aan legeringselementen (zoals Si, Cu en Mg) is er normaal geen

probleem met de lasbaarheid van de aluminiumlegering. Binnen deze concentratiegrenzen is het echter oppassen geblazen. Het gepaste lastoevoegmetaal moet worden gekozen, anders riskeert men warmte- en verspreidingsproblemen. De Al-legeringen met de hoogste sterkte, die door gepaste keuze en concentratie aan legeringselementen precipitatiehardbaar zijn, vallen met hun samenstelling bijna allemaal in dat kritische interval. Sommige Al-legeringen kunnen zelfs niet op een rendabele manier worden gelast. Net deze legeringen worden vaak ingezet in de lucht- en ruimtevaart, aangezien deze de hoogste sterkte vertonen. Ze worden dan op mechanische wijze verbonden. Een ander belangrijk punt bij het lassen van aluminium is de sterkte. In tegenstelling tot bij vele staalsoorten, daalt bij aluminium de sterkte in de warmte-beïnvloede zone (WBZ), en dit door verschillende mechanismen naargelang van de legering niet warmtebehandelbaar (verzachtend door herstel en rekristallisatie) of warmtebehandelbaar is (verzachtend door oplossing of vergroving van verstevigende precipitaten). Deze sterktedaling in de WBZ is sterk afhankelijk van de warmte-inbreng bij het lassen. Bij processen waarbij de warmte op zeer geconcentreerde wijze in de laszone wordt geïntroduceerd, zoals bij laserlassen en elektronenstraallassen, zal deze daling dus geringer zijn dan bij de traditionele booglasprocédés. Ook het CMT- of Cold Metal Transfer-



Figuur 1: Het hybride laserlasproces in werking in het kader van project ALUWELD (bron: VITO)

proces, waarbij met een MIG-elektrode op gecontroleerde manier kortsluitingen worden gerealiseerd met het werkstuk, wordt gekenmerkt door een lage warmte-inbreng. Dit laatste proces laat tevens toe om verbindingen te realiseren tussen aluminium en verzinkt staal. Ten slotte is het lassen van aluminiumlegeringen 'berucht' door het optreden van porositeit in de las. Dit vooral wegens de veel grotere oplosbaarheid van waterstof in de gesmolten fase dan in de vaste. Bij stolling van het lasmetaal geeft deze uitgestoten waterstof aanleiding tot porositeit. Hierbij wordt reeds duidelijk dat verbindingprocessen die niet gepaard gaan met een smelt, zoals wrijvingslassen en friction stir welding, belangrijke voordelen hebben: geen porositeit en geen warmteverlies door de lagere warmte-inbreng.

Friction Stir Welding

Mr. Sundin van ESAB AB (Zweden) duidde, aan de hand van een aantal reeds gecommuniceerde typevoorbeelden, aan op welke gebieden gebruik van friction stir welding (FSW) voordelig kan zijn. Bij deze techniek wordt de verbinding volledig in vaste toestand gerealiseerd. De eerste industriële toepassingen van deze in 1991 door TWI uitgevonden verbindingstechniek situeerden zich in de scheepsbouw (bv. Hydro Marine, Sapa) en de ruimtevaart (Boeing, Nasa). De lage vervormingen en de uitstekende

laskwaliteit werden zeer op prijs gesteld. Een interessante vergelijking werd gemaakt tussen FSW en MIG-lassen van profielen. Hierbij werden alle tijden opgemeten bij de productie van een afgewerkt stuk met behulp van beide processen. Het feit dat de lasser geen speciale bescherming moet dragen bij FSW, dat er geen nabewerking van de las nodig is en dat het lassen zelf een stuk minder tijd in beslag neemt, zijn factoren die ervoor zorgen dat met FSW een significante tijdswinst geboekt kan worden. Enkel het inklemmen van de stukken dient met meer zorg te gebeuren. Bij ruimtevaarttoepassingen laat FSW toe om aluminiumlegeringen te verbinden die tot dan toe enkel mechanisch konden verbonden worden. Toepassing van FSW liet bij Boeing toe om de productietijd van brandstoftanks voor raketten met 70% te verlagen, samen met een 60% kostenbesparing. Bovendien werden rivetten en toevoegmetaal uitgespaard, wat uiteraard leidde tot een gewichtsreductie. Mr. Sundin toonde aan dat de mogelijkheden van FSW echter niet beperkt zijn tot de scheepsbouw en de ruimtevaart. Ook in de automobiellindustrie (bv. Volvo) wordt het proces ingezet. Relatief eenvoudige stukken worden zonder kwaliteitsverlies aan elkaar gelast. Het feit dat FSW eenvoudig in een automatische productielijn kan worden geïntegreerd is een belangrijk voordeel voor de automobiellindustrie. Ook in de energiesector kent FSW toepassingen. Zo wordt bij Hydro

FSW toegepast voor de productie van behuizingen voor middelgrote elektrische motoren. Relatief eenvoudige extrusies worden op een vlugge manier samengesteld tot een complex geheel met hoge kwaliteit, zowel wat betreft afwerking als materiaalkwaliteit. De hiervoor beschreven toepassingen werden uitgevoerd op ESAB SuperStir™ machines. De ESAB Legio™ machines zijn ontworpen om FSW op een eenvoudige manier toe te passen in het productieproces. CEWAC (Luik) heeft een dergelijke machine reeds ter beschikking. De tweede en grotere ESAB Legio™ machine, die zal worden ingezet voor de productie van beperkte series, zal uiterlijk begin 2006 operationeel zijn bij CEWAC.



Figuur 2: De grote ESAB friction stir welding machine die begin 2006 operationeel zal zijn bij CEWAC (bron: ESAB)

Laserlassen en hybride laserlassen

Ing. Geert Verhaege van The Welding Institute (Engeland) kwam daarna het laserlassen en hybride laserlassen van aluminium behandelen. De belangrijkste voordelen bij het laserlassen zijn de lage warmte-inbreng en de hoge productiviteit. Het laserlasproces kent dan ook zeer talrijke toepassingen in de automobielenijverheid, transport, luchtvaart en scheepsbouw. Naast de hoge investeringskost mogen een aantal minpunten echter niet over het hoofd gezien worden. We denken aan de vereiste strenge toleranties die gesteld worden aan de lasnaad en het fenomeen 'keyhole instabiliteit'. Het laserlasgebeuren is geen statisch gegeven. Evoluties hieromtrent situeren zich in de ontwikkeling van laserbronnen met hoger vermogen, betere efficiëntie en betere straalkwaliteit. De meest recente bronnen zijn de 'fibre laser' en de 'disc laser'. Daarmee parallel lopend weet de hybride laserlastechniek (reeds

uitgevonden in 1978) de laatste jaren steeds meer industriële aandacht te trekken. In dit proces werken een laser en een boog gelijktijdig in op hetzelfde smeltbad. Dit heeft tot gevolg dat de belangrijkste voordelen van beide processen worden gecombineerd: minder strenge toleranties, hoge lassnelheid, diepe inbranding, lage warmte-inbreng (dus hogere sterkte bij Al-legeringen) en kleine vervormingen. Daarenboven verkrijgt men met het hybride laserlassen een stabielere, productiever proces dan de afzonderlijke processen. De belangrijkste uitdaging voor optimalisatie van het hybride laserlasproces bevindt zich in de veelheid aan lasparameters. Er zijn enerzijds de booglasparameters en anderzijds de laserlasparameters, maar daarenboven zijn er ook nog interactieparameters, zoals bijvoorbeeld de afstand tussen boog en laser of de volgorde ervan. Verschillende mogelijkheden van deze interactieparameters werden gedemonstreerd. Een adaptieve controle voor het hybride laserlassen werd ontwikkeld bij The Welding Institute, waarbij de lasparameters worden gecompenseerd in functie van de toegepaste lasnaadvoorbereiding.

Ten slotte werden een aantal voorbeelden van toepassingen van het hybride laserlassen uit de grootste sectoren (automobil en transport, luchtvaart en scheepsbouw) getoond.

ALUWELD en ALUWELD II

In de laatste presentatie werd het collectieve onderzoeksproject "Innovatief lassen van aluminiumlegeringen – Friction Stir Welding en Hybrid Laser Welding" voorgesteld. Dit project, dat afloopt begin 2006, betreft een samenwerking tussen de onderzoekspartners BIL, VITO en UCL-PRM. Het wordt voor 50% gesubsidieerd door IWT-Vlaanderen. Op dit moment nemen 41 bedrijven deel. Het hoofddoel is de Vlaamse industrie vertrouwd te maken met en de mogelijkheden te leren kennen van de lastechnieken FSW en HLW. Dit door ze toe te passen op aluminiummateriaal dat voor de industriële partners direct relevant is. Terzelfdertijd doen de onderzoekspartners de noodzakelijke ervaring op om de bedrijven bij te staan die in de toekomst deze lasprocessen zullen toepassen in productie.

In het project worden 7 aluminiumlegeringen gelast met behulp van FSW en HLW. Met deze lasprocédés werden zeer bemoedigende resultaten behaald. Een goede laskwaliteit en goede mechanische eigenschappen konden zowel voor FSW als HLW bereikt worden op diverse legeringen tot dusver, in combinatie met een hoge productiviteit. Voor beide lasprocessen is een groot aantal proeven benodigd om de optimale lasparameterset voor een legering te kunnen vastleggen. Dit toont meteen het belang aan van dit onderzoeksproject voor KMO's, die tijd noch geld hebben voor uitgebreide R&D-projecten. Kleinschalige pogingen werden in ALUWELD ondernomen om de flexibiliteit van de processen na te gaan, om dichter bij de industriële realiteit te werken. Het is de bedoeling om dit werk voort te zetten in het vervolgproject, dat gepland is in de jaren 2006-2007. Dit projectvoorstel, ALUWELD II genaamd, zal niet enkel dichter komen bij de industriële toepassingen (flexibiliteitsstudie, tweedimensionaal lassen). De mogelijkheid wordt ook geboden om FSW en HLW toe te passen op andere Al-legeringen én non-ferrolegeringen (bv. Mg, Zn, Ti), in andere diktes en/of lasgeometrieën dan tot dusver gebruikt in het project ALUWELD. Het betreft een samenwerking tussen de onderzoekspartners BIL, VITO, UCL en CENAERO. Deze laatste zal instaan voor het modelleren van FSW. Verder zal er de mogelijkheid zijn om, na de eerste optimalisatie, prototypstukken te laten vervaardigen met de twee lastechnieken. Het spreekt vanzelf dat ALUWELD II bijzonder interessant is voor bedrijven die de mogelijkheden willen leren kennen van twee veelbelovende lastechnieken op hun non-ferrotoepassingen. Om deel te nemen aan het project kan een bijdrage in natura (leveren van proefmateriaal) reeds volstaan! □

Figuur 3: Het friction stir welding proces in werking in het kader van project ALUWELD (bron: UCL-PRM)



LIJST VAN DEELNEMENDE BEDRIJVEN EN ONDERZOEKINSTELLINGEN

Agoria, Groep Aluminium	AIB-Vinçotte	Air Liquide	Al Center Vlaanderen
Balliu	BIL-IBS	Bombardier Transportation	Cenaero
Cewac	Corus Duffel	Corus RD&T	CRIF
Dhollandia	EFS	Ellimetal	ESAB
Espeel	LAG Trailer	LCV-VITO	Metaalgieterij G. Giesen
OCAS	O.V.A.	Pôle Métal	PRC Europe
Reynaers Aluminium	Rofin-Baasel Benelux	Sapa Profiles RC	Seco
Simec	Sonaca	Soudobeam	Soudokay
Toyota Motor Europe	UCL-PRM	ULg - Institut du Génie Civil	UDY
VAC Machines	Van Hool	Vasco	WTCM Gent
Zeppelin Belgium			