

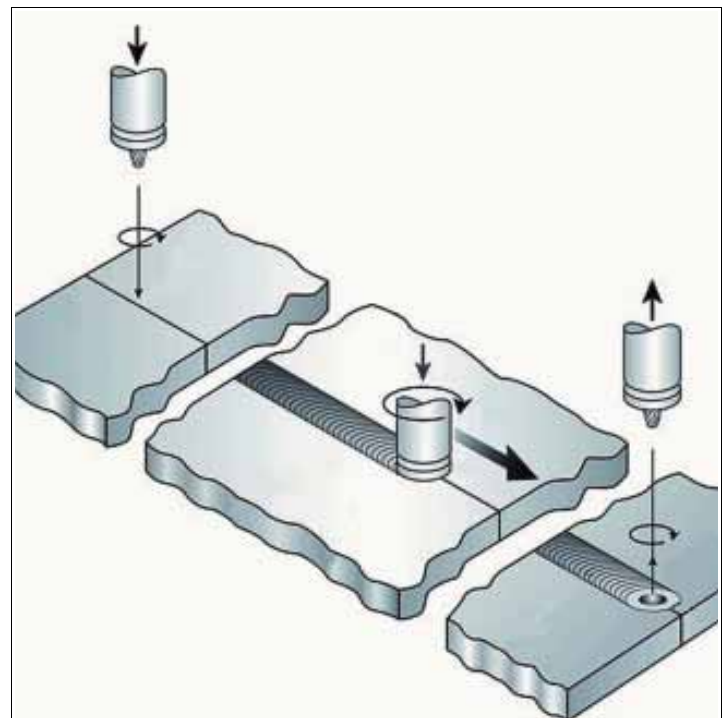
FRICTION STIR WELDING VAN ALUMINIUM

TAP2 PROJECT "CASSTIR": SAMENWERKING TUSSEN BIL, UCL-PRM, CEWAC EN UGENT

Eind 2006 ging project CASSTIR van start, met als volledige titel "Innovatief verbinden van kritische aluminiumstructuren met de friction stir welding techniek". Dit onderzoek, dat een samenwerking betreft tussen het BIL, CEWAC en de universiteiten van Louvain-La-Neuve (UCL) en Gent, wordt uitgevoerd voor rekening van het Federaal Wetenschapsbeleid, ter uitvoering van het "Programma ter bevordering van de kennisoverdracht op strategisch belangrijke gebieden".

Hieronder wordt, naast een beschrijving van de friction stir welding techniek zelf en de projectdoelstellingen, een overzicht gegeven van de belangrijkste realisaties binnen dit project gedurende het eerste projectjaar.

Door ir. Wim Van Haver, IWE, Onderzoekscentrum van het BIL



Figuur 1: Schematische voorstelling van het friction stir welding proces (bron: ISO/DIS 25239-1)

FRICTION STIR WELDING

De friction stir welding (FSW) techniek werd begin jaren 90 uitgevonden en gepatenteerd door The Welding Institute in Groot-Brittannië.

Bij dit proces wordt een roterend gereedschap, bestaande uit een "pin" en een "schouder" die al dan niet een of andere profilering bevatten, in het over de volledige lengte goed ingeklemd materiaal geduwd (**zie ook figuur 5**), tot de schouder in contact komt met het bovenvlak van de werkstukken. Hierdoor wordt het materiaal door wrijving opgewarmd tot een

temperatuur waarbij het in een "deegachtige" (i.e. zeer makkelijk plastisch te vervormen) toestand terechtkomt.

Wanneer het gereedschap voortbewogen wordt, wordt het materiaal van de voorzijde naar de achterzijde van de pin als het ware geëxtrudeerd, waardoor de verbinding op elk moment in vaste toestand gevormd wordt (**zie figuur 1**). Om die reden zijn ook aluminiumlegeringen lasbaar die niet met TIG of MIG kunnen verbonden worden, zoals zeer warscheurgevoelige legeringen (AlCu of AlZnMgCu legeringen) of hogedrukstijgwerk.

Voordelen

De voornaamste voordelen van dit proces toegepast op aluminiumlegeringen zijn:

- geen warscheuren of porositeit,
- geen beschermgassen of toevoegmaterialen,
- beperkte lasnaadvoorbereiding (enkel ontvetten),
- weinig verzachting of vervorming,
- volautomatisch – constante laskwaliteit,
- hoge productiviteit,
- grote dikterange te lassen in 1 enkele pas (1,2 mm tot 75 mm),
- vlak lasoppervlak zonder

lasoverdikte.

In België beschikken zowel CEWAC (Luik) als UCL-PRM (Louvain-La-Neuve) over de nodige apparatuur en licenties om dit lasproces uit te voeren voor onderzoeksdoeleinden (**zie figuur 2**).

Momenteel is Sapa RC Profiles in Ghlin, nabij Bergen, het enige bedrijf in België dat friction stir welding in productie toepast. Internationaal kent FSW vooral toepassingen in de lucht- en ruimtevaart, (massa)transport en automotive, en de scheepsbouw. Over het algemeen wordt in deze sectoren de combinatie van

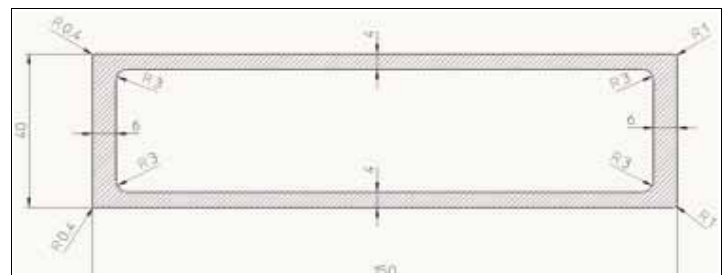
Figuur 2.1: FSW machine bij UCL



Figuur 2.2: Een van de twee FSW machines beschikbaar bij CEWAC.



Figuur 3.1: Detail van de hoeken van twee extrusie profielen, verbonden door FSW



Figuur 3.2: Ontwerp van het 6082-T6 extrusieprofiel ter studie binnen CASSTIR

productiviteit en laskwaliteit, lage vervorming en het behoud van sterkte in de gelaste zone bijzonder op prijs gesteld.

PROJECT CASSTIR

Dit door het Federaal Wetenschapsbeleid gefinancierde onderzoeksproject kadert binnen de TAP2 oproep, en werd ingediend en goedgekeurd als een "clean technologies"-project voor de periode december 2006 tot december 2009. Het moet duidelijk zijn dat naast de hierboven opgesomde technologische voordelen van FSW, de techniek ook zeer sterk scoort op gebied van veiligheid en milieuvriendelijkheid.

Vergelijking met klassiek lasproces

Wanneer de techniek vergeleken wordt met een klassiek lasproces voor aluminium (MIG of TIG), dan stelt men vast:

- geen lasrook, ozon of lasspatten,
- geen uv-straling of grote elektromagnetische velden,
- geen elektrocutiegevaar,
- minder afval en schroot,
- geen beschermgassen,
- laag energieverbruik (99% lager dan weerstandlassen volgens Mazda),
- mogelijkheid tot lichtere constructie door materiaaloptimalisatie (lassen van niet-smeltlasbare legeringen!) en minder sterkteverlies.

Doel

Het doel van CASSTIR is het verhogen van de kennis van het friction stir welding proces in België, in navolging van collectieve onderzoeksprojecten zoals ALUWELD (IWT 30909). Hiertoe geven de onderzoekspartners de mogelijkheden én beperkingen aan van FSW, toegepast op drie verschillende aluminiumlegeringen (corresponderend met drie verschillende toepassingen). In dit verband vindt een gedetailleerd onderzoek plaats van de laseigenschappen op gebied van metallografie, mechanische eigenschappen, restspanningen, vermoeiing en corrosie. De toepasbaarheid van niet-destructieve technieken wordt nagegaan, en er wordt geverifieerd in hoeverre geoptimaliseerde lasparameters kunnen overgedragen worden tussen verschillende FSW machines. Verdere aandacht gaat uit naar het numeriek modelleren van het FSW proces. In een laatste fase worden friction stir gelaste verbindingen vergeleken qua laseigenschappen, productiviteit en milieuvriendelijkheid met een alternatief – klassiek – productieprocedé (bijvoorbeeld MIG lassen). Naast onderzoeksaspecten gaat binnen CASSTIR ook aandacht uit naar de friction stir welding techniek in een breder kader,

zoals de internationale inspanningen betreffende normalisatie van het FSW proces binnen ISO en EN context.

Taakverdeling

Binnen dit project neemt het BIL de projectcoördinatie, evenals de metallografie en de mechanische beproeving voor haar rekening. Het FSW proces wordt uitgevoerd door UCL en CEWAC. Daarnaast zorgt UCL voor restspanningsbepalingen, en CEWAC voor het niet-destructief onderzoek van de lasverbindingen. UGent staat in voor de karakterisatie van de lasverbindingen op gebied van corrosiebestendigheid. Ten slotte treedt CENAERO op als onderaannemer van UCL en CEWAC op het gebied van numeriek modelleren. Het project wordt gestuurd door een Opvolgingscomité, bestaande uit de programma-administrateur van het Federaal Wetenschapsbeleid en geïnteresseerde bedrijven en onderzoeksinstituten. Dit Opvolgingscomité komt in principe tweemaal per jaar samen. Op deze vergaderingen worden de behaalde onderzoeksresultaten voorgelegd en besproken.

KEUZE TOEPASSINGEN EN LITERAATUURSTUDIE

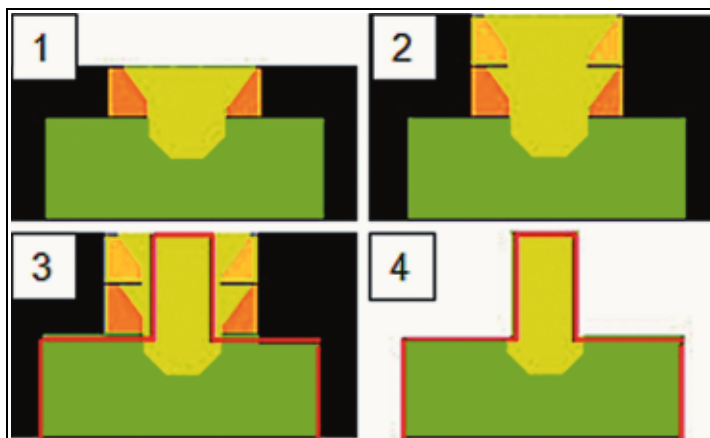
In een eerste fase van het project

werden, in samenspraak met het Opvolgingscomité, de toepassingen en aluminiumlegeringen gekozen ter studie binnen CASSTIR:

- Friction stir stomplassen van 6082-T6 holle extrusieprofielen voor (massa)transport en scheepsbouw (**zie figuur 3**), als alternatief voor MIG of hybride laserlassen
- Friction stir overlapplassen van 2124-T3/T851 15 mm dikke plaat voor luchtvaart (**zie figuur 4**), als materiaalbesparend alternatief voor diepgemachioneerde stukken
- Friction stir stomplassen van 5754-H111 0,8 mm dunne plaat voor luchtvaart en automotive (**zie figuur 5**), als alternatief voor geëxtrudeerde en getrokken buizen of lasergelaste dunne plaat.

Deze toepassingen hebben gemeen dat er een potentiële verbetering inzake milieuvriendelijkheid en kosten bestaat ten opzichte van huidige gebruikte technieken, dat ze relevant zijn voor minstens één Belgisch bedrijf, en dat UCL en/of CEWAC de middelen in huis hebben om het friction stir welding werk naar wens uit te voeren. Daarenboven draagt elke toepassing een technische/intellectuele uitdaging in zich, waardoor het experimentele werk een significante wetenschappelijke bijdrage kan leveren inzake de verdere ontwikkeling van de FSW

Figuur 4: Schematische voorstelling voor het friction stir overlap lassen van 2124 materiaal. 1) een eerste 2124 plaat van 15mm wordt in overlap gelast op de 2124 basisplaat met FSW; 2) bovenop deze eerste wordt de tweede 2124 plaat met dikte 15mm friction stirgelast; 3) na het lassen wordt het overtollige materiaal weggefreest, zodat het gewenste stuk verkregen wordt (4).



Figuur 5: Experimentele opstelling voor FSW van 0,8mm 5754-H111 materiaal bij UCL-PRM



techniek.

Literatuurstudie

Hierna legden alle onderzoekspartners zich toe op de opmaak van een gezamenlijke literatuurstudie, die specifiek gericht was op de geselecteerde toepassingen en materialen. Deze studie, die begin 2008 beëindigd werd, heeft als doel de onderzoekspartners een basis te verschaffen om het experimentele onderzoek aan te vatten, alsook het Opvolgingscomité grondig te informeren over de specifieke aspecten die binnen CASSTIR aan bod komen, zoals restspanningsmetingen, corrosie-eigenschappen, milieuvriendelijkheid van het FSW proces en dergelijke meer.

EXPERIMENTEEL ONDERZOEK

In 2007 werden, met een relatief kleine hoeveelheid materiaal, reeds goede resultaten geboekt met FSW door UCL en CEWAC op 6082-T6 4 mm dikke vlakke extrusieprofielen, als voorbereiding op het lassen van holle profielen. Dit blijkt uit de **tabel**, waarbij een vergelijking gemaakt wordt van de sterkte en productiviteit van proeflassen op 4mm 6082-T6 binnen CASSTIR met resultaten behaald op 4mm 6082-T6 binnen andere BIL projecten. Verder werden de noodzakelijke inkleminrichtingen gerealiseerd voor het lassen van de 6082-T6 holle profielen, en werd de optimalisatie van FSW op deze profielen door zowel UCL als CEWAC aangevat. Daarnaast werd door UCL de optimalisatie aangevat voor FSW van 5754-H111 0,8mm dunne plaat. Er werd vastgesteld dat een hoge rotatiesnelheid van de tool (4.000 rpm) noodzakelijk is om verbindingen met goede

STERKTE EN PRODUCTIVITEIT VAN PROEFLASSEN			
PROJECT	LASPROCES	LASSNELHEID [mm/MIN]	LASFACITOR [%]
ALU 2000	MIG, 5183 Ø 1,2mm, 70Ar30He	882	0,71
	MIG, 5183 Ø 1,2mm, Ar15HeN2	888	0,45
	TIG AC, 5183 Ø 1,6mm, 70Ar30He	130	0,70
	TIG AC, 5183 Ø 1,6mm, 70Ar30He	140	0,72
	FSW (door ESAB)	500	0,81
	Laser, 100He	?	0,74
	Laser-MIG, 5183, Ar	?	0,58
ALUWELD	Laser-MIG, 4043 Ø 1,2mm, Ar	2.000	0,78
CASSTIR	FSW (door UCL)	2.000	0,81
	FSW (door CEWAC)	800	0,81

Tabel: Vergelijking van de sterkte en productiviteit van proeflassen op 4 mm 6082-T6 binnen CASSTIR met resultaten behaald op 4mm 6082-T6 binnen andere BIL projecten



Figuur 6: Metallografische doorsnede van een friction stir las in 0,8 mm 5754-H111 materiaal, gelast aan 0,5 m/min

laskwaliteit en aanzienlijke productiviteit te realiseren; een voorbeeld van een dergelijke verbinding wordt getoond in **figuur 6**. De microstructuren van basismetaleel en las worden getoond in **figuur 7**.

PLANNING VOOR 2008

In 2008 wordt vanzelfsprekend door de onderzoekspartners het experimenteel werk voortgezet. Dit omvat de verdere optimalisatie van de lasparameters bij de drie verschillende toepassingen, gevolgd door niet-destructief onderzoek en destructieve

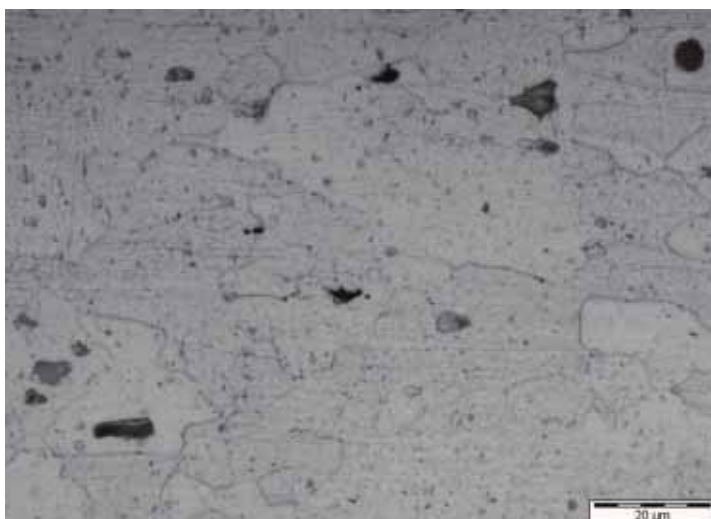
karacterisatie door middel van metalografie, hardheidsmetingen, mechanische eigenschappen, restspanningen, corrosieweerstand en vermoeiing. Ook de invloed van warmtebehandelingen na het lassen zal worden bekeken. In de tweede helft van 2008 wordt tevens het modelleergedeelte van CASSTIR opgestart.

DEELNAME

Bedrijven en onderzoekinstellingen kunnen nog steeds deelnemen aan het project CASSTIR. Aangezien het project

voor 100% gesubsidieerd wordt door het Federaal Wetenschapsbeleid, wordt er geen financiële bijdrage gevraagd. Wel wordt van de geïnteresseerde bedrijven het engagement verwacht om deel te nemen aan de halfjaarlijkse opvolgingsvergaderingen, en als dusdanig het project mee te sturen. In ruil worden de behaalde onderzoeksresultaten binnen CASSTIR ter beschikking gesteld, en krijgt men dus een veel beter zicht op de mogelijkheden die FSW kan bieden bij uiteenlopende toepassingen. □

Figuur 7.1: Micrografie van 5754-H111 basismetaleel



Figuur 7.2: Micrografie van het centrum van de las. Er is een duidelijke verfijning van de microstructuur

