

THERMISCH VERBINDEN VAN ONGELIJKSOORTIGE PLAATMATERIALEN

NIEUWE PROCESSEN BIEDEN HEEL WAT POTENTIEEL

De laatste jaren kwamen er nieuwe processen op de markt die heel wat potentieel bieden voor het verbinden van ongelijksoortige materialen. Dit artikel heeft als doelstelling een overzicht te geven van een aantal van deze processen. Hopelijk biedt dit u stof tot nadenken voor innovatief materiaalgebruik of verdere optimalisatie in de eigen productie. Het BIL volgt deze ontwikkelingen en nieuwe technieken op de voet, zodat het bedrijven kan bijstaan en ondersteunen bij de implementatie ervan.

Door Koen Faes, Belgisch Instituut voor Lastechniek; Patrick Van Ryment, KU Leuven, Campus De Nayer, Sint-Katelijne-Waver; Frederik Hendrickx, CEWAC

OPTIMAAL MATERIAALGEBRUIK

Er is in de industrie een voortdurende streven naar het verbeteren van structurele onderdelen: in de transportsector streeft men naar een gewichtsreductie, de machinebouw streeft naar performantere machineonderdelen en bij de consumenten- en bouwproducten levert een betere integratie van functionaliteiten een competitief voordeel op. Het combineren van klassieke materialen (constructiestaal, aluminium e.d.) met andere klassieke materialen (zoals roestvast staal) biedt ontwerpers oplossingen, daar waar een ontwerp uit één materiaal zou falen. Een multimateriaalontwerp benut voor elke deelstructuur of deelcomponent een materiaal met de optimale materiaaleigenschappen. De toepassing ervan wordt echter afgeremd door uitdagingen op het gebied van de verbindingstechnologie. Immers, verschillende combinaties op het vlak van materialen en diktes maken het robuust verbinden ervan alsmaar complexer. Een groot deel van de toepassingen waar ongelijksoortige materiaalverbindingen tot hun recht zouden komen, wordt ingegeven door optimaal materiaalgebruik: het inzetten van een gegeven materiaal met bepaalde eigenschappen, precies op de plaats waar die vereist zijn. Een van de belangrijkste sectoren waar men noodgedwongen optimaal materiaalgebruik dient na te streven, is transport, en dat in de ruimste zin van het woord: automobielenindustrie, scheepsbouw, lucht- en ruimtevaart, constructie van treinen of bussen enz. Een aantal belangrijke eigenschappen die men

in beschouwing kan nemen voor een materiaal in een gegeven toepassing zijn: sterkte, stijfheid, vervormbaarheid, geleidbaarheid, corrosieweerstand, soortelijk gewicht, kostprijs van het materiaal en lasbaarheid. In het ideale geval wil men een component dat aan alle bovenstaande criteria voldoet.

NIEUWE PROCESSEN

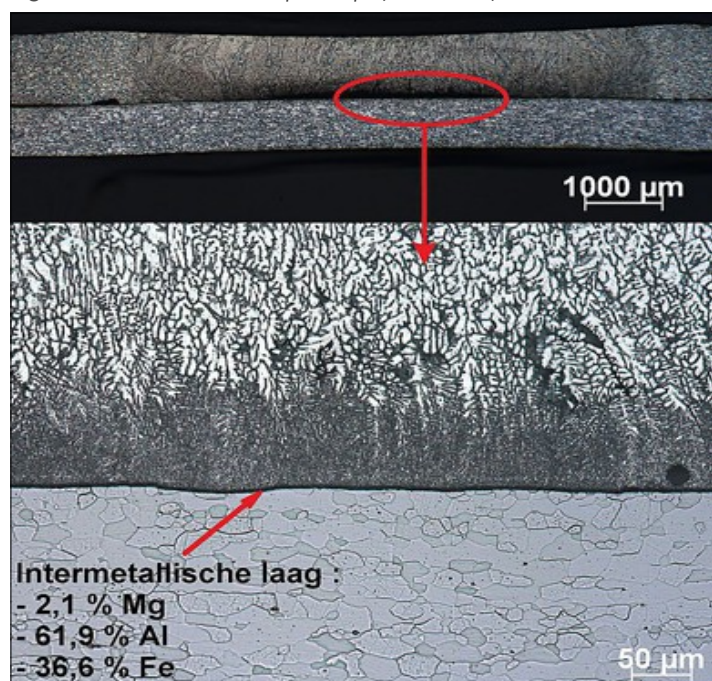
Nieuwe en geavanceerde verbindingprocessen bieden heel wat potentieel voor het verbinden van ongelijksoortige materialen zodat het mogelijk is om voor een gegeven toepassing combinaties van verschillende materialen aan te wenden. We geven een overzicht van een aantal processen.

Weerstandlassen

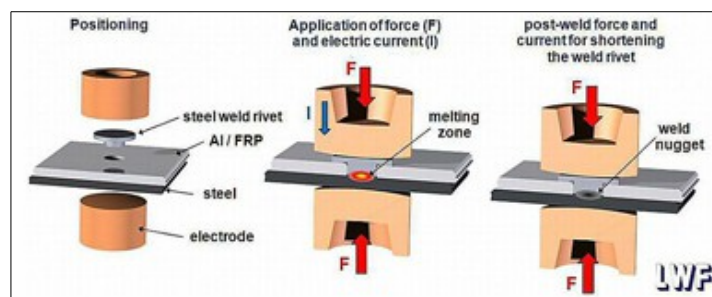
Bij een nieuw soort puntlastangen wordt er gewerkt met een proces-tape die geplaatst wordt tussen de elektroden en de te lassen platen. Deze tape laat toe de contactweerstand en de warmteontwikkeling te beïnvloeden, waardoor het mogelijk wordt om materialen met verschillende diktes en zelfs ongelijksoortige materialen te lassen. Deze tape verschuift na iedere las een stukje verder over de elektroden. Dat beschermt de elektroden en het werkstuk en voorkomt elektrodeslijtage. Hiermee is men erin geslaagd enkele van de belangrijkste problemen bij het conventioneel puntlassen op te lossen. Verdere voordelen van het proces zijn de absoluut reproduceerbare puntlassen en een opmerkelijk grotere inzetbaarheid van het nieuwe puntlasproces in vergelijking met het conventionele puntlasproces. Zie



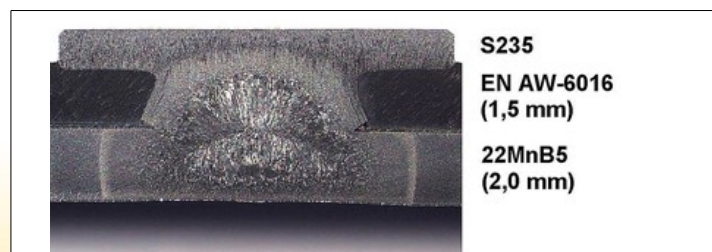
Figuur 1: weerstandlassen met proces-tape (bron: Fronius)



Figuur 2: intermetallische verbinding tussen aluminium en staal



Figuur 3: weerstandelement lassen (bron: Laboratory of Materials and Joining Technology, Universiteit Paderborn)



Figuur 4: weerstandelement lassen van aluminium aan staal (bron: Laboratory of Materials and Joining Technology, Universiteit Paderborn)

figuren 1 en 2. Figuur 2 toont een metallografische doorsnede van een verbinding van aluminium aan staal. De verbinding tussen de aluminium- en de staalplaat wordt gerealiseerd door een zeer dunne intermetallische laag van enkele micron dik, bestaande uit een verbinding Al-Mg-Fe. Een andere weerstandlastechniek, het zogenaamde weerstandelement lassen (**figuur 3**), maakt gebruik van een toevoegmateriaal, de lasniet genaamd. Bij het lassen van aluminium aan staal wordt de stalen lasniet geplaatst in een perforatie in de aluminium plaat. De lasniet wordt gelast aan de stalen plaat, die onder de aluminium plaat gepositioneerd wordt (**figuur 4**).

Figuur 5 toont een variant op dit principe, namelijk het verbinden van een composietmateriaal aan een staalplaat via stiflassen.



Figuur 5: verbinden van composiet met staal (bron: GSI mbH – SLV München)

Wrijvingslassen

Bij het zogenaamde wrijvingselement lassen wordt een hulpwerkstukje aangewend, bijvoorbeeld uit staal. Dit hulpwerkstuk wordt gelast via wrijving aan een andere plaat, doorheen een perforatie aangebracht in de topplaat. Diverse materiaalcombinaties zijn mogelijk, aangezien het wrijvingslasproces toelaat een brede waaijer van ongelijksoortige materialen te verbinden (**figuur 6**). Bij het friction spot lassen worden een pin en een huls (sleeve) geroteerd (**figuur 7**). De huls maakt het materiaal plastisch en komt terecht in de ruimte binnen in de huls. De pin wordt naar boven getrokken. Bij een voldoende penetratiediepte wordt de roterende huls teruggetrokken en duwt de pin het plastische materiaal in de laszone om de verbinding te creëren. Volgens sommige bronnen zou het zelfs mogelijk zijn om composieten en non-ferromaterialen te verbinden. Typische lasverbindingen met dit proces worden getoond in **figuren 8 en 9**.

Bij het friction stir lassen (FSW) wordt een roterend gereedschap, bestaande uit een pin en een schouder, tussen de twee te lassen platen geduwd (**figuur 10**). Door de uitgeoefende druk dringt de pin tot de schouder in het materiaal. De wrijvingswarmte die daarbij ontstaat, brengt het materiaal in een plastische toestand, zonder dat het smelt. Wanneer het gereedschap voortbewogen wordt, wordt materiaal van de voorzijde naar de achterzijde van het gereedschap gedwongen, waarbij de verbinding op elk moment in vaste toestand wordt gevormd. Veelal zijn de gereedschappen voorzien van een soort schroefdraad die het materiaal van boven naar onderen stuwt. Met dit proces is het mogelijk om zowel lijnvormige als puntlasverbindingen te creëren. In tegenstelling tot friction spot lassen blijft er echter wel een holte achter op het einde van

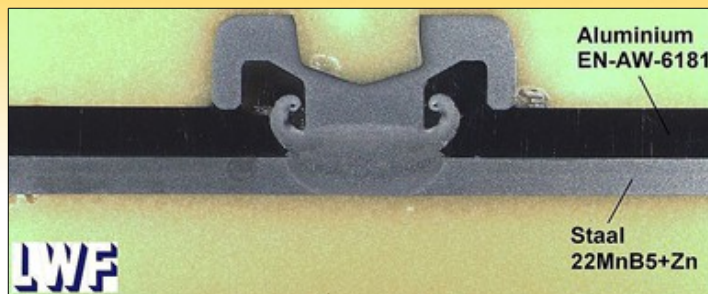
de las. Ook bij FSW treedt geen smelten van de materialen op, zodat de vorming van veelal nefaste intermetallische fasen binnen de perken kan blijven. Daar waar het rotationeel wrijvingslassen beperkt is door het feit dat minstens een van de stukken rotatiesymmetrisch moet zijn, laat FSW het stomp- en overlappen van platen en profielen toe. Zie **figuren 11 en 12**.

Laserlasprocessen

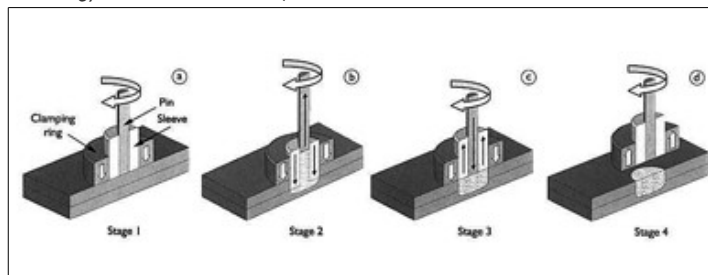
Het laserlassen heeft ten opzichte van de conventionele booglasprocessen een aantal voordelen. Zo is het lasproces veel sneller en wordt er beduidend minder warmte in het basismateriaal gebracht. Dit levert een zeer smalle las op met een relatief diepe penetratie, tot diverse millimeters diep en met weinig vervorming. Sommige ongelijksoortige materialen kunnen vaak zonder toevoegmateriaal direct gelaserlast worden. Een aantal laserlasprocessen laten een heel gecontroleerde warmte-inbreng toe, wat zeker bij dun plaatmateriaal bijkomende mogelijkheden biedt. Cruciale factoren bij het laserlassen zijn de positionering van de laserstraal, alsook de inklemparaatuur en de open stand, die zo klein mogelijk moet zijn. Om het probleem van deze beperkingen en precieze voorbereiding op te lossen werd het hybride laserlassen ontwikkeld. Specifiek voor het verbinden van aluminium en staal werden het hybride laser-MIG en hybride laserplasma op punt gesteld.

Booglasprocessen

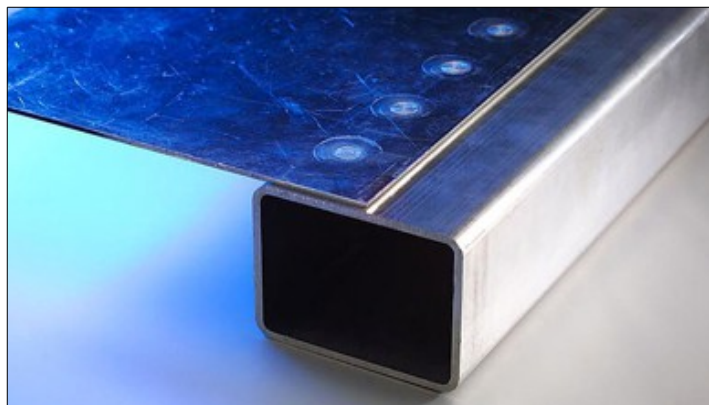
Het 'Cold Metal Transfer' (afgekort CMT) is een variant op het MIG/MAG-lassen. Door de koppeling van het stroom- en spanningsverloop aan de draadaanvoer laat dit proces lassen met zeer geringe warmte-inbreng toe. Na contact met



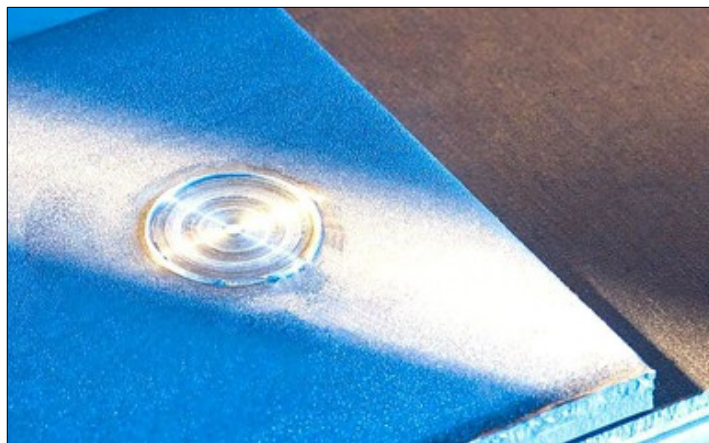
Figuur 6: wrijvingselement lassen (bron: Laboratory of Materials and Joining Technology, Universiteit Paderborn)



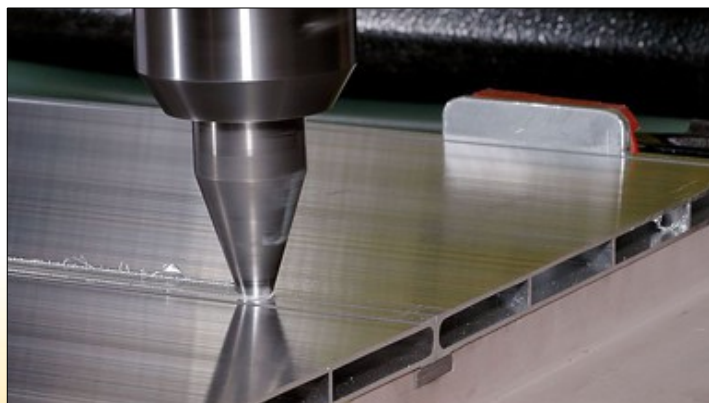
Figuur 7: Friction spot lassen (bron: Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Duitsland)



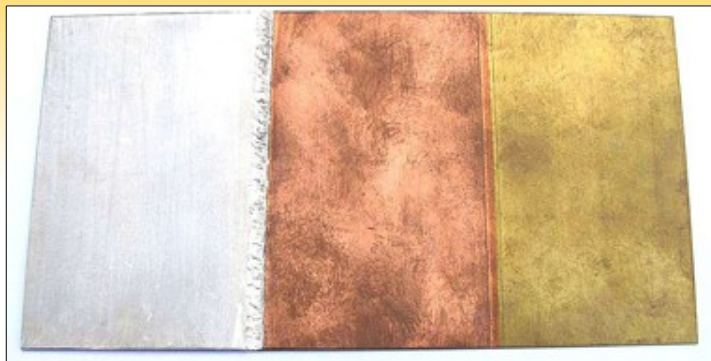
Figuur 8: onderdeel van een BLW 5 serie model (bron : Riftec gmbh, Duitsland)



Figuur 9: Friction spot lassen van aluminium aan staal (bron: Riftec gmbh, Duitsland)



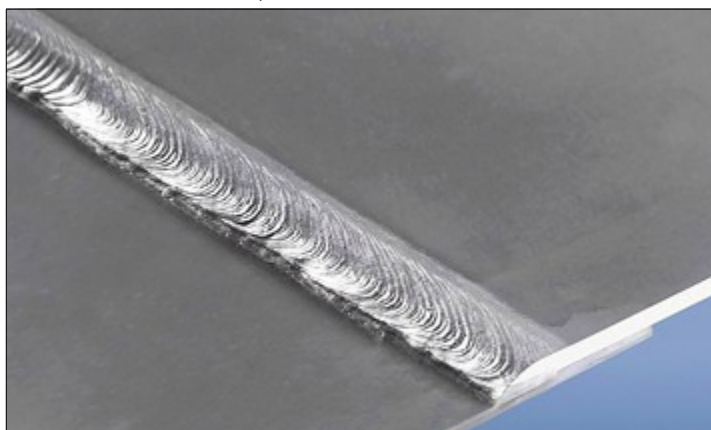
Figuur 10: Friction stir lassen (bron: CEWAC)



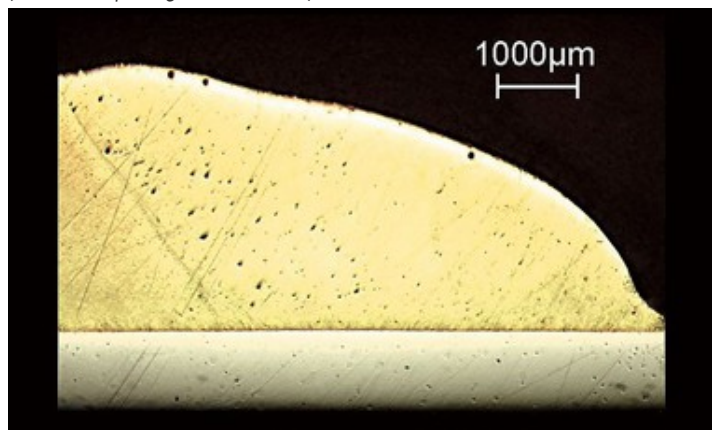
Figuur 11: friction stir lassen van koper aan messing en aan aluminium (plaatdiktes = 0,5 en 0,8 mm; bron: CEWAC)



Figuur 12: friction stir van aluminium 2xxx aan aluminium 6xxx (luchtvaarttoepassing; bron: CEWAC)



Figuur 13a en 13b: overlapverbinding gerealiseerd met het CMT-proces tussen een aluminium bovenplaat en een stalen onderplaat. In de figuur rechts kan gezien worden dat het aluminium in feite aan het staal gebraseerd wordt (bron: Fronius)



het werkstuk wordt de lasdraad een klein stukje teruggetrokken en door beperking van de lasstroom kan de materiaaloverdracht zonder spatten gerealiseerd worden. Het blijkt dat met dit proces aluminium en staal op succesvolle manier verbonden kunnen worden. Door de lage warmte-inbreng kan de vorming van een intermetallische laag sterk ingeperkt worden. De dwarsdoorsnede in **figuur 13** laat ook duidelijk zien dat het aluminium (boven) aan het staal (onder) gebraseerd wordt. Tot dusver spitste het meeste onderzoek zich toe op het verbinden van aluminium aan gegalvaniseerd staal, daar de zinklaag de bevochtiging door het gesmolten aluminium verbetert. Zie **figuren 13a en 13b**.

Elektromagnetisch puls lassen
Elektromagnetisch puls lassen behoort tot de groep van de druk-

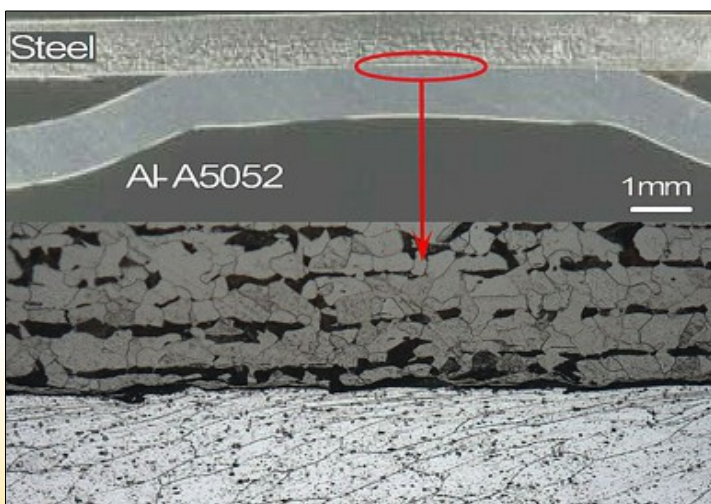
lasprocessen. Bij deze lasprocessen kan een metaalbinding verwezenlijkt worden tussen twee oppervlakken door ze tegen elkaar te drukken. Magnetisch puls lassen is een druklasproces waarbij de vervorming en de impact gebeuren aan een zeer hoge snelheid, net zoals bij het explosielassen. De explosieve kracht wordt echter gegenereerd op een veilige manier, namelijk via een inductiespoel. Dit procedé bezit de mogelijkheid om verbindingen te realiseren tussen sterk verschillende metalen en legeringen, die met de conventionele smeltlasprocedures moeilijk te verbinden zijn. Zie **figuren 14a en 14b**.

OPROEP TOT DEELNAME AAN ONDERZOEKSPROJECT

Uit het voorgaande mag duidelijk worden dat ontwikkelingen in het

lasgebeuren nieuwe mogelijkheden bieden voor de realisatie van kwaliteitsvolle ongelijksoortige verbindingen. De keuze van de meest geschikte techniek is afhankelijk van de toepassing, seriegrootte en aard van de verbinding (puntlas, overlap of stomplas). Momenteel is er weinig objectieve kennis beschikbaar over de technische haalbaarheid van het gebruik van deze processen voor bepaalde materiaalcombinaties of producten, noch over de eventuele verhoging van de productiviteit of de te behalen laskwaliteit. Het economisch voordeel dat de inzet van deze innovatieve processen voor de industrie kan betekenen, is dus niet gekend. Bij voldoende industriële interesse zal een collectief onderzoeksproject opgestart worden naar het verbinden van ongelijksoortige materialen in plaatvorm. Het project

zal inzicht verschaffen in het verbinden van ongelijksoortige materialen en zal bedrijven in staat stellen de geschikte verbindingstechnologie voor hun product te identificeren. De technieken zullen objectief onderzocht worden, zodat de deelnemende bedrijven een onderbouwde keuze kunnen maken over het al dan niet implementeren van een heterogene materiaalverbinding, op basis van toegepast onderzoek. Tijdens het project zullen ook representatieve cases uitgewerkt worden, op basis van de inbreng van de deelnemende bedrijven. Indien u interesse heeft in dit onderzoek, kunt u één van de partners contacteren: BIL (Koen Faes), KU Leuven, Campus De Nayer, Sint-Katelijne-Waver (Patrick Van Rymentant) of CEWAC (Frederik Hendrickx). □



Figuren 14a en 14b: magnetisch puls lassen van plaatmateriaal (bron: PSTproducts)

MEER INFO?

Belgisch Instituut voor Lastechniek vzw

Technologiepark 935
B-9052 Zwijnaarde

Tel.: +32 (0)9/292.14.00
Fax: +32 (0)9/292.14.01

www.bil-ibs.be
info@bil-ibs.be



Joining your future.
Belgisch Instituut voor Lastechniek vzw