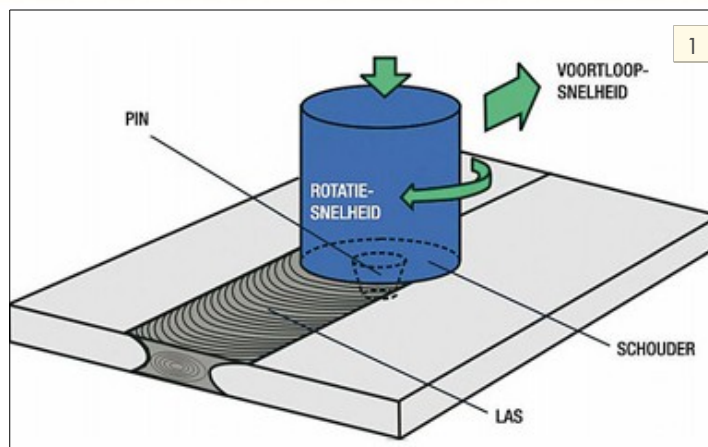


WRIJVINGSROERLASSEN VAN STAAL

HET STEELFSW PROJECT

CEWAC, BIL, BCRC en CENAERO voeren momenteel een collectief onderzoeksproject uit, gesubsidieerd door het Waalse Gewest, i.v.m. het wrijvingsroerlassen van staal. In een eerste fase was het de bedoeling te inventariseren van wat er al bestaat. Het onderzoek richt zich nu op het ontwikkelen van gereedschap, hetzij op basis van vrij in de handel verkrijgbaar materiaal, hetzij uit zelfgeproduceerd materiaal. Er wordt vooral gezocht naar manieren om de slijtage van het gereedschap te verminderen.

Kevin Deplus, BIL en Dorian Gioe, CEWAC



VARIANTEN WOLFRAMCARBIDE

TYPES	CERATIZIT			BOEHLERIT
	TSF22	TSM33	CTF12A	HB44UF
KORRELGROOTTE	0,2 – 0,5	0,5 – 0,8	0,8 – 1,3	ultra fine
HARDHEID (HV30)	1.930	1.590	1.630	1.725
KOBALTGEHALTE (WT%)	8,2	10	6	12
DICHTHEID	14,55	14,5	15	14,05
TREKSTERKTE (MPA)	4.400	3.700	2.600	3.500
BREUKTAAIHEID (MPA*M ^{1/2})	7,5	9,4	10,2	

WRIJVINGSROERLASSEN

Het wrijvingsroerlassen is een koud lasproces. De twee te lassen stukken worden stevig tegen elkaar gedrukt en een roterend gereedschap, dat bestaat uit een pin en een schouder (Figuur 1), wordt in het contactvlak tussen de twee stukken gedrukt. Er wordt een continue, verticale druk uitgeoefend. Deze druk, gecombineerd met de rotatie van het gereedschap, veroorzaakt een lokale plastische vervorming van de te lassen stukken en veroorzaakt een opwarming die voldoende is om het materiaal lokaal in een plastische toestand te brengen. Het gereedschap kan dan de lasnaad volgen en, gemengd door de rotatie van het gereedschap, vloeit het materiaal van de voorkant naar de achterkant, om zo de lasverbinding te vormen. Tot 2000 was de toepassing van de wrijvingsroerlassen vooral geconcentreerd op aluminium, omdat de mechanische eigenschappen van aluminium het gebruik van stalen gereedschap toelaten, zonder echter een uitgesproken slijtage te veroorzaken. Sinds enige jaren wordt dit lasproces bestudeerd met het oog op een toepassing bij staal en het is dan ook in dit kader dat het project Steelfsw ingediend werd.

WRIJVINGSROERLASSEN VAN STAAL

Om staal te kunnen wrijvingsroerlassen, moet de temperatuur die aan de interface nodig is om het te lassen stuk in een plastische toestand te doen overgaan, hoger zijn dan 1.000 °C. Bijgevolg zijn er aanzienlijke krachten nodig om deze warmte te genereren en de verticale druk die het gereedschap ondergaat, kan oplopen tot 130 MPa. Dit betekent ook dat het materiaal waarvan het gereedschap gemaakt is, op deze temperaturen zijn goede mechanische eigen-

schappen moet behouden en inert moet blijven ten opzichte van het te lassen staal. Op dit ogenblik zijn er twee types gereedschap voor wrijvingsroerlassen in de handel die staal kunnen lassen. Bij de materialen waarvan dit gereedschap gemaakt is, vindt men ofwel PCBN (polykristallijn boornitride), ofwel W-Re (wolframrhenium). Door hun zeldzaamheid of door het specifieke fabricageproces is dit gereedschap extreem duur (tussen 3.000 en 4.500 US\$). Daarom is een van de doelstellingen van het Steelfsw-project om de mogelijkheden te bekijken om minder kostbare materialen te gebruiken, waarbij men dan wel moet aanvaarden dat die een minder lange levensduur hebben. De tot nu toe bestudeerde materialen zijn verschillende varianten van wolframcarbide uit de gewone handel (Tabel). Er werd al gereedschap met een relatief eenvoudige geometrie gefabriceerd en een reeks lassen uitgevoerd op een roestvast staal 304L-plaat van 3 mm dikte.

PROEVEN

De parameters die een operator op een wrijvingsroerlasmachine kan bijstellen zijn de rotatiesnelheid, de verticale druk, de voortloopsnelheid en de 'tilt angle' (de hellingshoek van de kop ten opzichte van de verticale as). Door met deze vier parameters te spelen, moeten de voorwaarden geschapen worden om enerzijds voldoende warmte en materiaal-menging te verkrijgen opdat er zich een foutloze lasverbinding zou

Figuur 1: principe van het wrijvingsroerlassen

Figuur 2: slijtage van het gereedschap (gedeeltelijke breuk van de pin)

Figuur 3: slijtage van het gereedschap (volledige breuk van de pin)

Figuur 4: las in vol materiaal, uitgevoerd met gereedschap met een eenvoudige geometrie



vormen, maar anderzijds moet het gereedschap deze lasparameters aankunnen. Om dit op te lossen, zijn deze twee problematieken afzonderlijk behandeld: te weten die van de las en die van het gereedschap. Met andere woorden, allereerst moet men te weten komen wat het gereedschap kan verdragen, om vervolgens te bepalen of het mogelijk is te lassen, rekening houdend met wat het gereedschap kan verwerken. De kritische parameter waarmee rekening gehouden is, is de verticale druk die op het gereedschap uitgeoefend wordt. In functie van deze druk konden er twee types beschadiging vastgesteld worden:

- als de verticale druk zeer laag is, is de gegenereerde warmte onvoldoende en breekt de pin onvermijdelijk volledig af of vertoont die minstens een reeks gedeeltelijke breuken (**Figuur 2 en 3**),
- als de verticale druk te hoog is, veroorzaakt het samengaan van de druk, uitgeoefend op het gereedschap en de temperatuur, op het contactpunt, kruip van het gereedschap (**Figuur 5**).

Door een middenweg te kiezen tussen deze twee extremen, wordt het mogelijk de andere parameters zo te laten variëren dat de correcte las bereikt wordt.

Proeven met commercieel beschikbaar materiaal

Met gebruik van standaardstaven uit de reguliere handel zoals vermeld in de tabel, werd er gereedschap met een eenvoudige geometrie gemaakt. Met dit gereedschap werden er lassen in volle plaat uitgevoerd.

Proeven uitgevoerd met commercieel beschikbaar materiaal in een complexe geometrie

Samen met de firma Boehlerit werd er gereedschap met een meer complexe geometrie bestudeerd (**Figuur 6**). Op die manier werd de geometrie, die verondersteld wordt een cruciale rol te spelen, zo bijgesteld dat die minder aanleiding geeft tot slijtage. Om de doorbuiging te vermijden waaraan de schouder onderhevig is, eens boven bepaalde temperaturen en drukken (zoals geïllustreerd in **Figuur 4**), werd een schouder met een convexe geometrie gebruikt. Daardoor draagt een groter deel van de schouder bij aan de plastische vervorming van het materiaal en laat het toe om de belasting van de pin te verminderen. Bovendien wordt dit gereedschap ingeklemd gebruikt, waardoor de kruip van het gereedschap gedeeltelijk geblokkeerd wordt. Dit zorgt ervoor dat het mogelijk is nog hogere temperaturen te bereiken.

RESULTATEN

Resultaten van de proeven met commerciële proefstaven

Uit de verschillende carbides, vermeld in Tabel 1, is het wolframcarbide gelegeerd met 8% kobalt (TSF22) van de firma CERATIZIT die bij een breed

scala van toegestane verticale druk niveaus bruikbaar was. Meerdere lassen werden uitgevoerd met een gereedschap met een eenvoudige geometrie, vervaardigd van dit materiaal, waarbij verschillende rotatiesnelheden, voortloopsnelheden en hellingshoeken gebruikt werden. Tot slot, en dit keer bij de gunstige voorwaarden, zoals vermeld in het deel 'Proeven' hierboven, kon men een las van 40 cm lang realiseren met een snelheid van 30 mm/min (**Figuur 4**). Op het einde van het lasproces vertoonde het gereedschap slechts een matige slijtage.

Resultaten van de proeven met gereedschap van commercieel materiaal met een complexe geometrie

De wijzigingen in de geometrie van de voormelde gereedschappen bleken van zeer groot belang. Een eerste laslengte van 40 cm werd uitgevoerd in volle plaat en daarna werd er een stuiklas gemaakt, zoals geïllustreerd in **Fig. 8**. Na deze twee lassen was er geen noemenswaardige beschadiging te zien op het gereedschap (**Fig. 7**). Bovendien konden de gebruikte snelheden verdubbeld worden t.o.v. die met de gereedschappen met een eenvoudige geometrie. Daarbij vertoonden de radiografische onderzoeken van de gelaste platen geen aanwezigheid van mogelijke deeltjes, afkomstig uit het gereedschap.

CONCLUSIE/VERDER WERK

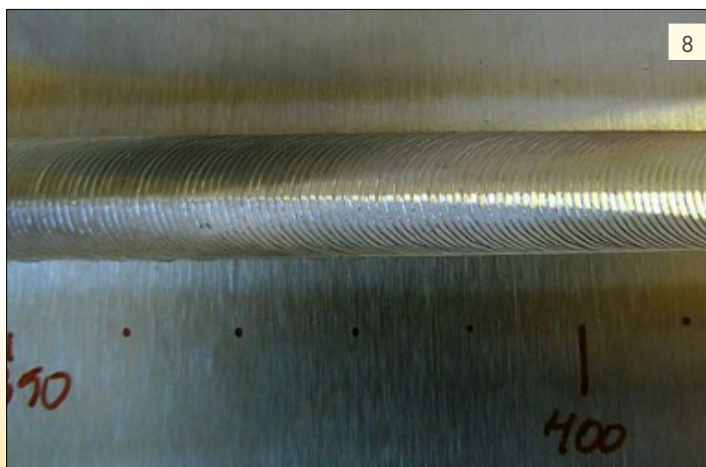
De tot nu toe bekomen resultaten zijn zeer bemoedigend en het is zeer waarschijnlijk dat er goedkopere alternatieven bestaan dan de commerciële gereedschappen. In het kader van dit project is aangetoond dat wolframcarbides, gecombineerd met zorgvuldig gekozen parameters, nu al een technisch realistisch alternatief vertegenwoordigen. Om de twee oplossingen objectief te kunnen vergelijken, moet nu nog bepaald worden wat de levensduur van het geoptimaliseerde gereedschap en de commerciële gereedschappen zijn, om zo te bepalen wat de meest economisch verantwoorde oplossing zal blijken. Deze materialen zullen ontwikkeld worden door het BCRC. Wij nodigen ondernemingen die geïnteresseerd zijn in dit proces of die hier meer inlichtingen over wensen – of het nu gaat over zijn toepassing op legeringen met een laag of een hoog smeltpunt – om contact op te nemen met het CEWAC (info@cewac.be) of het BIL (kevin.deplus@bil-ibs.be). □

Figuur 5: slijtage door kruip van het gereedschap (verbreding van de randen van de schouder)

Figuur 6: convexe gereedschap met een laterale versteviging om kruip te verminderen

Figuur 7: gereedschap van figuur 6, na twee lassen van 40 cm

Figuur 8: stuiklas uitgevoerd met een gereedschap met complexe geometrie



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

