

ONTWIKKELINGEN ONDER POEDERDEK LASSEN ZIJN COOL

QUEESTE NAAR HOGERE PRODUCTIVITEIT

Het mechaniseren en automatiseren van diverse lasprocessen in de industrie is enorm toegenomen. Een van de booglasprocessen waarbij dit zo is, is ongetwijfeld het onder poederdeklussen waarbij heel wat variaties werden ontwikkeld voor specifieke toepassingen in staal. De meest recente innovatie is het twinarc lassen met toevoeging van een koude draad.

Ing. Tim Buyle, IWE, EWE

LASSEN ONDER POEDER

Het booglassen onder poederdek is bijna net zo oud als het lassen met beklede elektroden. Het was echter pas na WOII dat de technologische randvoorwaarden werden geschapen om dit proces praktisch uitvoerbaar te maken. Het principe is vrij eenvoudig: een (verkooperde) elektrodedraad wordt door een draadvoermecanisme continu van een haspel naar de elektrische vlamboog gevoerd, waarbij de snelheid automatisch afgestemd wordt op de afsmeltsnelheid, waardoor de booglengte kan worden geregeld. De vlamboog, het smeltbad, een deel van de draad en een deel van het werkstuk zijn daarbij bedekt met een laag laspoeder. Dat maakt dat de lasboog niet zichtbaar is. Een deel van het poederdek smelt, heeft een reinigende werking en drijft naar boven op het smeltbad waar het vervolgens stolt tot een beschermende slaklaag over het smeltbad. Het niet omgesmolten poeder wordt afgezogen en kan weer worden gebruikt.

Tot een paar tientallen jaren geleden werd het poederdek lassen voornamelijk gebruikt in zijn oorspronkelijke opzet, waarbij één draad van een haspel werd afgerold en onder de poederlaag werd omgesmolten tot een lasverbinding. Sindsdien zijn er tal van varianten op dit oorspronkelijke proces ontwikkeld voor specifieke toepassingen.

PRODUCTIVITEIT

De mogelijkheid van het toepassen van zeer hoge lasstromen op één enkele massieve draadelektrode (> 600 A) geeft het onder poederdeklussen buitengewoon hoge neersmeltsnelheden. De lasstroom wordt immers via de contacttip direct bij de vlamboog op de lasdraad overgebracht. Het stroomvoerend draadgedeelte smelt hierdoor zeer snel af, zonder daarbij overbelast te raken. Het proces smelt een groot lasvolume neer van hoge kwaliteit – zonder poreusheid of insluitingen en met een diepe inbranding – tegen een geringe kostprijs in een ruim toepassings-

gebied. Dankzij de ontwikkelingen van diverse draad/poeder combinaties blijven de mechanische eigenschappen (sterkte en kerftaaiheid) overeind ondanks de grote warmte-inbreng (heat input). Het gladde lasuiterlijk zonder tekening en zonder lasspatten maakt slijpen of machinaal nabewerken tot een zeldzaamheid. De slak lost in de meeste gevallen vanzelf waardoor het proces minder arbeidsintensief wordt, de kosten worden verlaagd en de productiviteit wordt verhoogd. De beperking van het systeem wordt opgedrongen door het poederdek en maakt dat het proces alleen geschikt is voor het lassen in horizontale posities en bij goed gesloten naden.

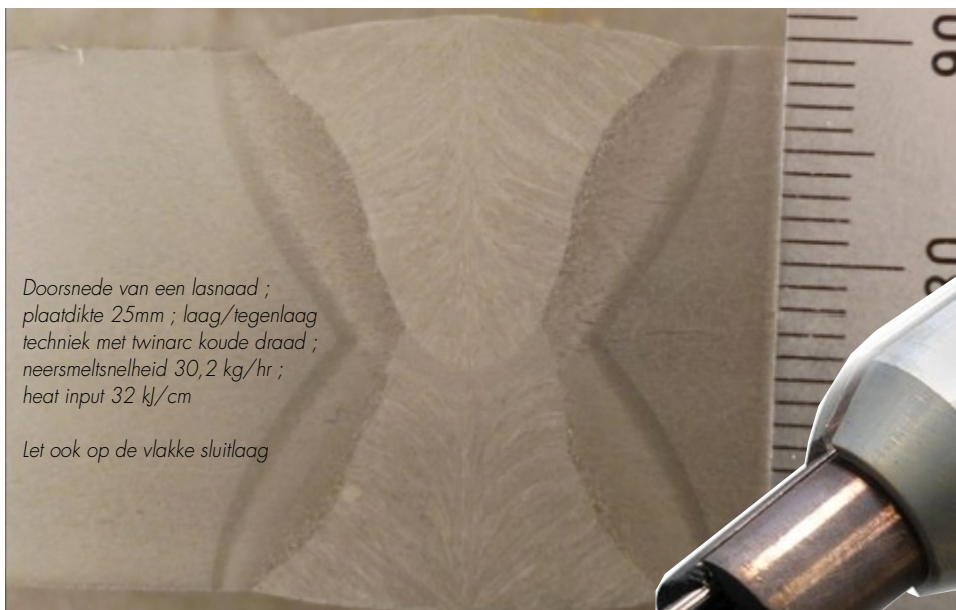
"DE MOGELIJKHEID VAN HET TOEPASSEN VAN ZEER HOGE LASSTROMEN OP ÉÉN ENKELE MASSIEVE DRAADELEKTRODE GEEFT HET ONDER POEDERDEKLUSSEN BUITENGEWOON HOGE NEERSMELTSNELHEDEN"

HET BELANG VAN STICKOUT

De lasstroom wordt overgedragen in de contacttip. Om de elektrische vlamboog te bereiken moet de stroom nog door een klein stukje van de lasdraad vloeien. Dit vrije draadeinde, ook wel stick-out genoemd, is een van de meest miskende parameters van het poederdek lassen. De stick-out gedraagt zich als een Ohmse weerstand tijdens het lassen, waardoor er warmte-ontwikkeling ontstaat wanneer de lasstroom vloeit. Hoe langer het draadeinde, hoe hoger de warmte. Dit effect maakt dat de draad wordt voorverwarmd waardoor de neersmeltsnelheid met 25 tot 50% kan toenemen. Tegelijk ontstaat een spanningsval over de stick-out die inbranding vermindert. Het 'Long Stick-out' lassen is een variant van het onder poederdek lassen waarbij een relatief lang draadeinde resulteert in een hogere lassnelheid, een mooi lasuiterlijk en een smalle warmte beïnvloede zone (HAZ) met betere kerftaaiheid.

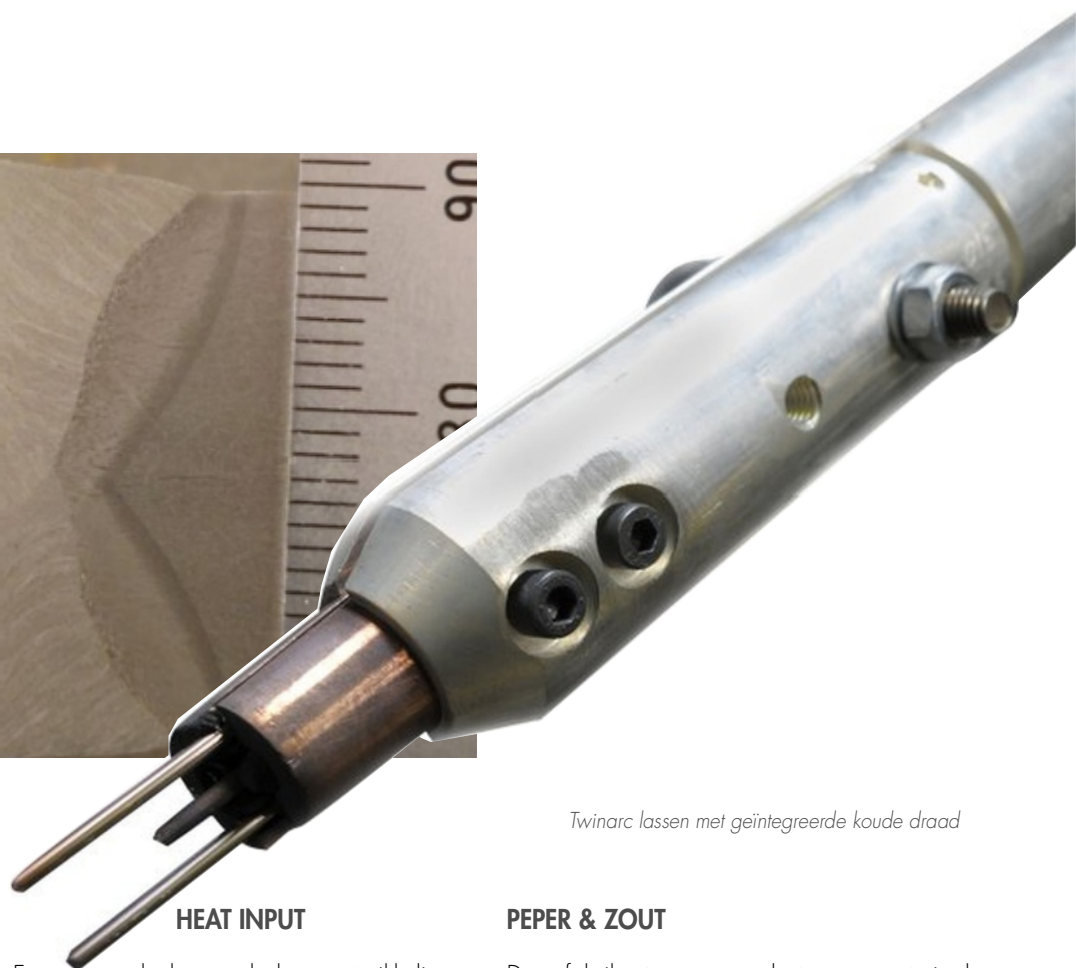


Twinarc lassen



Doorsnede van een lasnaad ;
 plaatdikte 25mm ; laag/tegenlaag
 techniek met twinarc koude draad ;
 neersmeltsnelheid 30,2 kg/hr ;
 heat input 32 kJ/cm

Let ook op de vlakke sluitlaag



Twinarc lassen met geïntegreerde koude draad

EÉN DRAAD, MEERDERE DRADEN & STRIP

Een drijfveer voor de ontwikkeling van variërende processen is het opvoeren van de neersmeltsnelheid. Hierdoor evolueerde het klassieke ééndraadsproces tijdens de afgelopen decennia naar verschillende meerdraadssystemen (twin arc, tandem arc, multiple arc) en zelfs striplassen (bandlassen). Telkens gaat de neersmeltsnelheid met een factor omhoog. De toename van de warmte-inbreng is evenredig, waardoor er beperkingen zijn voor bepaalde staalsoorten. Ook de grote vervorming en/of interne spanningen na het lassen met hoge heat input zijn een pijnpunt.

LASTOEVOEGMATERIALEN

Parallel met de evoluties van de meerdraadssystemen werden gevulde draden ontwikkeld die de productiviteit een nieuwe boost gaven. Maar het kan nog sneller, dankzij de toevoeging van ijzerpoeder aan het smeltbad.

Een nadeel van al deze ontwikkelingen en de meerdraadssystemen in het bijzonder is dat door de hogere stroombelasting van de draden ook de warmte-inbreng stijgt. Dit leidt tot langere afkoelsnelheden in het kritische gebied tussen 800 en 500°C, met in het algemeen een negatieve invloed op de kerftaaiheid. Toch zijn er oplossingen ontwikkeld om een verhoogde neersmeltsnelheid te bereiken met behoud van mechanische eigenschappen.

**"HET KLASSEKKE ÉÉNDRAADSPROCES
 EVOLUEERDE TIJDENS
 DE AFGELOPEN DECENNIA NAAR
 VERSCHILLENDE MEERDRAADSSYSTEMEN
 (TWIN ARC, TANDEM ARC, MULTIPLE ARC)
 EN ZELFS STRIPLASSEN (BANDLASSEN)"**

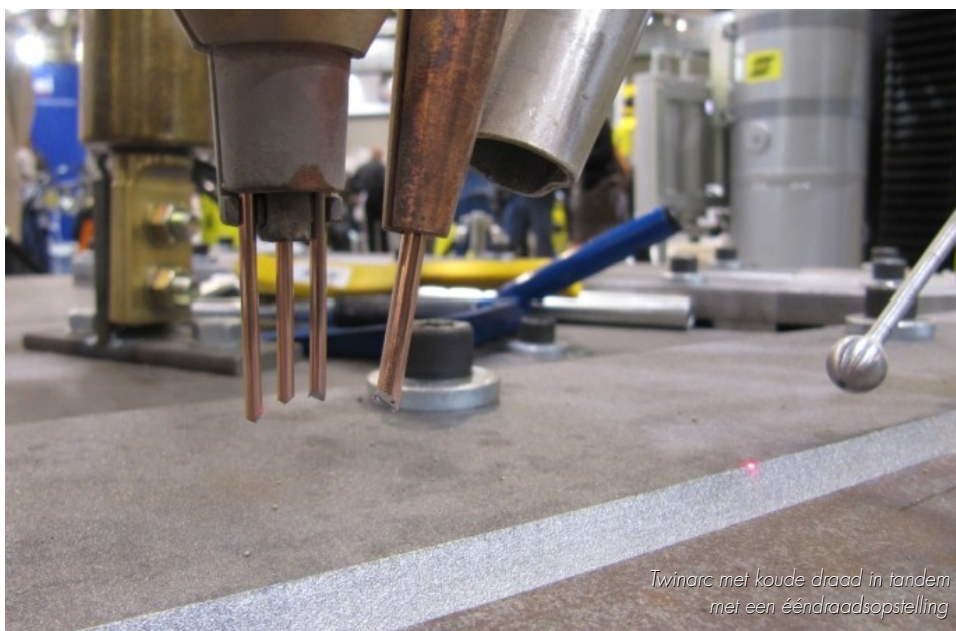
HEAT INPUT

PEPER & ZOUT

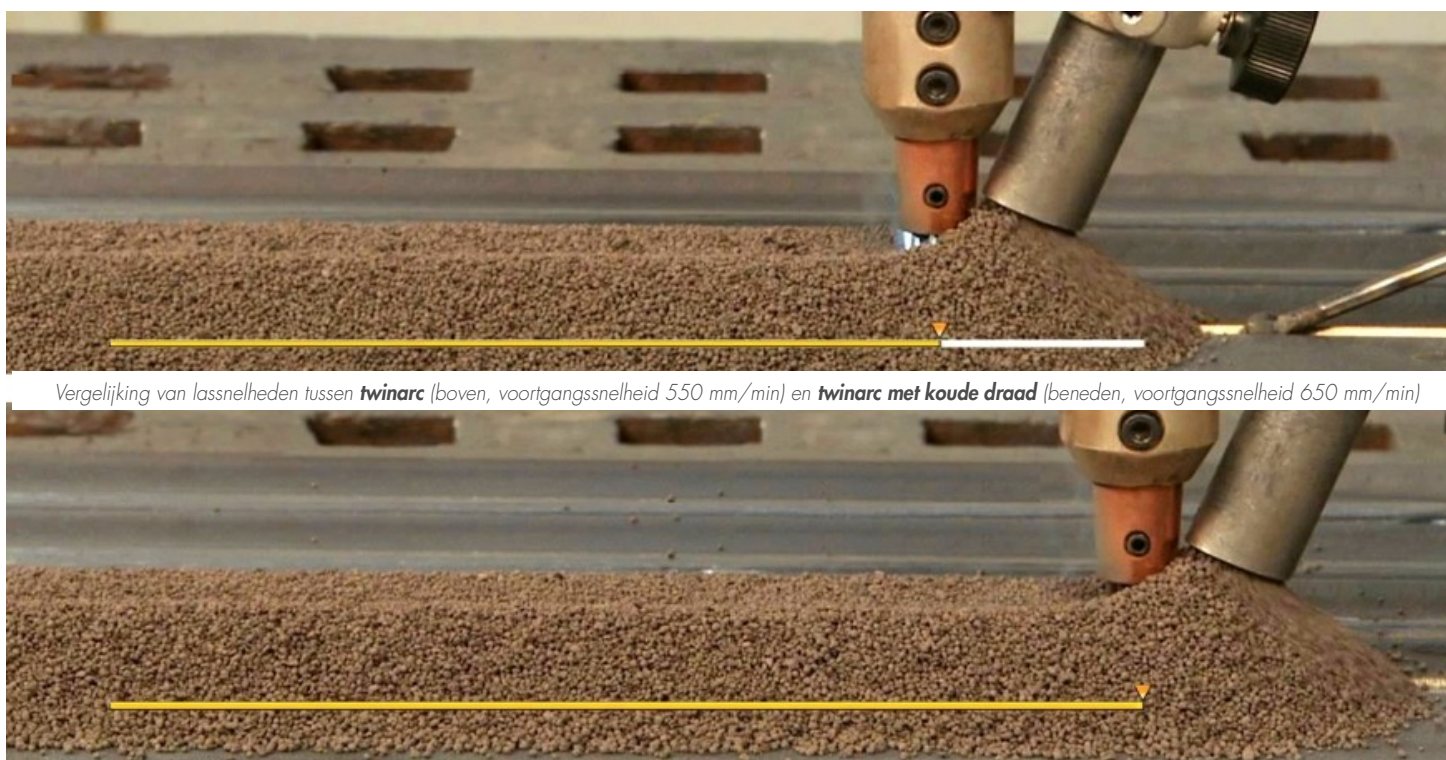
De fabrikanten van lastoevoegmateriaal hebben micro-legeringstechnieken toegepast bij de ontwikkeling van lasdraden voor meerdraadssystemen, waardoor de mechanische eigenschappen van de lasnaad kunnen worden bijgestuurd. De hoge neersmeltsnelheid maakt dat een ongunstige hoogte/breedte verhouding ontstaat in de lasnaad. Door toevoeging van Ti (titaan) en B (boor) wordt de vorming van aciculair ferriet bevorderd en wordt het korrelgrensferriet onderdrukt, waardoor de scheurgevoeligheid aanzienlijk afneemt. Bij de productie van dikwandige transportleidingen kunnen dankzij deze toevoegmaterialen langsnaden worden uitgevoerd met een 5-draadstelsel in één laspas, met de gewenste mechanische eigenschappen. Bovendien verschuift de overgangstemperatuur (bros/taai overgang) naar lagere temperaturen bij gebruik van de juiste draden.

KOUDE DRAAD

Niet alleen lastoevoegmaterialen (draad/poeder combinaties) worden geoptimaliseerd voor een hogere stroombelastbaarheid. Door innovatieve aanpassingen aan het proces zelf kan de warmte-inbreng worden geregeld met behoud en/of verhoging van de neersmeltsnelheid. Net voor het begin van het nieuwe millennium werden experimenten uitgevoerd met de toevoeging van een niet stroomvoerende draad die ter hoogte van de vlamboog in het smeltbad wordt afgesmolten. Deze 'koude' draad smelt o.i.v. de hoge temperatuur van het smeltbad en heeft een zeker afkoelend effect. Wanneer de koude draad met dezelfde snelheid wordt aangevoerd naar het smeltbad, spreekt men van 'Synergic Cold Wire'. Maar de draadsnelheid van de koude draad kan net zo goed onafhankelijk worden ingesteld. De introductie van een niet stroomvoerende toevoegdraad werd aanvankelijk toegepast op het klassieke ééndraads onder poederdek lassen. Uitgebreide studies over de positionering van de



Twinarc met koude draad in tandem met een ééndraadsopstelling



Vergelijking van lassnelheden tussen **twinarc** (boven, voortgangssnelheid 550 mm/min) en **twinarc met koude draad** (beneden, voortgangssnelheid 650 mm/min)

draad – ‘leading’ (voor de elektrode) of ‘trailing’ (achter de elektrode) – hebben aangetoond dat er nauwelijks invloed is op de mechanische eigenschappen zoals sterkte en taaiheid, maar hebben wel aan het licht gebracht dat de positie van de draad een grote invloed heeft op de inbrandingsdiepte. Een naslepende koude draad heeft een gunstig effect op de inbrandingsdiepte.

"DANKZIJ HET AFKOELEND EFFECT IN HET SMELTBAD KAN MET EEN HEAT INPUT WORDEN GELAST VAN 30kJ/CM TOT 40kJ/CM AAN HOGE REKRENS STAALSOORTEN MET BEHOUD VAN DE GEWENSTE MECHANISCHE EIGENSCHAPPEN IN DE LASVERBINDING"

HEAT INPUT REDUCTIE

Uit diverse studies blijkt dat de toevoeging van deze koude draad zorgt voor een lagere warmte-inbreng in vergelijking met de nominale warmte-inbreng van het conventioneel onder poederdeklassen, omdat de draad zelf warmte onttrekt aan het smeltbad. Op die manier kan een heat input reductie factor worden gedefinieerd, gebaseerd op de diameters van de stroomvoerende draad en de koude draad en hun respectievelijke aanvoersnelheden. Hardheidsmetingen op proefstukken in diverse staalsoorten tonen aan dat de hardheden in de HAZ (heat affected zone) algemeen iets hoger liggen bij lassen met koude draad toevoer, wat wijst op een grotere afkoelsnelheid in vergelijking met het klassieke onder poeder lassen. Ook temperatuursmetingen aan het oppervlak van het smeltbad tonen wezenlijke verschillen aan. Alles wijst op een lagere effectieve warmte-inbreng in het werkstuk. De huidige definitie en berekening van de warmte-inbreng (heat input) is ontoereikend voor dit innovatieve lasproces. De notie van effectieve heat input, naast de begrippen ‘arc energy’ en heat input, is wenselijk om het proces goed te kunnen beschrijven. Dankzij het afkoelend effect in het smeltbad kan met een heat input

worden gelast van 30kJ/cm tot 40kJ/cm aan hoge rekgrens staalsoorten met behoud van de gewenste mechanische eigenschappen in de lasverbinding. De lagere effectieve warmte-inbreng zorgt tevens voor minder vervorming van het werkstuk.

EFFECT OP LASKOSTEN

Toevoeging van een koude draad bij het onder poederdeklassen met één draad levert een verhoging van de totale neersmeltsnelheid van minimaal 35% bij het lassen van de eerste laag (root pass). Voor de vullagen bedraagt de winst meer dan 65% en voor de sluitlagen kan de neersmeltsnelheid haast worden verdubbeld (toename van 95%). Rekening houdend met gelijk blijvende arbeidskosten in de vergelijking van de laskosten per meter tussen het klassieke proces en het proces met koude draad toevoer, ligt een totale besparing van minstens 25% voor het grijpen.

PATENT

De succesvolle methodiek van koude draad werd de afgelopen jaren verder onderzocht en heeft geleid tot een patentaanvraag in 2011 voor een ‘geïntegreerde koude draad in het twinarc proces’. De publicatie van het patent gebeurde in 2015. Zweedse onderzoekers plaatsten de koude draad volledig elektrisch geïsoleerd en parallel tussen de twee draden van het twinarc proces. Het twinarc lassen was tot dan het meest productieve meerdraadsproces dat gebruik maakte van één enkele stroombron. In deze nieuwe configuratie blijkt de neersmeltsnelheid aanzienlijk te verhogen, vergelijkbaar met eerdere ontwikkelingen bij het één draad system, terwijl het proces nog beter kan worden beheerst. Bovendien blijkt de snelheid van de koude draad invariant voor de afkoelsnelheid in het gebied van 800-500°C, waardoor deze afzonderlijk kan worden bijgestuurd in functie van de positie in de verbinding: eerste laag, vullaag of sluitlaag. De koude draad wordt typisch aangevoerd met

snelheden in het bereik van 10 tot 100% van de ingestelde draadsnelheid van de stroomvoerende draden. De koude draad werkt echter wel verstoring in de vlamboog van het twinarc proces, waardoor een efficiënte regeling (sturing) tijdens het lassen noodzakelijk is. Het is vandaag technisch mogelijk om met één stroombron en de integratie van de koude draad in twinarc een neersmeltsnelheid te bereiken van 34 kg/u. Ter vergelijking: het originele onder poederdeklassen met een 4 mm massieve draad haalt een neersmelt van ongeveer 8 kg/u en een klassieke twinarc ongeveer 15 kg/u.

LASPROCEDUREKWALIFICATIES

Twinarc lassen met geïntegreerde koude draad krijgt het procesnummer 121-C volgens de EN ISO 4063. Het proces kan worden gekwalificeerd volgens de regels van EN ISO 15614 mits een aantal bijzondere restricties, waaronder het proces zelf. Kwalificatie met koude draad kwalificeert niet voor lassen zonder koude draad en omgekeerd. De snelheid van de koude draad, de diameter en de nominale samenstelling zijn essentiële parameters. Let op: er is géén geldigheidsgebied voor deze parameters vastgelegd.

CONCLUSIE

Eens te meer wordt aangetoond dat het zinvol is om klassieke booglasprocessen, zoals het onder poeder lassen, nog steeds verder te ontwikkelen en hierdoor eerdere grenzen te verleggen. Verhoging van de productiviteit als gevolg van een verhoogde neersmelt is stevast gekoppeld met een aanzienlijke verhoging van de warmte-inbreng en alle mogelijke negatieve gevolgen voor de mechanische eigenschappen zoals sterkte, kerftaaiheid en hardheid. Door innovatie kunnen de grenzen aanzienlijk worden verlegd en is hogere productiviteit met behoud van eigenschappen mogelijk, ook bij hoge rekgrens staalsoorten. Twinarc lassen met geïntegreerde koude draad is daar een mooi voorbeeld van. □