

# Verhoogde productiviteit bij het lassen van roestvaststalen pijp

Nieuwe technologie verhoogt lassnelheid en verlaagt warmte-inbreng

De neersmeltsnelheid van een conventioneel MIG/MAG-proces, en daarmee de productiviteit, kan worden verhoogd door de draadaanvoersnelheid te verhogen. Dit is echter alleen mogelijk als de lastoepassing dit toestaat en als de kwaliteit niet in het geding komt. Een hogere draadaanvoersnelheid gaat vaak gepaard met een hogere warmte-inbreng en dit kan een ongunstige invloed hebben op de mechanische eigenschappen van het lasmetaal en basismateriaal. Lincoln Electric heeft een nieuw gepulseerd MIG/MAG-proces ontwikkeld waarmee met hogere draadaanvoersnelheid gelast kan worden zonder de genoemde nadelige effecten.

door Peter van Erk, Harm Meelker en Dirk Ritsema



Het door Lincoln ontwikkelde Rapid-X™ lasproces werkt met een kortere booglengthe, waardoor een significant hogere lassnelheid kan worden behaald, terwijl de warmte-inbreng evenredig daalt. De kortere booglengthe, en daarmee het lagere boogvoltage, zorgt er bovendien voor dat de kans op randinkarteling sterk afneemt.

In een veelvoorkomende rvs pijp-pijpverbinding is Rapid-X voor vul- en sluitlagen vergeleken met een conventioneel gepulseerd MIG/MAG-proces (massieve draad) en met een standaard MIG/MAG-proces voor gevulde draad. De grondlaag is in alle gevallen gelast met het STT®-lasproces. Dit artikel presenteert de uitkomsten van dit onderzoek.

### Lasprocedure

Voor elke proef is het pijpmateriaal ASTM A312 TP304L Sch. 40S (323,9mm x 9,53mm) gebruikt. De V-60° naadvoorbewerking gebeurde volgens de industriële standaard. De pijpen werden gehecht met behulp van drie bullets. Een overzicht van de toegepaste lastoefogmaterialen is gegeven in tabel 1. Alle lastoefogmaterialen zijn standaard op de markt verkrijgbare producten.

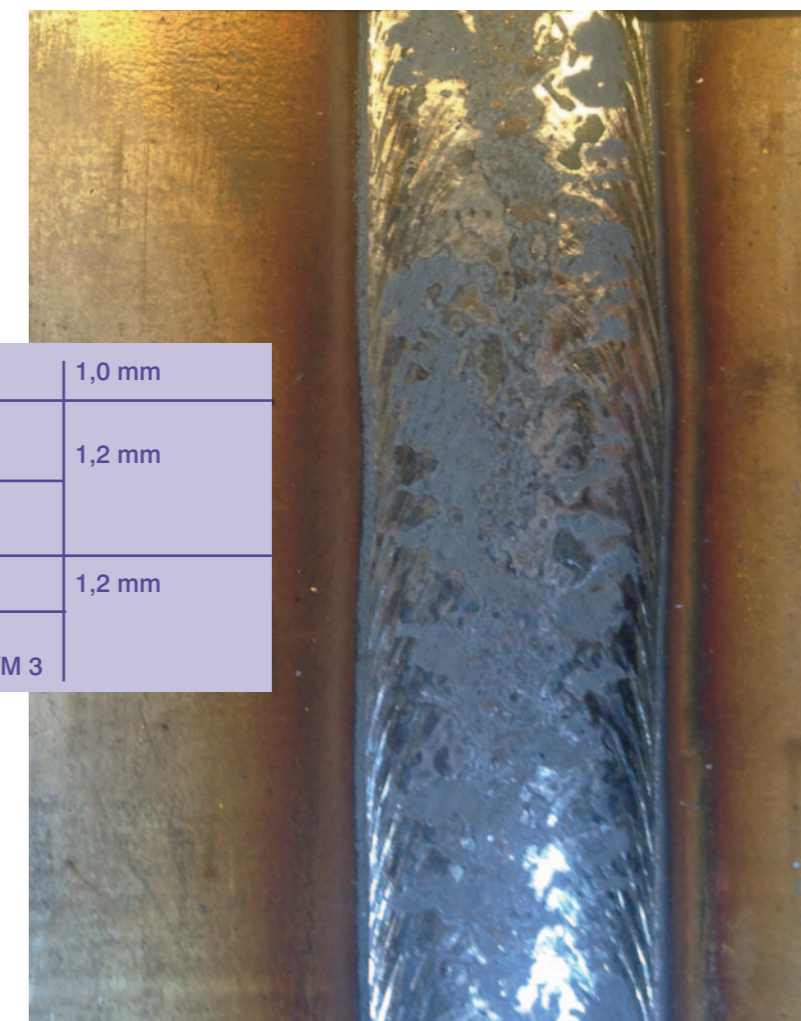
STT	LNM 304LSi	1,0 mm
Gepulseerd MIG/MAG en Rapid-X	LNM 304LSi	1,2 mm
	AWS A5.9 : ER308LSi ISO 14343-A : G 19 9 LSi	
MIG/MAG gevulde draad	Cor-A-Rosta 304L	1,2 mm
	AWS A5.22 : E308LT0-1/-4 ISO 17633-A: T 19 9 L R C/M 3	

Tabel 1 Gebruikte lastoefogmaterialen per proces

Bij de lasprocessen voor massieve draad is beschermgas ISO 14175 - M11 (96% Ar / 3% CO<sub>2</sub> / 1% H<sub>2</sub>) toegepast. Beschermgas ISO 14175 - M21 (80% Ar / 20% CO<sub>2</sub>) is toegepast bij het lassen met een gevulde lasdraad. De grondlaag en het basismateriaal (binnendiameter) zijn gedurende de gehele lasprocedure beschermd met formeergas ISO 14175 - N5 (95% N<sub>2</sub> / 5% H<sub>2</sub>) en een Walter Schnorrer WS 300 'backing systeem'.

Alle STT-grondlagen zijn handmatig gelast in een roterende pijp (laspositie PA / 1G-R). Er is gebruikgemaakt van een niet-synergisch lasprogramma waarbij de piek-stroom, grondstroom en draadsnelheid onafhankelijk van elkaar ingesteld konden worden door de lasser.

Ook de vul- en sluitlagen zijn gelast in een roterende pijp, echter met behulp van een simpele gemechaniseerde oplossing – een 'pendelautomaat'. Hierbij kan de lasser de contacttip-werkafstand, draadpositie en zwaai-beweging tijdens het lassen aanpassen. Dit resulteert, zoals te zien in figuur 1, in een uitstekend visueel uiterlijk van de las, optimale productiviteit en kwaliteit en beperkte lichamelijke belasting van de lasser.



Figuur 1 Uiterlijk van de sluitlaag, gelast met Rapid-X

Proces	Draadsnelheid (m/min)	Voltage (V)	Stroomsterkte (A)
STT	4,7	15,5	255 (P) / 80 (B)
Rapid-X	8	23	* 213 (vullaag) - 220 (sluitlaag)
Gepulseerd MIG/MAG	7	25	* 210 (vullaag) - 215 (sluitlaag)
MIG/MAG gevulde draad	8	27	* 205 (vullaag) - 220 (sluitlaag)

Tabel 2 Gebruikte lasparameters per lasproces. \*) dit zijn gemiddelde waarden

**Resultaten**

De gelaste verbindingen werden destructief getest om de mechanische eigenschappen te bepalen. De treksterkte (dwars) en kerfslagwaarden werden bepaald en buigproeven over de grond- en sluitlaag werden uitgevoerd. Ook werd de laterale expansie van de kerfslagstaven bepaald, aangezien dit vaak een onderdeel is van de specificaties voor austenitisch roestvast staal in cryogene toepassingen. De testresultaten zijn vermeld in tabel 3, waarbij vermeld moet worden dat de kerfslagstaven met gereduceerde

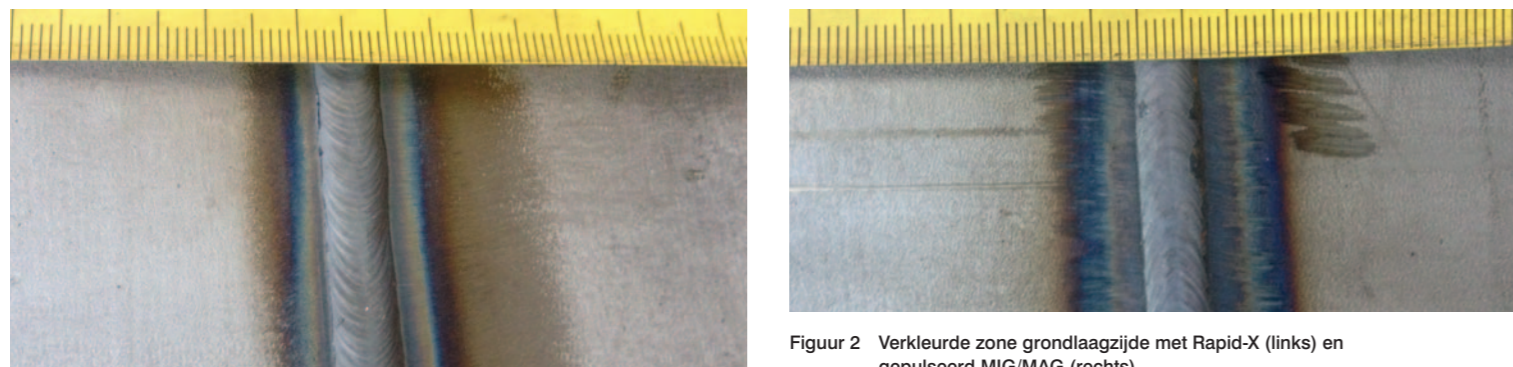
dikte (5 mm i.p.v. 10 mm) zijn toegepast in verband met de wanddikte van de pijp.

Elke gelaste verbinding bevatte een handmatig gelaste STT-grondlaag en gemechaniseerd gelaste vul- en sluitlagen. De voortloopsnelheden en boogwarmte zijn gegeven in tabel 4. In tabel 5 zijn deze waarden geconverteerd naar percentages, om de vergelijking tussen Rapid-X en de andere lasprocessen inzichtelijk te maken.

Het toepassen van Rapid-X resulteert gemiddeld gezien in

Mechanische beproeving	STT + Rapid-X		STT + gepulseerd MIG/MAG		STT + MIG/MAG gevulde draad	
	Treksterkte (dwars)	Breuk in de pijp	Treksterkte (dwars)	Breuk in de pijp	Treksterkte (dwars)	Breuk in de las
Treksterkte (dwars)	565 - 583 MPa	Breuk in de pijp	585 - 598 MPa	Breuk in de pijp	578 - 585 MPa	Breuk in de las
Buigproef grondlaag	Acceptabel	Geen defecten	Acceptabel	Geen defecten	Niet uitgevoerd	
Buigproef sluitlaag	Acceptabel	Geen defecten	Acceptabel	Geen defecten	Acceptabel	Geen defecten
Kerfslagwaarde Charpy V	34 J (bij -196 °C)	5 x 10 mm	31 J (bij -196 °C)	5 x 10 mm	29 J (bij kamertemp.)	5 x 10 mm
Laterale expansie	0,96 mm (bij -196 °C)		0,70 mm (bij -196 °C)		0,96 mm (bij kamertemp.)	

Tabel 3 Resultaten mechanische beproevingen voor drie combinaties van lasprocessen



Figuur 2 Verkleurde zone grondlaagzijde met Rapid-X (links) en gepulseerd MIG/MAG (rechts)

Lasproces	Voortloopsnelheid (cm/min)		Boogwarmte (kJ/mm)	
	Vullaag	Sluitlaag	Vullaag	Sluitlaag
Rapid-X	33,5	29,8	0,9	1,0
Gepulseerd MIG/MAG	27,0	27,8	1,2	1,2
MIG/MAG gevulde draad	27,4	28,4	1,2	1,3

Tabel 4 Voortloopsnelheid en boogwarmte per lasproces

	Voortloopsnelheid (cm/min)		Boogwarmte (kJ/mm)	
	Rapid-X vs gepulseerd MIG/MAG	Rapid-X vs MIG/MAG gevulde draad	Rapid-X vs gepulseerd MIG/MAG	Rapid-X vs MIG/MAG gevulde draad
Vullaag	+ 24%	+ 22%	- 25%	- 28%
Sluitlaag	+ 7%	+ 5%	- 12%	- 19%
Gemiddeld	+ 16%	+ 14%	- 19%	- 23%

Tabel 5 Vergelijking voortloopsnelheden en boogwarmte per lasproces

15% hogere lassnelheden ten opzichte van conventioneel gepulseerd MIG/MAG-las en MIG/MAG-las met gevulde draad. De hogere lassnelheid en de lagere boogspanning van Rapid-X resulteren in een gemiddeld 20% lagere boogwarmte. De lagere boogwarmte van het Rapid-X-lasproces resulteert in een significant kleinere verkleurde zone aan de grondlaagzijde (figuur 2).

De laslagen met Rapid-X werden gelast met een hogere draadaanvoersnelheid (neersmeltsnelheid) ten opzichte van conventioneel gepulseerd MIG/MAG-las. Deze hogere draadaanvoersnelheden gaan echter niet gepaard met een noemenswaardig hogere lasstroom. Dit is een kenmerkend voordeel van het Rapid-X-proces.

**Conclusie**

**Surface Tension Transfer (STT®)**

Bij de prefabricage van leidingwerk en in de leidingbouw wordt het STT-lasproces toegepast voor het lasen van grondlagen.

STT is een waveform-gecontroleerd kortsluitboogproces waarbij de lasstroom onafhankelijk van de draadsnelheid kan worden ingesteld. De fase van de lasboog wordt aan de hand van het boogvoltage continu gemeten, waardoor op het juiste moment de juiste hoeveelheid lasstroom kan worden geleverd aan de boog. Hierdoor worden lasrook en lasspatten gereduceerd.

Na het lasen van de grondlaag met STT kan direct met de vullagen worden begonnen, gebruikmakend van onder andere het onderpoederlasproces, zonder risico op doorbranden van de grondlaag. Dit komt doordat de dikte van een STT-grondlaag kan oplopen tot ongeveer 5 mm. Ten opzichte van het TIG-proces kan een grondlaag met STT vier maal sneller worden geproduceerd, terwijl het minder tijd kost om een laser te trainen in het maken van kwalitatief hoogwaardige lassen.

Dit artikel beschrijft een vergelijkend onderzoek naar het gemechaniseerd lasen van vul- en sluitlagen van roestvaststalen pijp door middel van een nieuw pulserend MIG/MAG-proces - Rapid-X- ten opzichte van conventioneel gepulseerd MIG/MAG-las en ten opzichte van MIG/MAG-las met gevulde draad.

Rapid-X laat in deze toepassing een toename in productiviteit zien van 15% en een afname in boogwarmte van 20%. De aanzienlijk lagere boogenergie van Rapid-X resulteert in een kleinere warmte-beïnvloede zone, wat duidelijk herkenbaar is aan de doorlassingszijde. Dit heeft een direct positief effect op de corrosieweerstand van de lasverbinding, vooral bij roestvast staalsoorten. De mechanische beproevingen laten zien dat met Rapid-X uitstekende sterkte- en taaiheidswaarden behaald worden.

**Rapid-X™**

Rapid-X™ is een waveform-gecontroleerd synergisch pulslasproces dat werkt met een significant kortere lasboog ten opzichte van een standaard MIG/MAG-proces met gevulde draad en een gepulseerd MIG/MAG-proces.

Rapid-X maakt gebruik van de STT-module om het bevochtigingsgedrag van het smeltbad bij een lagere lasstroom te bevorderen en spatvrije lassen te realiseren. De piekstromen bij Rapid-X worden nauwkeurig gecontroleerd om voldoende energie aan de boog te leveren om ook bij zeer hoge voortloopsnelheden een uitstekende aanvloeiing en diepe inbranding te verzorgen.

**Gepulseerd MIG/MAG-las**

In tegenstelling tot Constant Voltage (CV) sproei-booglassen, waarbij de lasstroom continu hoog blijft, zal bij conventioneel gepulseerd MIG/MAG-las de lasstroom moduleren tussen een ingestelde piekstromen en grondstroom. Hierdoor vindt een zeer gecontroleerde druppelafsplijting plaats en kleinere druppels worden met hoge snelheid door de lasboog getransporteerd naar het smeltbad. Dit resulteert in een zeer stabiele lasboog met lage warmte-inbreng, waarmee in alle posities gelast kan worden in zowel dun als dik materiaal.