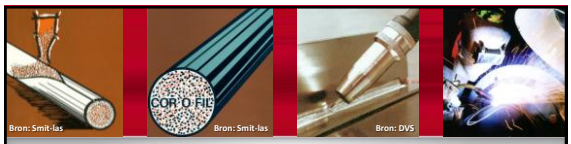


Workshop
Lassen met gevulde draden

Workshop MIG/MAG

Fred Neessen
Voorheen Lincoln Smitweld B.V.

Lasgroep Zuid, 26 Sept. en 31 Okt. 2023

Toepassing van gevulde draden met en zonder gasbescherming en onder poeder

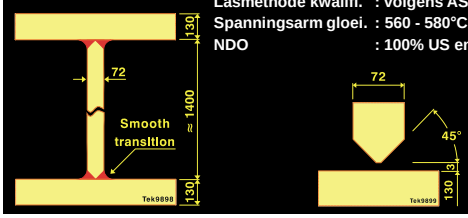
Wat is lassen met gevulde draad?

- Gevulde draad met poeder bestand-delen (mineralen) in de kern
- Gebruiken met extern beschermgas
- De metaalpoeder en rutiel gevulde draad altijd op DC+ polariteit
- De basisch gevulde draad bijna altijd lassen op DC- polariteit

Toepassing in dikke plaat

- Vraag van een fabrikant
  - Kan een massieve draad 3Si1 (ER70S-6) ø 1,2mm worden toegepast?

Basis materiaal : S355 xx
Lasmethode kwalifi. : volgens ASME VIII
Spanningsarm gloei. : 560 - 580°C (2 min/mm)
NDO : 100% US en 100% MPI



Toepassing van massieve en gevulde draad

Is dit een juiste gedachte?

- Te pas en te onpas toegepast!
- Als je geen massieve- of gevulde draad gebruikt ben je niet meer modern
- De vraag hier luidt:

☞ Moet je zonodig **MODERN** zijn?

☞ Antwoord ……..**J E I N**

Twee mogelijkheden, één toepasing

Wat is gevulde draad?

- "Een beklede elektrode met de bekleding aan de binnenzijde"

2. Wat is vuldraadlassen?

- Booglassen met een gevulde draad (elektrode) onder bescherming van een actief gas (meestal)
- In de draad zit een poedervulling die zorgt voor:
  - vormen van slak
  - ondersteunen van smeltbad
  - goede inbranding
  - mooi lasuiterlijk
  - hoge neersmeltsnelheid (sneller lassen)
  - goede tot zeer goede mechanische eigenschappen
    - sterkte, elasticiteit, rek, kerftaaiheid

MIG/MAG lassen

Voordelen

- Geen bekleding, dus geen slak
- Geringe warmte-inbreng
- Minder vervorming
- Lasbaar in alle posities
- Hogere inschakelduur
- Goede bescherming tegen oxidatie
- Weinig vermenging
- Mogelijkheid tot automatisering

Nadelen

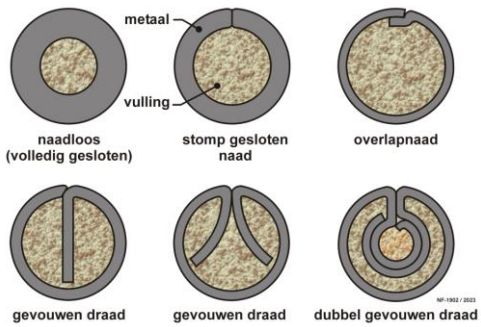
- Windgevoelig
- Backing is nodig
- Geen correctie van de chemische samenstelling
- Moeilijk toepasbaar in kleine ruimten
- Hoge onderhoudskosten
- Hinderlijke lichtboog
- Grote concentratie van de lasser vereist

Verschillen zijn:

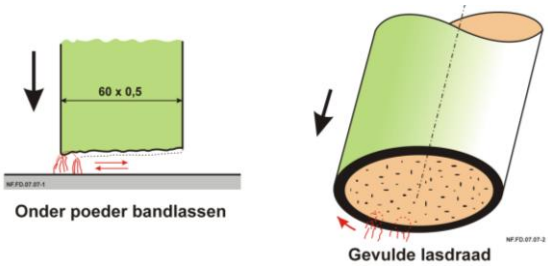
1. Samenstelling van de vulling

- 'strip' of buisje vullen met poeder of zelfs met ijzerpoeder
- Mineralen niet aan elkaar te plakken

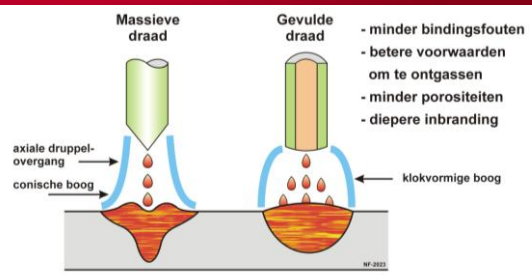
Mogelijke en gebruikelijke vormen van doorsneden gevulde draden



Stel je voor dat de strip in een buis is gevormd, dan zijn de boogom-standigheden vergelijkbaar



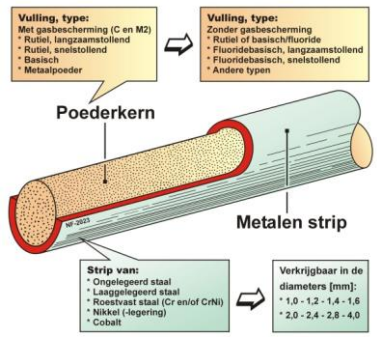
Boog eigenschappen en karakteristieke verschillen tussen massieve en gevulde draden



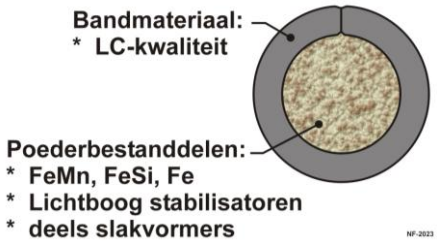
De boog vertoont een zeer axiale druppel overdracht, wat een turbulent smeltbad en vingervormige inbranding bevordert.

De boog heeft een veel groter projectiegebied, omdat druppels zich van de schil afsplitsen. Het smeltbad is rustig en de inbranding is cirkelvormig.

Opbouw van een gevulde draad



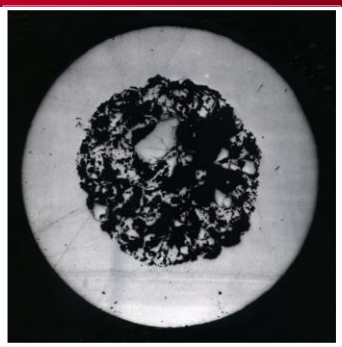
Opbouw gevulde draad
Stomp gesloten naad



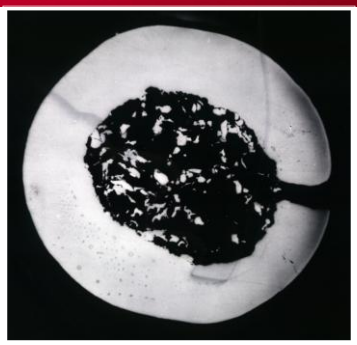
Meest voorkomende elementen in de vulling van gevulde draden

Element	Meestal aanwezig als	Functie
Aluminium	Metaalpoeder	Desoxidatie, denitrificeerder
Calcium	CaF_2 en/of $CaCO_3$	Beschermgas- en slakvormer
Koolstof	In Fe-legeringen bijv. Fe-Mn	Verbetert de hardheid en sterkte
Chroom	Fe-legering of Fe-poeder	Verbetert kruipsterkte, hardheid, strekte en corrosieweerstand
IJzer	Fe-legering en Fe-poeder	Legerings matrix
Mangaan	Fe-legering of Fe-poeder	Desoxidatie, in combinatie met S (MnS), verbetert hardheid en sterkte
Molybdeen	Fe-legering	Verbetert hardheid, sterkte en (in γ RVS) weerstand tegen putcorrosie
Nikkel	Metaalpoeder	Verbetert hardheid, sterkte, kerftaaiheid en corrosieweerstand
Kalium en Natrium	K - en Na houdende silicaten en veldspaat (K-, Na-, Ca-, Al-silicaat)	Boogstabilisator / slakvormer
Silicium	Fe-legeringen of veldspaat	Desoxidatie en slakvormer
Titaan	Fe-Ti of rutiel	Desoxidatie, denitrificeerder, slakvormer
Zirkoon	Oxide of metaalpoeder	
Vanadium	Oxide of metaalpoeder	Verhoogd de sterkte

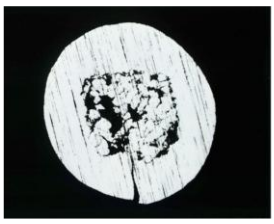
Naadloze gevullde draad



Stomp gesloten gevulde draad



Dwarsdoorsneden van metaal-poeder gevulde draden



Stomp gesloten naad
Draaddiameter: 1,2 mm

Gevouwen overlapnaad
Draaddiameter: 1,6 mm

Dwarsdoorsneden van gevulde draden met slakvormers

~ 0,3 mm
Gevouwen overlapnaad
Draaddiameter: 1,6 mm

~ 0,3 mm
Gevouwen overlapnaad
Draaddiameter: 1,2 mm

Gevouwen gevulde draad, hartvorm

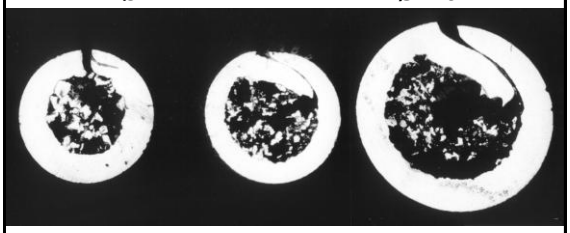
ø 1,6 mm

ø 1,2 mm

ø 1,6 mm

Stomp- en overlapnaad doorsnede van praktische gevulde draden

ø 1.2 mm | Ø 1.6 mm



Stripdikte
0,25-0,275mm

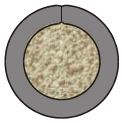
Stripdikte
0,175mm

Stripdikte
0,275-0,3mm

Twisten van de draad

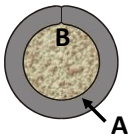
Bij de gesloten en stomp gesloten draad bijna niet mogelijk

Overlapnaad
- Is ovaalvormig.
- Ontstaan van een stootrand, waardoor de kans aanwezig is dat de draad zich opentrekt of afbreekt.
- Dit is dan ook de reden dat men getande aanvoerrollen moet gebruiken.
- Diameters < 1,4 mm fabriceren is problematisch.



Stomp gesloten naad
- Is rond.
- 0,9/1,0 mm draad diameter is dan ook praktisch uitvoerbaar.

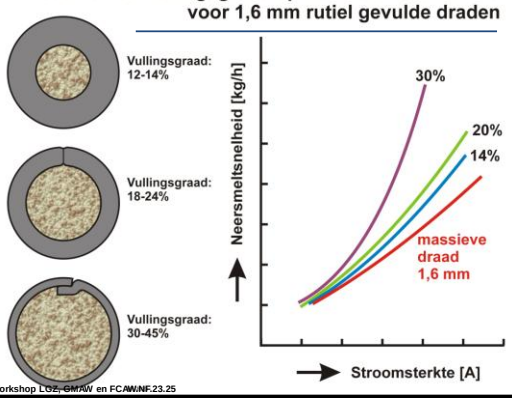
Vullingsgraad (1)



$$\frac{B}{A + B} \times 100\%$$

- Een hoge vullingsgraad geeft de volgende:
- <u>Voordelen</u>
  - ⬆ neersmeltsnelheid
- <u>Nadelen</u>
  - Geen dunne diameters mogelijk
  - Veel slak
  - Zachtere draad => hogere eisen aan het aandrijfsysteem
  - Lager η => hogere prijs/kg neer gesmolten lasmetaal

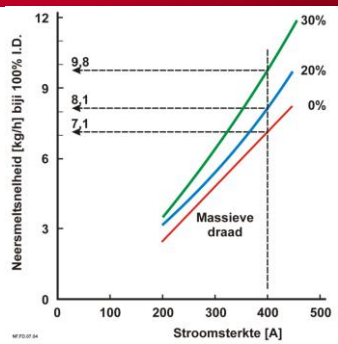
Invloed van de vullingsgraad op de neersmeltsnelheid voor 1,6 mm rutiel gevulde draden



Economie van gevulde draad

- Ondanks de hogere prijs (ca. 3 keer de prijs voor massieve draden of 2 keer de prijs voor elektroden), liggen de economische voordelen van gevulde draad in de verschillende smeltsnelheden, die sterk afhankelijk zijn van de stroomdichtheid met dezelfde hoeveelheid van de warmte die wordt geleverd
- Voorbeeld: draaddiameter 1,6 mm en 300 A
  - Massieve draad, draadoppervlak : 2,01 mm², i = 149 A/mm²
  - Vullingsgraad 18%, stripoppervlak : 1,35 mm², i = 222 A/mm²
  - Vullingsgraad 30%, stripoppervlak : 1,20 mm², i = 250 A/mm²
- Dit betekent dat de stroom alleen niet prestatie bepalend is
- Zie volgende foto. 400 A ⇨ 7,1 kg/h voor massieve draad en 9,1 kg/u voor 30% gevulde draad
- ⇨ Niet de stroomsterkte is de bepalende factor, maar in wezen de draadaanvoersnelheid

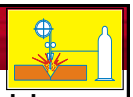
Neersmelt = f(vullingsgraad)



Lasresultaat wordt beïnvloed door:

- Basis materiaal
- Draad type
- Beschermgas type
  - diameter gas cup
  - hoeveelheid gas
- Boog type
  - boogspanning
- Booglengte
- Stick-out
- Stroomsterkte
- Polariteit
- Lasnaadvorm
  - opmenging
- Lastechniek
  - positie lastoorts
  - slepend of stekend
- Juiste afstelling van draad en liner
- Druk van de aandrijf-rollen op de draad
- De juiste contacttip diameter voor de toe te passen draad
- etc.

Kenmerken van het FCAW-lasproces



- FCAW biedt de volgende voordelen:
  - hoge neersmeltsnelheid
  - toevoegen van legeringselementen via de (poeder) kern
  - slak ondersteuning van het lasbad
  - verbeterde boogstabilisatie
  - Verbeterde smeltbad bescherming
- Nadelen van gevulde draden zijn :
  - Hogere kosten
  - meer lasrook

Mechanische eigenschappen van een lasverbinding worden beïnvloed door:

- Lasnaadvorm
- Draad keuze
- Gasbescherming
- Voorwarm temperatuur
- Lasparameters
- Uitsteek lengte
- Boog lengte
- Interpass temperatuur
- Aantal laslagen
  - Opbouw lasnaad
  - laagdikte
- Sluitlaag

Voor poreusheid zijn verantwoordelijk:

- Type beschermgas, gascup diameter en hoeveelheid gas aan de cup (l/min)
- Boogspanning/stroomsterkte verhouding (is draadaanvoersnelheid) m.a.w. de booglengte
- Lasopbouw ten opzichte van positie laspistool, in PC het gevoeligst
- Te veel tocht
- etc.

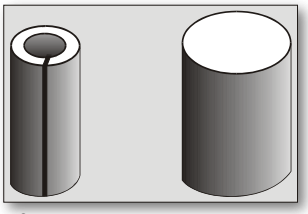
Verschillen zijn:

2. Oppervlak stroomoverdracht

- kleiner (vele malen)
- stroomdichtheid per mm² is veel groter
- grotere inbrandingsdiepte

Laseconomie beklede elektroden vs gevulde draad

Draad
ø 1,2 mm
170 A

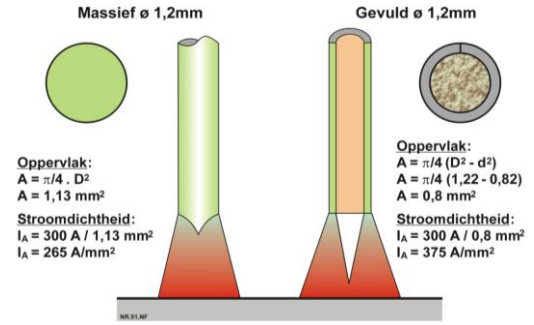


Elektrode
ø 3,2 mm
120 A

A = 1,13 mm² ⬅ oppervlakte ➡ A = 8,3 mm²
150 A/mm² ⬅ stroomdichtheid ➡ 14,5 A/mm²

Gevulde draad heeft een veel hogere stroomdichtheid (A/mm²)

Boog geometrie van massieve vs gevulde draad



Voordelen gevulde draad versus massieve draden 1)

- Betrouwbaar lasproces
  - geringe kans op bindingsfouten / poreusheid
- Goede mechanische eigenschappen
- Een laag geluidsniveau van de lichtboog
- Minder gevoelig voor verontreinigd materiaal of gecoate plaat
- Geschikt voor mechanisering / automatisering met behoud van bovengenoemde voordelen
- Uitgebreid assortiment in chemische samenstelling en typen

Voordelen gevulde draad versus massieve draden 2)

Hogere productiviteit

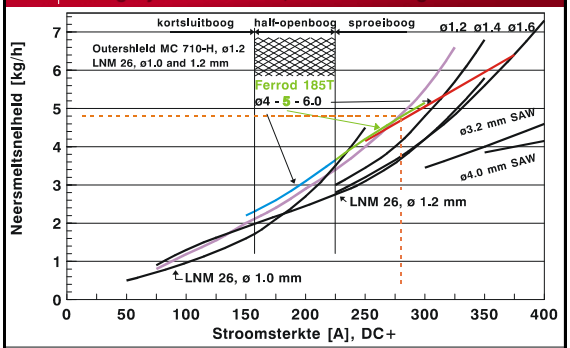
- Hogere productiviteit waardoor lagere productiekosten mogelijk:
  - door de slakondersteuning bij het verticaal lassen zijn hogere stroomsterktes toepasbaar
  - hogere stroom ⇨ hogere neersmeltsnelheid
  - relatief weinig spatten
  - eventuele slak is makkelijk te verwijderen
  - uitstekende laseigenschappen in alle posities:
    - een mooie strakke en vlakke las door de slakafdekking
  - weinig slijpkosten ⇨ tijdsbesparing
  - door de slakafdekking een laag U.V.-stralingsniveau

Bepaling neersmelt, SO 20-25 mm

	1,2 Rutiel, DC+			1,2 Basisch, DC-			1,2 Metaal, DC+	
Amp.	Volt	met slak	zonder slak	Volt	met slak	zonder slak	Volt en mm	Slak-loos
200	28	54,4	46.8	24	55,6	48,3	28 -1,2	42,7
							30 -1,2	48,9
							28 -1,4	36,2
250	33	81,3	70,5	30	75	69	33 -1,2	67,6
							30 -1,4	54,4
300	33	112	97,5	32	107,1	100	34 -1,2	96,1
							32 -1,4	92,1
350	35	111,2	95,8	32	146,2	138,2	35 -1,2	149
							33 -1,4	113
400				32	135,3	128	36 -1,4	135,3

Neersmeltsnelheid = f(stroomsterkte)

In vergelijk met HR-elek., massieve- en gevulde draad



Neersmeltsnelheid = f(stroomsterkte). Ja, maar !!!!!

- Over het algemeen denkt men dat een grotere draaddiameter een hogere neersmeltsnelheid geeft
- Bij dezelfde stroomsterkte kan een hogere neersmeltsnelheid alleen worden verkregen door een kleinere draaddiameter toe te passen

Beperkingen

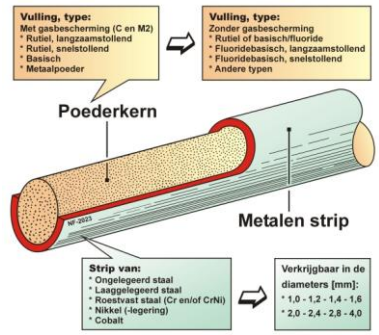
- Flexibiliteit (cilinders en slangenpakket) t.o.v. stroomkabels bij het elektrodelassen
- Lassen op montage (gevoelig voor wind en tocht)
- Meer stralingwarmte (vooral bij een hoger Argon aandeel in het beschermgas)
- Verwijderen van slak (extra tijd), is afhankelijk van de toepassing een voor- of nadeel
- Meer vaardigheid nodig t.o.v. lassen met beklede elektroden

Verschillen zijn:

3. Totaal van elkaar verschil-lende draden door:

- type vulling
- chemische samenstelling strip

Opbouw van een gevulde draad



Vier hoofdgroepen van gevulde draden

- Rutiel type
  - Rutiel klassiek
  - Rutiel type met micro legerings-elementen, Ti en B (micro-alloyed)
- Basisch type
- Metaal poeder
- Gasloze draden met slakvormers

Onderverdeling naar kenmerkende neersmelteigenschappen

- Snelvullend (fast fill)
  - onder de hand
  - hoge neersmeltsnelheid
  - geen speciale mechanische eigenschappen
- Snelvolgend (fast follow)
  - hoge lassnelheid
- Snelstollend (fast freeze)
  - alle lasposities, tot en met ø 2,0mm

Functie van de poedervulling

- Bescherming tegen omringende lucht
  - (gas en slakvormende bestanddelen)
- Desoxideren van het smeltbad
- Stabiliseren van de las(licht)boog
- Toevoegen van legeringselementen
- Ondersteunen van het smeltbad
- Beïnvloeden mechanische- en/of corrosie eigenschappen

Boogstabiliserende elementen

Invloed:

- Zachte boog
- Nagenoeg geen spatten
- Goede bevochtiging/aanvloeiing
- Vlak lasuiterlijk
- Hogere stroomsterkten
- Concurrentie aan kan met massieve draad

Belangrijkste vulling componenten & hun functie voor gevulde draden

Aluminium	desoxideren en denitrificeren
Calcium	afscherming en vormen slakken
Koolstof	verhogen van hardheid en sterkte
Mangaan	desoxideren & ⬆ sterkte
Molybdeen	verhogen van hardheid en sterkte

Belangrijkste vulling componenten & hun functie voor gevulde draden

Nikkel	Verbeteren van de hardheid, sterkte, taaiheid en corrosieweerstand
Kalium	stabiliseren van de lichtboog
Silicaten	desoxideren & slak vormen
Natrium	Lichtboog stabiliseren
Titaan	desoxideren & slak vormen

Invloed van het slaktype op de lasbaarheid en mechanische eigenschappen

Slak type	Lasbaarheid in alle posities	Smeltpunt [°C]	Basiciteit van de slak [B_L]	Zuurstofgehalte in lasmetaal [ppm]	Kerftaaiheid lasmetaal [J] -30°C	Kerftaaiheid lasmetaal [J] -60°C
TiO_2-MnO-SiO_2-Al_2O_3 (Rutiel type FCW)	Goed	> 1500	- 2,78	620	60	15
CaF_2-$CaCO_3$ (Basisch type FCW)	Matig	1150 - 1200	+0,83	410	130	65

* Basiciteit $B_L = 6{,}05N_{CaO} + 4{,}8N_{MnO} + 3{,}4N_{FeO} - 0{,}2N_{Al2O3} - 4{,}97N_{NO2} - 6{,}31N_{SO2}$

Verschil in de stoltemperatuur van de slak beïnvloed de lasbaarheid bij het in positie lassen

Invloed individuele elementen op de mechanische eigenschappen

C : Basis zo laag als mogelijk

Mn : Rekgrens ↑
CVN ↓ boven 560 MPa

Ni : CVN ↑, Rekgrens ↓ / ↑

Mo : CVN ↓ / ↑, Rekgrens ↑

Cr : CVN ↓, Rekgrens ↓ / ↑

V : Sterkte ↑ meest krachtige element
Lage weerstand tegen waterstofscheuren ↓
Slechte eigenschappen na gloeien ↓

Sporenelementen: Nb, Ti en B, afhankelijk van concentratie en verhouding ↑ / ↓

Gevulde draden voor:

Metaalpoeder	Rutiel (TiB)		Basisch
▪ on- en laaggelegeerd			▪ on- en laaggelegeerd
▪ Gelegeerd fijnkorrelstaal	Langzaam stollende slak	Snel stollende slak	▪ Gelegeerd fijnkorrelstaal
▪ Roestvast staal			Moeilijk lasbaar staal
▪ Ongelijksoortige verbindingen	▪ On- en laaggelegeerd		
	▪ Gelegeerd fijnkorrelstaal		
	▪ Roestvast staal		
	▪ Ongelijksoortige verbindingen		
	▪ Nikkellegeringen		

Rutiel gevulde draad

- Gelijkwaardig aan/in
  - gebruik
  - lasuiterlijk
  - lasmetaal
- Dezelfde karakteristieke eigenschappen
  - fijnere druppelovergang
  - gelijkmatige tekening
  - uitstekende aanvloeiing (bevochtiging)
  - voortreffelijke slaklossing
  - kerftaaiheid

3. Soorten gevulde draden

Rutiel, DC + (1,2mm)

- Gebruik
  - fijne druppelovergang
  - uitstekende aanvloeiing (bevochtiging)
  - in positie lassen (PC, PD, PE, PF)
  - grote neersmeltsnelheid door de slakondersteuning
  - doorlassen van openstaande lasnaden alleen mogelijk op backing (keramiek of onderlegstrip)

3. Soorten gevulde draden

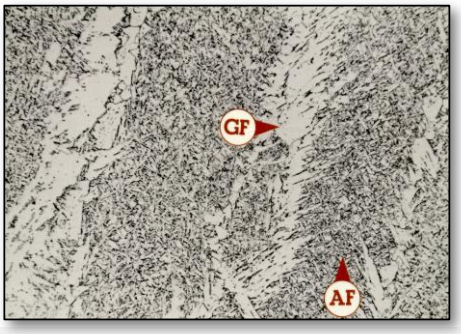
Rutiel, DC + (1,2mm)

- Eigenschappen
  - met een lasgegeven in meerdere posities te lassen (200-240A en 26-28V)
  - snelstollende slak en goede lossing
  - ruim instelgebied
  - goed lasuiterlijk (gelijkmatige tekening)
  - afhankelijk van toegepaste Rutiel draad, goede tot zeer goede mechanische eigenschappen
  - minder elastisch lasmetaal

Microgelegeerd lasmetaal
Metallurgische effecten tijdens stollen en afkoelen:

- **Borium**
  - mag niet in de smelt oxideren maar oplossen in austeniet
  - aanwezig bij korrelgrenzen, waardoor de korrelgrens energie wordt verminderd
  - vertraagt de kiemvorming van pro-eutectisch ferriet
  - bindt N (als BN) waardoor de hoeveelheid vrije stikstof wordt beperkt

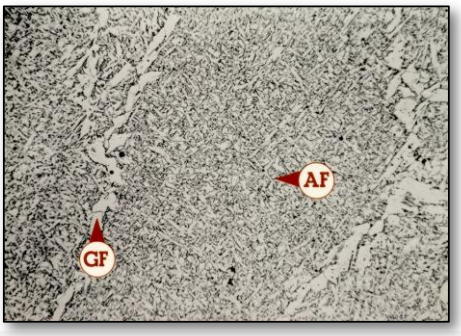
Microgelegeerd lasmetaal
Metallurgische effecten tijdens stollen en afkoelen:



Microgelegeerd lasmetaal
Metallurgische effecten tijdens stollen en afkoelen:

- **Titaan**
  - Voorkomt de vorming van booroxide
  - Vormt TiN om de vrije stikstof verder te verminderen
  - Vormt microscopisch intergranulair TiO, dat fungeert als kiemen voor de fijne naaldvormige ferriet (gevangen in de γ-korrel)

Microgelegeerd lasmetaal
Metallurgische effecten tijdens stollen en afkoelen:



Rutiel type met micro-legeringselementen (Ti en B)

- Uitstekende laseigenschappen in alle posities
- Uitstekende kerftaaiheden bij lage temperaturen
- Goede CTOD waarden in de “als gelaste” toestand

Gloeien lasmetaal afkomstig van microgelegeerde rutieldraden

- Standaard microgelegeerde rutiel draden mogen niet toegepast worden voor PwhT
- Speciale microgelegeerde rutieldraden voor spanningsarmgloeien (HRS draden)
- De vulling heeft een zeer zuivere chemische samenstelling,
  - bijna geen elementen die een negatieve invloed uitoefenen bij het spanningsarmgloeien op de mechanisch technologische eigenschappen van de lasverbinding.
- Spanningsarmgloeien van staal doorgaans in temperatuursgebied van ca. 580 tot 620ºC.

Gloeien lasmetaal afkomstig van microgelegeerde rutieldraden

- Gloeien lasmetaal van HRS draad met max. 1% Ni op 580, 600 en 620°C gedurende 1 uur ⇨ kerftaaiheid bij 620°C zal afnemen
- De overgangstemperatuur verschuift dus naar een hogere temperatuur
- In de als gelaste toestand en na spanningsarmgloeien op 580 en 600°C kan men het lasmetaal toepassen tot bijv. -60°C
- Gloeien op 620°C geeft een terugval in Av
  - 8h gloeien op 620°C geeft nauwelijks een verdere terugval in kerftaaiheid

Basische gevulde draad

- Komt over een met de E7016(18)
- Typische kenmerken:
  - grovere druppelovergang
  - een matbruine, dun vloeibare slak
  - convexe lasrups
  - voortreffelijke kerftaaiheid

3. Soorten gevulde draden

Basisch, DC – (1,2mm, let op: ompolen!)

- Gebruik
  - indien zeer hoge mechanische eigenschappen vereist zijn
  - indien de las zeer eleastisch moet zijn, bijv. bij zeer starre constructies
  - moeilijk lasbare staalsoorten

3. Soorten gevulde draden

Basisch, DC - (1,2mm, let op: ompolen !)

- Eigenschappen
  - t.o.v. Metaal en Rutiel een heel ander lasgedrag
  - verlasbaar in het kortsluit- en openboog gebied
    - smeltbad is onrustiger
    - meer spatten
  - moeilijker in positie t.o.v. Rutiel en (Metaal)
  - lasuiterlijk is typisch basisch
    - ruwer oppervlak
    - t.o.v. Rutiel minder slak
    - slaklossing minder soepel

Basische gevulde draad

- Lage scheurgevoeligheid en een schoon lasmetaal met hoge ductiliteit
- Kleine hoeveelheid slak
- Laag waterstofgehalte
- Uitstekende mech. eigenschappen
- Uitstekend toepasbaar op keramische onderlegstrippen
- Uitstekend toepasbaar voor het onder poeder lassen

Basisch vs Rutiel gevulde draad

Basische gevulde draad	Rutiel gevulde draad
Zeer zuiver lasmetaal	Duidelijk minder zuiver lasmetaal
Laag zuurstofgehalte	Hoger zuurstofgehalte
Laag waterstofgehalte	Lage waterstofgehaltes mogelijk
Goede kerfslagwaarden	Goede kerfslagwaarden bij lage temperaturen
Matig lasuiterlijk	Goed lasuiterlijk
Meer nabewerking	Weinig nabewerking
Matige lasbaarheid in positie	Superieure lasbaarheid bij het lassen in positie
Warmtebehandeling mogelijk	Warmtebehandeling in het algemeen niet mogelijk (uitzondering de moderne rutiel gevulde varianten)

3. Soorten gevulde draden

Metaal, DC+ (1e pas 1,2 mm; vullen 1,2 - 1,4 - 1,6mm)

- Gebruik
  - onder de hand (PA en PB) en uit de zij (PC) in een en meerdere lagen
  - automatisch lassen bijv. robot
  - moeilijker en minder rendabel lasbaar in positie PF (geen slak ondersteuning)

3. Soorten gevulde draden

Metaal, DC+ (1e pas 1,2mm; vullen 1,2 - 1,4 - 1,6mm)

- Eigenschappen
  - geen slak - enkel wat silicaat-eilandjes
  - doorlassen zonder backing in PA positie
  - hoeklassen, zeer goede hoek inbranding
  - regelmatige lastekening
  - spatarm smeltbad
  - goede tot zeer goede mechanische eigen-schappen (afhankelijk van type)

3. Soorten gevulde draden

Metaal, DC+ (1e pas 1,2mm; vullen 1,2 - 1,4 - 1,6mm)

- Nadelen
  - Een voor de lasser warmer lasbad
  - Een ogenschijnlijke grotere rookontwikkeling
  - Meer oxyde dan bij de massieve draad? (gemakkelijker te verwijderen, over heen te lassen)
  - Hogere kosten per kg draad

Grondgedachte van de Metaal-poeder

gevulde draad is en blijft

onder de hand lassen

en vooral

hoeklassen

Samenvatting van de poeder-vulling componenten

	Slakkarakteristiek	
	Rutiel	Basisch
Slakvormers	ca. 50% TiO_2	Aardalkalimetaal oxiden CaO en MgO Vloeispaat (CaF_2)
Desoxidanten	Vooral Ferro-mangaan en Fero-silicium Maar ook Ferro-Titaan en Al-legeringen	
Lichtboog stabilisatoren	Kalium houdende verbindingen. Bij de < FCAW draden van minder belang.	
Legeringselementen	Fijne metaalpoeders of Ferro-legeringen	
Beschermgas vormers	Carbonaten zoals $CaCO_3$	

Gevulde draden pulserend lassen!

Operationele lasbaarheid (1G/3G)

- Rutiel ⇨ ⇩ in 3G en gelijk in 1G t.o.v. continue lasstroom
- Metaal ⇨ ⇧
- Basisch ⇨ 1G ⇧:uitstekend voor grond- en vullagen
  3G ⇩: voor grondlaag voorkeur continue lasstroom

Pulserend lassen in 3Gu

- Alle draden een { stabielere boog / stabielere druppelovergang
- Alle draden { afgesmolten druppels < in diam. (SB) / en een geconcentreerdere boog
- Beschermgas { 85/15 is mogelijk / 80/20 ⇨ 20% CO_2 te hoog / 100% CO_2 niet meer mogelijk / Het beste menggas: 90/5/5
- Naadvorm V40° { pulserend en continue goed mogelijk (v.o. 3- 4mm)

Pulserend gevulde draad lassen!

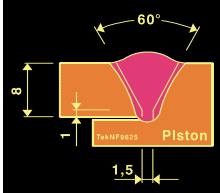
- Draden die speciaal onder CO_2 moeten worden gelast, kunnen niet pulserend verlast worden
- Basische en metaalgevulde draden, die onder menggas verlast kunnen worden, lenen zich voor het lassen met pulserende stroom
- Voor rutielgevulde draden is het toepassen, gezien de lage overgangsstroomsterkte voor sproeiboog, van pulserende stroom overbodig

Pulserend gevulde draad lassen!

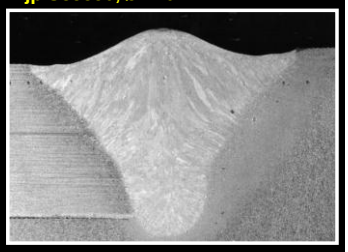
- Het lassen van grondlagen met pulserende stroom levert goede resultaten op, maar wordt vooral voor basische draad door de lasser als onprettig ervaren
- De inbranding neemt met pulserende stroom in vergelijking met kortsluitbogen (bij gemiddeld dezelfde stroom) aanzienlijk toe
- Voor vullagen is de neersmelt bij pulserend lassen in de verticaal opgaande positie ~15% hoger dan met continue stroom

Pulserend lassen met metaal-poeder gevulde draad

- Lasparameters:
  - 250 - 260 A
  - 26 V
  - 320 mm/min
  - 91Ar + 8CO_2 + 1O_2



Pulserend vullen in één laag in PA
Metal Cored Wire: 46 3, ø 1,2 mm
Pijp S355J0, ø 120 mm



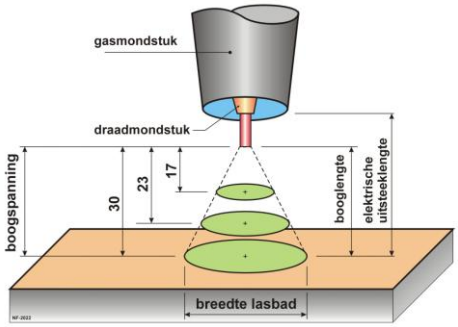
Voordelen gevulde draad versus massieve draden 1)

- Betrouwbaar lasproces
  - geringe kans op bindingsfouten / poreusheid
- Goede mechanische eigenschappen
- Minder gevoelig voor verontreinigd materiaal of gecoate plaat
- Geschikt voor mechanisering / automatisering met behoud van bovengenoemde voordelen
- Uitgebreid assortiment in chemische samenstelling en type

Voordelen roestvast staal gevulde draden versus massieve draad

- Lasbaar op conventionele MIG/MAG stroombronnen
- Uitsekende lasbaarheid
- Betere aanvloeiing, ook op keramische backing (1G, 2G, 3G)
- Mooi gelijkmatig lasuiterlijk
- Minder spatten
- Minder inkarteling en oxidatie van aangrenzende omgeving
- Minder nabehandeling
- Geschikt voor het lassen in positie PB, PC, PF
- Ongeveer 30% hogere neersmeltsnelheid
- Een goedkoper beschermgas kan worden toegepast, Ar + (10-25)% CO_2 of 100% CO_2
- Groter instelgebied

Breedte lasbad is functie van de booglengte



Stroom en spanning moeten op elkaar zijn afgestemd om de ideale las te verkrijgen = juiste breedte/hoogte verhouding

Er zijn twee gebieden waarbinnen gelast kan worden		
Sproeiboog (M + R + B) hoge U en I is sneller	BW: vullagen : R + M R: alle posities	FW: onder de hand en uit de zij R: alle posities
Kortsluitboog (M + B) lage U en I is langzaam	BW: grondlaag	FW: in positie lassen

4. Ideale lasdoorsnede

- Om de ideale las te verkrijgen **MOETEN** op elkaar afgestemd zijn:
  - Spanning
  - Stroom
  - Stick out
  - Voortloopsnelheid

4. Stroomsoort en poling

- Altijd met gelijkstroom !!
  - DC + is draad aan de PLUS pool (aarde aan min)
    - is warmer smeltbad
    - is goede inbranding
    - is minder kans op bindingsfouten
  - DC – is draad aan de MIN pool (aarde aan plus)
    - is kouder smeltbad
  - **Metaal en Rutiel gevulde draad altijd DC +**
  - **Basische gevulde draad altijd DC - !! ??**

Snoeren trekken of zwaaiend lassen

- Zwaaiend lassen ⇨ hogere warmte-inbreng per cm laslengte
  - Afhankelijk van zwaaibreedte en pendel frequentie
    - dikkere lasrupsdoorsnede
    - de volgende laag kan deze dan niet meer voldoende uitgloeien
  - **De inwendige gascup diameter is de maximaal toegestane zwaaibreedte**

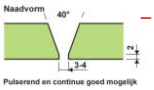
5. Onderhoud lasapparatuur

- Goed onderhoud zorgt immers voor een maximaal rendement

6. Bepaling van de ‘a’-hoogte bij hoeklassen

Naadvoorbewerking bij toepassing van gevulde draden

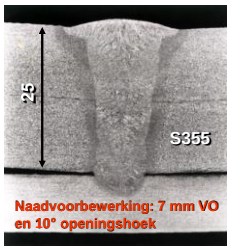
- In grote lijnen gelijk aan elektroden
- Vanaf 12mm plaatdikte een openings-hoek van 50-60° is optimaal
  - Ervaren lasser kan terug naar 40° (??)



– vergt veel van zijn vakmanschap om insluitingen tussen grondlaag en eerste vullagen te vermijden

- < 12mm plaatdikte openingshoek kleiner maken (40° bij 8mm)
  - om een te grote H.I. te vermijden
  - (niet geschikt voor beginnende lassers)

Metaalpoeder, ø 1,6 mm



Voorbeeld:

1. Besparing van lasmetaal vanwege nauwe naadvoorbereiding
2. Goede inbranding zonder lasfouten
3. Zeer efficiënt (lastijd besparing)

Lasparameters:
Gas 82/18 en stekend lassen
Rups 1 + 2: 280 - 300 A / 30 V / 35 - 40 cm/min
Rest : 320 - 340 A / 32 - 34 V / 40 - 45 cm/min

Invloed materiaaloppervlak op lasresultaat

	Blank	Primer	Walshuid
Verlasbaarheid	Normaal	↑	↓
Lasbad	Normaal	Normaal	Dunner vloeibaar en lastiger te beheersen
Lasrook	Normaal	↑	↑
Aandeel spatten (en zijn grover)	Normaal	↑	↑
Aanvloeiing	Normaal	↑	↓
Porositeiten			
Verticaal neergaand (hoge Vs)		Altijd ??	
Dubbele hoeklassen		Alleen de tweede hoeklas	
Opgaand hoek en V-naad, uit de zij V		Meestal geen probleem	
Hoeklas opgaand		Kans op poreusheid	

Metaal gevulde draad, ø 1,2mm

Positie	Laag	Boog	Naadvorm	Ampèrage	Volt
PA, PB (1F, 2F)	alle	Spray	Hoeklas	220 – 320	24 – 34
PF (3F up)	alle	Short	Hoeklas	90 – 160	17 – 19
PA (1G)	Root	Short	V-naad	85 – 120	15 – 18
PA (1G)	vul	Spray	V-naad	240 – 350	28 – 34
PF (3G up)	Root	Short	V-naad	80 – 120	16 – 18
PF (3G up)	vul	Short	V-naad	110 – 160	17 – 19
PC (2G)	Root	Short	V-naad	90 – 120	16 – 18
PC (2G)	vul	Spray	V-naad	220 – 280	24 – 30
beschermgas: 80% Ar + 20% CO_2 (M2.1). Gasdebiet: 18 – 20 l/min					

Rutiel gevulde draad, ø 1,2mm

Positie	Laag	Backing	Naadvorm	Amp.	Volt
PA, PB (1F, 2F)	alle		Hoeklas	250 - 300	28 - 30
PF (3Fu)	alle		Hoeklas	160 - 240	24 - 26
PA (1G)	Root	trapezium	V-naad	160 - 240	24 - 26
PA (1G)	vul		V-naad	250 - 320	28 - 32
PF (3Gu)	Root	trapezium	V-naad	160 - 200	22 - 26
PF (3Gu)	vul		V-naad	180 - 240	24 - 26
PC (2G)	Root	trapezium	V-naad	140 - 180	22 - 24
PC (2G)	vul		V-naad	200 - 280	26 - 28
PF pipe (5G)	vul		V-naad	160 - 240	24 - 26
Beschermgas: 80% Ar+20% CO_2 (M2.1) of 100% CO_2: 18 – 20 l/min					

Samenvatting & conclusies

- Beklede elektroden:
  - ontwikkeld voor alle toepassingsgebieden
  - altijd én overal toepasbaar
- Massieve draden:
  - ontwikkeld voor het lassen van dunwandige constructies in alle posities
- Conventionele rutiel gevulde draden
  - de kleine diameters voor het positie lassen met een verhoogde neersmeltsnelheid
- Rutiel gevulde draden met Ti – B (micro-gelegeerd)
  - In positie lassen met verbeterde mechanische eigenschappen

Samenvatting & conclusies

- Basische gevulde draden:
  - mechanische eigenschappen in dikwandige constucties en constructies met hoge spanningen
- Metaalpoeder gevulde draden
  - hoge neersmeltsnelheid voor onder de hand lassen
- Gasloze gevulde draden:
  - positie lassen onder moeilijke montage omstandigheden
- Bassische gevulde draden voor het OP-lassen
  - zeer hoge neersmeltsnelheid (12 kg)
  - bij juiste poeder keuze goede mech. eigenschappen
  - met één draad diameter, van 180 tot 700 A

Neersmeltsnelheid = f(stroomsterkte). Ja, maar !!!!!

- Over het algemeen denkt men dat een grotere draaddiameter een hogere neersmeltsnelheid geeft
- Bij dezelfde stroomsterkte kan een hogere neersmeltsnelheid alleen worden verkregen door een kleinere draaddiameter toe te passen

Conclusie

- Moderne stroombronnen (lasprocessen) zijn voor-geprogrammeerd en maken het de lasser aanzienlijk gemakkelijker
- Hogere aanschafkosten
- Kennis van lasproces is even belangrijk als een dure stroombron (lasproces) voor een goed resultaat
- Minder vervorming en verkleuring +
- Data monitoring voor kwaliteits- en productiecontrole
- Een specifieke opleiding om dit allemaal te kunnen realiseren is een ‘must’

Bedankt voor uw aandacht