

Het CMT-proces (Cold Metal Transfer)

Principe

Het Cold Metal Transfer-proces (CMT) van Fronius kan gezien worden als een verdere ontwikkeling van het MAG-kortsluitbooglassen. ^{[1], [2], [3], [4], [5], [6]} Het CMT-lassen is een lasmethode waarbij met een zeer geringe warmte-inbreng smeltlasverbindingen gerealiseerd kunnen worden (zie Figuur 3).

CMT is een kortsluitbooglasproces met een speciale methode voor de afsplitsing van de gesmolten metaaldruppels. Bij het conventioneel kortsluitbooglassen wordt de kortsluitstroom beperkt met behulp van een shunt. Bij de moderne stroombronnen wordt de toename van de stroom na de kortsluiting beperkt door een elektronische regeling. Dit wordt zo uitgevoerd om de warmte-inbreng te beperken en om het spatten tijdens de materiaalafplitsing te minimaliseren. Het innovatieve aan het CMT-proces is dat voor het eerst ook de draadaanvoer in het lasproces betrokken wordt.

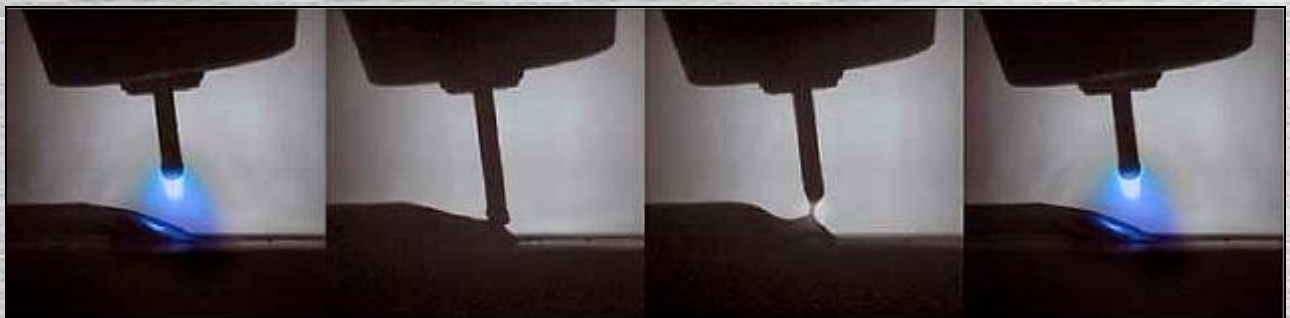
Verder is het proces zo geregeld dat tijdens de materiaaloverdracht van de draad naar het lasbad de stroom bijna gelijk aan nul wordt. Door na het contact van de lasdraad met het werkstuk de draad een klein stukje terug te trekken en door de beperking van de lasstroom kan de materiaaloverdracht zonder spatten worden gerealiseerd. De elektrische boog zal als gevolg van de opgelopen temperatuur en na het verhogen van de spanning automatisch weer ontsteken. Na de materiaaloverdracht wordt de draad terug aangevoerd en de stroomsterkte verhoogd.

Het principe wordt schematisch weergegeven in de onderstaande figuren.

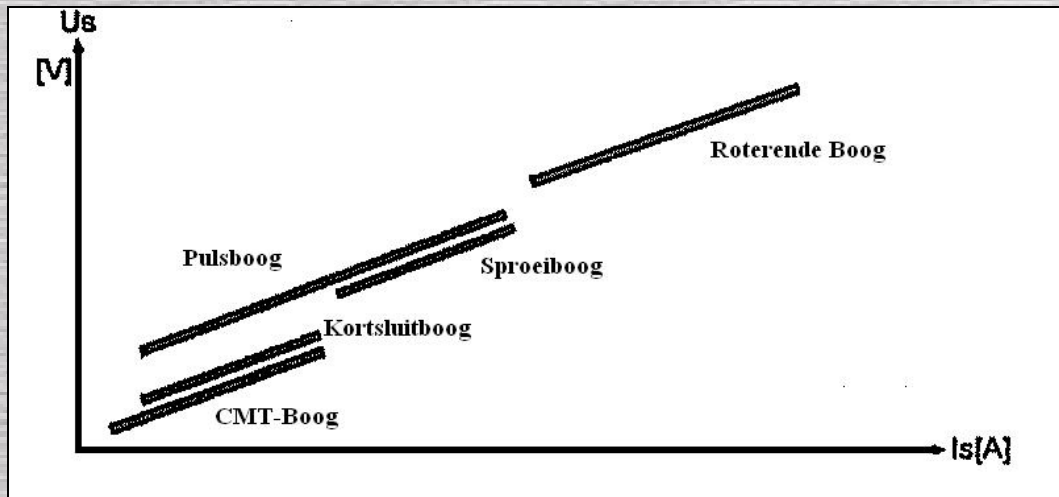
De boog zorgt voor het vormen van de druppel aan de draadtip (Figuur 1.a). Na het contact tussen de druppel en het werkstuk (Figuur 1.b) wordt de stroom beperkt en wordt de draad teruggetrokken (Figuur 1.c). Na de druppel afsplitsing wordt de draad terug aangevoerd en de boog ontstoken (Figuur 1.d).



Figuur 1 : Schematische voorstelling CMT-proces



Figuur 2 : Druppelovergang bij het CMT-proces



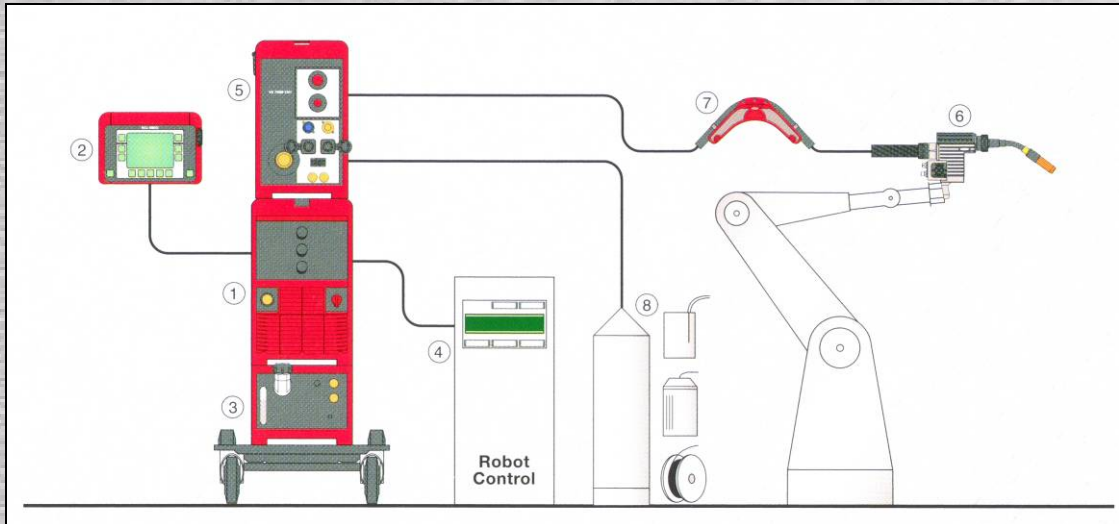
Figuur 3 : Spanning - stroom gebied voor verschillende soorten materiaaltransport

Apparatuur

Een schematische voorstelling van een CMT-configuratie wordt getoond in Figuur 4.

- Hierbij is :
- 1 : stroombron
 - 2 : bedieningspaneel
 - 3 : koeleenheid
 - 4 : robot interface
 - 5 : draadtoevoerunit
 - 6 : lastoorts met geïntegreerde servomotor
 - 7 : draadbuffer
 - 8 : draadvoorraad

Om de draad te kunnen terugtrekken is een speciale draadaanvoerunit ontwikkeld (Figuur 5). De tweerolsdraadaanvoerunit is ondergebracht in de lastoorts. De aandrijfrol is direct op een wisselstroom servomotor geplaatst voor de intermitterende aandrijving, zonder gebruik te maken van tandwielen. De elektromotor wordt door het terugtrekken en aanvoeren van de draad zwaar belast, er is dan ook gezorgd voor een uiterst goede koeling. Uiteraard is een tweede aandrijfunite nodig voor het constant aanvoeren van de draad. Deze bestaat uit een normale vierrolsaandrijfunite en is op de stroombron geplaatst. Het terugtrekken van de draad door de servomotor over een afstand van enkele millimeter moet opgevangen worden. Om stoten van de draad te voorkomen, is een speciale gepatenteerde buffer ontwikkeld die voor de toorts in het slangenpakket is opgenomen (Figuur 6). Door deze opvang verloopt het terugtrekken en het terug aanvoeren van de draad met een gemiddelde frequentie van 64 Hz.



Figuur 4 : CMT-installatie



Figuur 5 : Tweerolsdraadaanvoerunit uit lastoorts

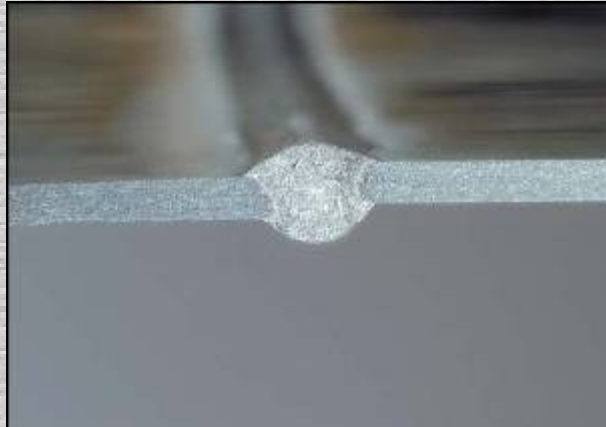


Figuur 6 : Draadbuffer van het CMT-proces

Toepassingen

Door de draad terug te trekken en de stroom te beperken wordt slechts een geringe hoeveelheid materiaal naar het lasbad getransporteerd, een eigenschap die dit lasproces uitermate geschikt maakt voor het lassen van materialen met geringe dikte met een minimale warmte-inbreng (bijvoorbeeld Al tot een dikte van 0,3 mm).^[2]

De gebruikelijke lasnaadvoorbereidingen kunnen worden toegepast bij het CMT-proces: overlapverbindingen, stompe lassen, lassen met een opstaand kantje en hoeklassen voor de gebruikelijke lasposities. Daarnaast is het proces geschikt voor het boogsolderen. Ook het lassen van dunne aan dikke materialen behoort tot de mogelijkheden.



Figuur 7 : Lasverbinding (AlMg3) uitgevoerd met het CMT-proces $t = 0,8$ mm

Het CMT-lassen is ook geschikt voor het uitvoeren van ongelijksoortige verbindingen, zoals het lassen van aluminium aan verzinkt staal. Bij dit soort verbindingen moet worden voorkomen dat (ongewenste) intermetallische verbindingen ontstaan. Het staal mag tijdens het lassen niet smelten en moet voorzien zijn van een zinklaag van minstens 10 micron. Hoewel het staal niet gesmolten wordt, ontstaat door diffusie in het grensvlak toch een acceptabele verbinding. De geringe warmte-inbreng waarmee het CMT-proces werkt, maakt deze toepassing mogelijk. Uit Figuur 8 blijkt duidelijk dat het aan de aluminiumkant om een smeltlas gaat en aan de staalkant om een soldeerverbinding.

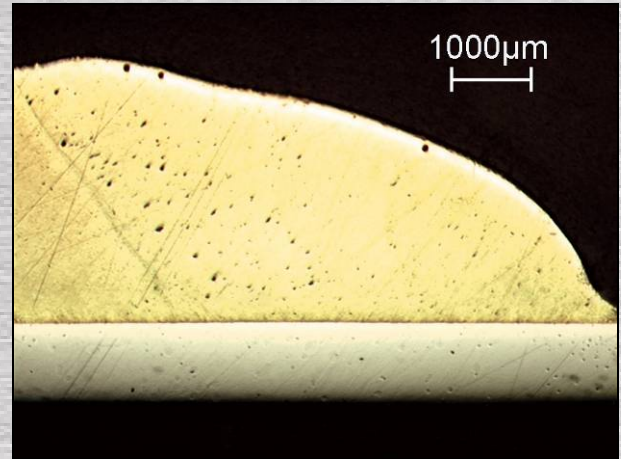


Figuur 8 : CMT - Samengestelde verbinding aluminium aan staal

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.



Figuur 9 : Overlapverbinding gerealiseerd met het CMT-proces tussen een aluminium bovenplaat en een stalen onderplaat.



Figuur 10 : In deze figuur kan gezien worden dat het aluminium in feite aan het staal gebraseerd wordt. Bron: Fronius.

Het automatisch CMT-lassen vindt veel toepassing in de automobiellindustrie en de toeleverende bedrijven, met name voor het lassen van dunne plaatdelen. Het CMT-lassen was tot voor kort, vanwege de noodzakelijke stabiele procesvoering, alleen gemechaniseerd mogelijk. Verdere ontwikkelingen hebben er echter toe geleid dat het proces ook met de hand kan worden toegepast.^[3] Dit biedt onder andere goede mogelijkheden voor het uitvoeren van reparaties. Een handmatig proces is bovendien veel flexibeler: de lasser kan met de toorts plaatsen bereiken die voor de robot ontoegankelijk zijn.

Voordelen en beperkingen aangegeven door de fabrikant:

Voordelen

- Het is een proces met een zeer geringe warmte-inbreng en geen spatten.
- Standaard MIG/MAG-processen houden de booglengthe constant d.m.v. de boogspanning. Deze kan echter beïnvloed worden door de uitsteeklengthe. Het CMT-proces daarentegen detecteert de booglengthe mechanisch en past deze ook mechanisch aan, waardoor de booglengthe onafhankelijk is van parameters zoals de uitsteeklengthe. Hierdoor kan de afstand tussen toorts en werkstuk variëren tussen 8 en 30 mm.
- Grote openingen kunnen overbrugd worden. Wanneer grote openingen overbrugd worden met het conventionele MIG/MAG-proces moet er gelast worden met een relatief hoge warmte-inbreng, zodat de materialen te snel afsmelten, nog vooraleer de opening kan overbrugd worden.
- Een handmatige variant is beschikbaar.

Beperkingen

- Minder inbranding door de geringe warmte-inbreng, en daardoor het risico op plakfouten.
- Figuur 3 toont de limieten van het CMT-proces aan de hand van het spanning-stroomdiagram. De bovenste limiet in het diagram wordt bepaald wanneer de transitieboog ontstaat. Voor hogere waarden van de stroom treedt er geen kortsluiting meer op, zodat het CMT-proces niet meer kan uitgevoerd worden. De onderste limiet van het CMT-proces is lager dan het standaard kortsluitboogproces. Hierdoor wordt het werkingsgebied vergroot in vergelijking met het kortsluitboogproces.

Ervaringen met CMT uit het Innolasproject (BIL-OCAS 2007-2009)

Bij lasproeven bij stompe lassen onder de hand op dunne plaat (materialen DC01, AISI304L, S700MC en AISI430Ti in een diktebereik van 0,7 mm tot 4 mm) was geen verbetering merkbaar met CMT t.o.v. het conventionele halfautomaat-lassen op gebied van snelheid en warmte-inbreng.

Bij lasproeven voor het lassen van grondnaden in V-naden onder de hand (materialen S355, S500MC, S700MC en AISI316L in een diktebereik van 10 mm tot 20 mm), was de warmte-inbreng met CMT telkens lager dan deze van de gepulseerde halfautomaat en de voortloopsnelheid was merkkelijk hoger met deze van de gepulseerde halfautomaat en andere innovatieve booglasvarianten. Tijdens het zoeken naar de lasparameters voor de grondnaden, welke geautomatiseerd werden uitgevoerd, konden voor elk van de 4 materialen de juiste parameters na 1 of 2 lassen worden ingesteld. CMT bleek zeer stabiel te lassen in deze proefopstelling.

In Figuur 11 en Figuur 12 wordt een flens-buis verbinding weergegeven gelast met CMT in ferritisch roestvast staal AISI409.

Bij een eerste instelling van de lasparameters werden de lassen visueel goedgekeurd. Op 3 plaatsen werd een doorsnede gemaakt, (Figuur 13, Figuur 14 en Figuur 15). De las op de start positie vertoonde te weinig inbranding. Door het gebruik van de hot start werd de inbranding aan de start verhoogd (*Figuur 16*).

Na de lasproeven op de flens-buis-verbinding werden 4 conclusies getrokken:

- De lassen op dit product/materiaal type zijn spatarm, niet spatvrij. Het resultaat is beter in vergelijking met dezelfde verbinding gelast met een gepulseerde halfautomaat.
- De warmte-inbreng is lager in vergelijking met dezelfde verbinding gelast met een gepulseerde halfautomaat.
- Bij dit product werd voor een na het lassen de vlakheid van de flens gemeten. Deze vervormde 0,05 mm ten gevolge van het lassen. Dit is iets minder te zijn dan dezelfde verbinding gelast met een gepulseerde halfautomaat.
- Om voldoende inbranding te hebben op de start-plaats van de las, moet de hot-start-functie gebruikt worden.



Figuur 11 : Flens – buis-verbinding gerealiseerd met het CMT-proces.



Figuur 12 : Flens – buis-verbinding: detail.



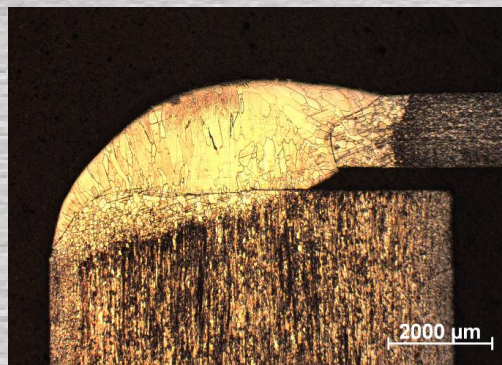
Figuur 13: start



Figuur 14: 120° na start



Figuur 15: 240° na start



Figuur 16: start met hot-start

- [1] : Cold Metal Transfer. Een revolutie in kortsluitbooglassen. Lastechniek, maart 2005.
- [2] : The CMT – Proces – a revolution in welding technology. IIW-Document XII-1845-05.
- [3] : CMT-lasproces voor dunne plaat en 'onmogelijke' combinaties nu ook handmatig uitvoerbaar. Aluminium, oktober 2006.
- [4] : Cold Metal Transfer – Ein Neuer prozess in der Fügetechnik, presentatie Fronius.
- [5] : Improving welding-quality and reducing costs by using the CMT-welding-process under pure CO₂-shielding-gas. IIW-Document No. XII-1933-07.
- [6] : Der Cold Metal Transfer (CMT) - Prozess von Stahl - Alu Verbindungen und seine Möglichkeiten. Jürgen Bruckner, Fronius Int. gmbh.