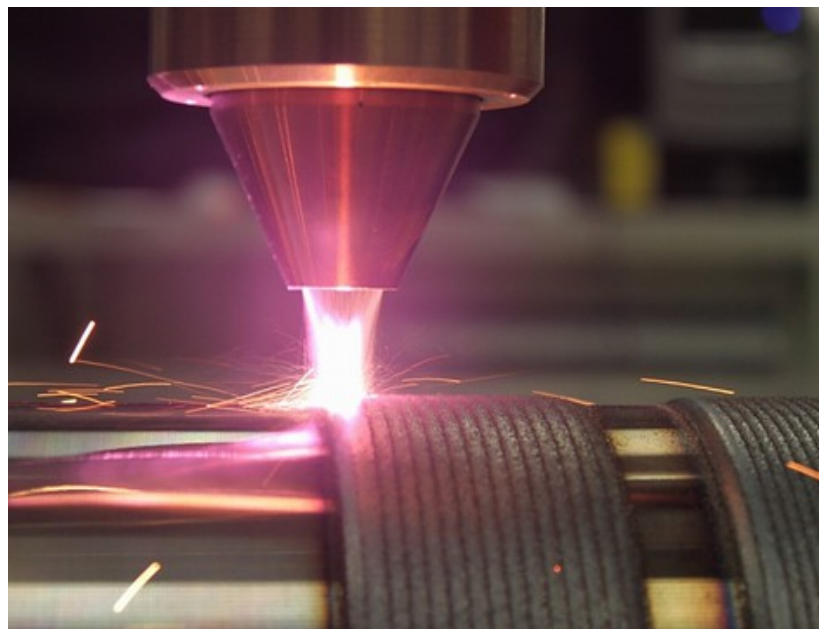


# SLIJTVASTE LAGEN MET PLASMA OF LASER, HETZELFDE RESULTAAT ?

## VERSCHILLEN EN GELIJKENISSEN TUSSEN PLASMA (PTA) EN LASERCLADDING

Diverse machine-onderdelen worden vaak voorzien van een slijtvaste laag om te kunnen weerstaan aan abrasie, erosie of impact al dan niet in combinatie met corrosie en verhoogde bedrijfstemperaturen. Het plasma PTA proces is een beproefde en kosten-efficiënte techniek, zeker wanneer het gaat om Co-legeringen en Ni-superlegeringen. De technologie bestaat al geruime tijd maar raakt voorbijgestreefd door de meer recente ontwikkelingen van laser gebaseerde methodes. Beide technologieën richten zich op gelijkaardige toepassingen. Betekent dit het einde voor het PTA proces of is er nog een plaats naast het lasercladden ?

Door Ing. Tim Buyle, IWE



Procesfoto van het laserpoedercladden

## CLADDING

Cladding is een veelzijdig toegepaste techniek in diverse industrieën om de slijtageweerstand van machine-onderdelen preventief te verhogen, dan wel om een versleten onderdeel van een nieuw oppervlak te voorzien. Dankzij de verbeterde eigenschappen van het oppervlak wordt de levensduur verlengd en kan op onderhouds- en installatiekosten worden bespaard. Eigen aan de techniek is het aanbrengen van een oppervlaktelaag met een andere chemische samenstelling dan het basismateriaal (substraat). De legeringen worden geselecteerd o.b.v. gewenste mechanische

eigenschappen tijdens gebruik. Er ontstaat tezelfdertijd een economisch voordeel : de bulk van het materiaal van een onderdeel kan goedkoper uitgevoerd worden. Het onderdeel krijgt pas een specifieke functie na het aanbrengen van een slijtvaste laag. Zo kan tot 95% bespaard worden bij de materiaalkeuze van een machine-onderdeel.

Een slijtvaste cladlaag kan principieel op 3 verschillende manieren uitgevoerd worden : via (1) elektrisch booglassen, (2) thermisch opspuiten of (3) moderne lasertechnologie. Elke methode heeft welbepaalde voordelen en bijzondere beperkingen waardoor voor een aantal toepassingen een

welbepaalde unieke techniek de voorkeur geniet. Daar waar mogelijk geniet een gemechaniseerde opstelling de voorkeur. Alleen bij het elektrisch booglassen en lasertechnologie kan men spreken van opgelaste lagen.

## WAT ZIJN OPGELASTE LAGEN?

Een aantal booglastechnieken komt in aanmerking voor het aanbrengen van slijtvaste lagen, zoals het TIG lassen, MAG lassen, plasma lassen (PAW), onderpoeder lassen (SAW) en tenslotte het plasma PTA lassen. Bij elk van die procédés wordt een elektrische vlamboog gebruikt om het oppervlak van een substraat lokaal te smelten in de aanwezigheid van een beschermgas. De slijtvaste legering wordt vervolgens als draad of in poedervorm toegevoegd en eveneens omgesmolten door de vlamboog om zo een cladlaag te vormen. De laag is volledig opgelast en kenmerkt zich door een goede hechting, voldoende taaiheid en afwezigheid van porositeiten. Bovendien kunnen hoge neersmeltsnelheden worden behaald. Dit maakt de technologie uitermate geschikt voor serieproductie bij een relatief lage investeringskost. Nadelen van booglastechnieken zijn een relatief grote heat input en, afhankelijk van de vorm van het onderdeel, een hoge graad van opmenging. De grote warmte-inbreng kan mechanische vervormingen veroorzaken, waardoor verdere nabewerking van de stukken nodig

kan zijn. Bovendien kan er tijdens het proces afbrand van legeringselementen optreden en zullen sommige substraten ongewenste metallurgische veranderingen ondergaan (harde en brosse zones onder het oppervlak). Tot slot kan men in de praktijk niet altijd het hoogste neersmeltdement behalen omdat opmenging, vervorming, hardheid en andere eigenschappen negatief worden beïnvloed wanneer de boogenergie wordt opgevoerd over een bepaalde kritische waarde. Meestal ligt het optimum aan de laagste grens van het theoretisch neersmeltdement.

## Plasma Transferred Arc (PTA)

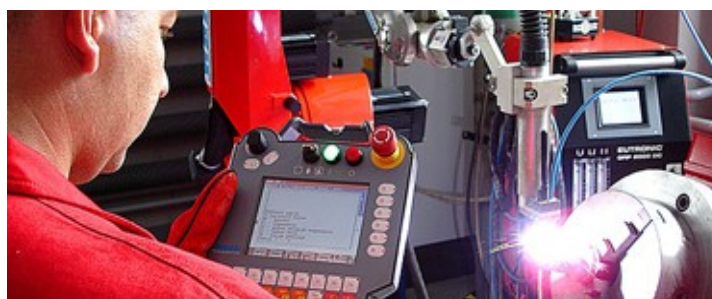
Het PTA proces is een variëteit van het plasma lassen (PAW) met getransfereerde boog. Beide technieken maken gebruik van een niet afsmeltende wolfram elektrode, een watergekoelde nozzle voor de constrictie van de plasmaboog, een beschermgas en een plasmagas. Na ontsteking van een pilootboog wordt de plasmaboog opengetrokken en getransfereerd naar het werkstuk. Het wezenlijke verschil tussen beide technieken is eenvoudigweg de vorm van het toevoegmateriaal : PAW maakt gebruik van een draad en PTA werkt met metaalpoeder. Dat maakt dat het PTA proces nog een derde gas nodig heeft : een transportgas om het poeder via flexibele leidingen naar de constrictor nozzle te brengen om vervolgens als een convergente straal in de plasma boog te worden geïnjecteerd. De parameters die de



PTA-cladden



Typisch lasuiterlijk van een PTA cladlaag



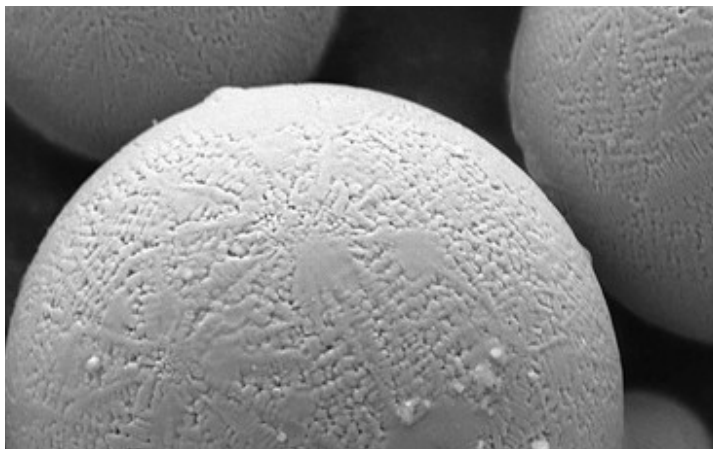
Gemechaniseerde PTA-opstelling

laskwaliteit bepalen zijn : voedingssnelheid van het poeder, gasdebiet (beschermgas, plasma gas, transportgas), stroom, voortloopsnelheid en nozzle-werkstuk afstand. Mits selectie van een aangepaste toorts kunnen praktische neersmeltsnelheden tot 12 kg/u worden behaald. Een PTA opgelaste laag kenmerkt zich door een kleine opmenging, beperkte vervorming, een smalle HAZ en een fijne microstructuur. De laag heeft een uniform en vlak uiterlijk met een mooie aanvloeiing. Door de beperkte convexiteit van de lasrupsen is het risico op bindingsfouten met naastliggende lasrupsen zeer beperkt. De breedte van een lasrups (8-12mm) kan verder uitgesmeerd worden via een oscillerende beweging van de lastoorts.

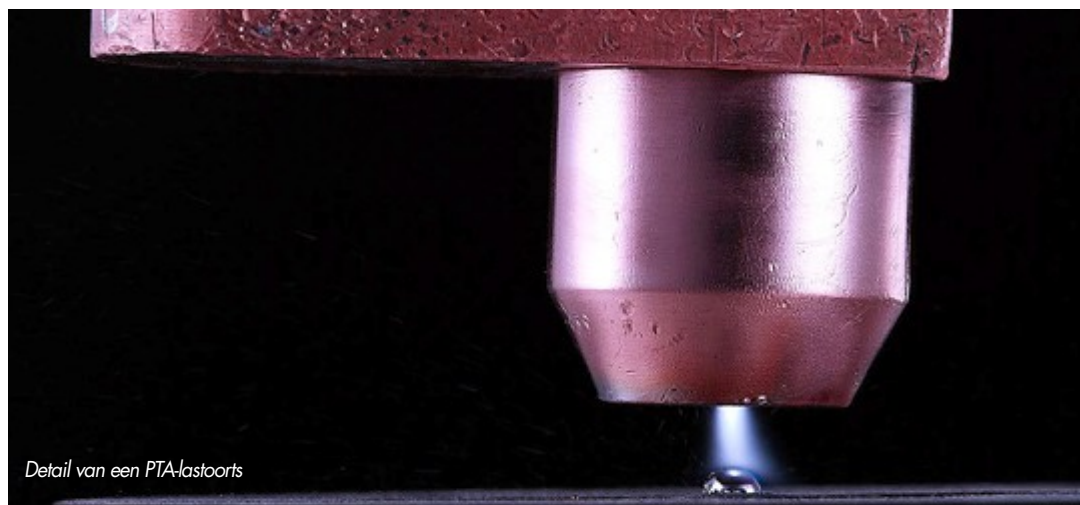
### Laser (poeder) cladding

Lasercoating is een uniek proces : in één enkele stap wordt het poedervormige cladmateriaal geïnjecteerd in de laserstraal, naar het substraat getransfereerd én omgesmolten met het oppervlak van het substraat. Een beschermgas zorgt voor afscherming van het smeltbad tegen de invloed van de omgevingslucht. Door de hoge afkoelsnelheid van de cladlaag wordt een homogene en fijne microstructuur gerealiseerd met zowel voldoende hardheid als taaiheid. Het vermogen en de afmeting van de laser spot en dus de warmte-inbreng kunnen veel beter worden beheerst dan bij conventionele elektrische booglasprocédés.

De energie van de laserstraal wordt nagenoeg volledig gebruikt om het poeder om te smelten, waardoor er slechts een minimale hoeveelheid energie overblijft om het oppervlak van het substraat te smelten. Dit resulteert in lage heat input, een kleine HAZ en minimale opmenging. Het smeltbad dat ontstaat wanneer de laserstraal het poeder omsmelt, wordt uiterst precies gecontroleerd. De afbrand van legeringselementen is in vergelijking met PTA zeer beperkt.



Sferisch metaalpoeder vrij van satellieten



Detail van een PTA-lastoorts

## MOGELIJKE TECHNIEKEN VOOR UITVOERING OPGELASTE LAGEN

PROCES	NEERSMELT (KG/U)	LAAGDIKTE (MM)	OPMENGING (%)	GRANULOMETRIE (µM)
MMA	1 – 5	2 – 3	20 – 40	-
TIG	0,5 – 1,5	2 – 3	10 – 40	-
MAG	3 – 6	2 – 4	15 – 40	-
SAW	4 – 15	3 – 6	20 – 50	-
PTA	1 – 12	1,5 – 3	4 – 15	45 – 200
LASER	1 – 2	1 – 2	< 5	10 - 100

### ONDERZOEKSRESULTATEN

Studies hebben aangetoond dat laser cladlagen, i.v.m andere technieken, over het algemeen harder zijn en een superieure impactweerstand hebben bij toepassing van Stellite 6 (CoCrW-legering). In het geval van Alloy 625 (NiCrMoNb-legering) bezitten de laser cladlagen algemeen een betere weerstand tegen schuivende en/of rollende belasting, en zelfs een hogere corrosieweerstand in een zoutoplossing. Anderzijds werd aangetoond dat de thermische stabiliteit van Stellite 6, aangebracht via PTA, toch beter was dan de laser en dit bij hoge bedrijfstemperaturen (>1.000 °C), terwijl er bij lagere temperaturen (700-750°C) geen verschil was. De verschillen tussen laser en PTA zijn m.a.w. zeer afhankelijk van de toepassing en moeten afgewogen worden t.a.v. de gestelde eisen.

### POEDERTECHNOLOGIE

Metaalpoeders worden gefabriceerd door de technologie van het atomiseren. De grondstoffen van de gewenste legering worden tot smelten gebracht in een kroes en vervolgens gepulveriseerd tot zeer kleine druppels in een water- of gasvortex, die resulteren in poederkorrels van enkele tot tientallen microns groot. Naast chemische samenstelling en kwaliteit is vooral de morfologie en granulometrie van het metaalpoeder van belang. Grotere korrels leiden tot convexe lasrupsen, terwijl de kleinere deeltjes gemakkelijker uitvloeien en een vlak resultaat opleveren. Sferische korrels staan garant voor een vlotte poederaanvoer. De korrels moeten bovendien vrij zijn van satellieten (kleinere aangehechte deeltjes) die verstorend werken en de kwaliteit van de opgelaste laag negatief kunnen beïnvloeden. Hoewel de chemische samenstelling identiek is, zal een poeder voor lasertoepassingen veel fijner moeten zijn dan voor PTA. De kleine laser spot kan slechts een fijne poederstraal verwerken. Fijnere poeders zijn algemeen duurder en zijn meer storingsgevoelig. Het poeder aanvoersysteem voor laser cladden vraagt daarom bijzondere aandacht.

### LEGERINGEN

De keuze van een slijtvaste laag is geen eenvoudige zaak. NiCr-legeringen kunnen weerstand bieden aan hoge spannings-abrasie. Laag gelegeerd CrMoMn

staal (legering 6-12%) kan gebruikt worden om een hoge impactweerstand te verkrijgen. Bij toenemend Cr en Mo gehalte en toevoeging van Mn en Si spreekt men van medium gelegeerd staal (12-25%), nagenoeg equivalent aan bepaalde gietzijzers en die algemeen een goede weerstand tegen abrasie bezitten. Austenitische Mn stalen en bepaalde NiMo legeringen kunnen weerstaan aan impact o.w.v. koudversteving tijdens gebruik. Duurdere legeringen hebben een groter gehalte aan legeringselementen (25-50%) en een verhoogd koolstof percentage. Zo ontstaan grote en complexe carbides in de cladlaag. Ni-legeringen zijn dan weer aan te bevelen in geval van schuivende en rollende metaal/metaal belasting of corrosie en verhoogde temperatuur. De Co-legeringen (Stellieten) bieden weerstand aan een breed spectrum van slijtagefenomenen en combinaties daarvan. Tot slot kunnen W-carbides worden aangebracht in tal van legeringen, waardoor de abrasieweerstand toeneemt.

### CONCLUSIE

Zowel laser als PTA blijven belangrijke technieken. Vooral economische factoren zullen doorslaggevend zijn naast de vooropgestelde kwaliteit van de cladlaag. De investeringskosten, onderhoudskosten, seriegrootte en mogelijkheid tot mechanisatie zijn de belangrijkste parameters. En vanuit dat opzicht blijft PTA zeker een voorsprong behouden op de lasertechnologie. □