

METAAL 3D-PRINTEN IS DUURZAMER

ADDITIVE MANUFACTURING WERKT RESHORING IN DE HAND



Met AM kan een inwendig koelkanaal worden toegevoegd

HYBRIDE

AM neemt momenteel een hoge vlucht, maar eigenlijk is de implementatie ervan nog maar net uit de kinderschoenen. Althans, buiten de dentale sector waar 3D-geprinte metaalonderdelen wel al volop worden geïmplementeerd. R&D-centra breiden het gamma aan metaalpoeders die via AM versmolten kunnen worden constant uit. Momenteel onderzoekt men hoe 'multi-metal'-printers producten uit meerdere metaalsoorten kunnen genereren, mogelijk in combinatie met kunststoffen. Dergelijke 'custom-made'-producten zouden volledig aan de wensen van de gebruiker kunnen worden aangepast. Ook zijn er hybride machines op de markt verschenen die na het 3D-printen het product ook nog desgewenst partieel kunnen nabewerken. Hybride producten kunnen op twee verschillende manieren worden vervaardigd. Een draaideel kan bestaan uit een AM-geprint onderdeel dat op een simpel stuk wordt aangebracht dat goedkoop werd geproduceerd door een CNC-machine. Of een product kan bestaan uit zowel roestvast staal en uit dure nikkellering, met als voordeel dat kostbaar metaal wordt uitgespaard. Dat lukt alleen als de twee metalen of legeringen thermisch aan elkaar te versmelten zijn.

TWIJFELS

Aantrekkelijke materiaaleigenschappen

Doordat AM en 3D-printen in het algemeen nog relatief weinig worden toegepast, twijfelt men wel eens aan de kwaliteit. De AM-techniek staat nochtans toe opmerkelijk fijner te produceren dan bijvoorbeeld bij gieten en

Metaalcomponenten worden in België en de rest van Europa voornamelijk vervaardigd via het mechanisch verspanen. Verwacht wordt echter dat 3D-printers binnen vijf jaar 10% van de CNC-gestuurde bewerkingscentra zullen vervangen. De trend rond Additive Manufacturing (AM), of Selective Laser Melting (SLM) zoals de 3D-printtechniek ook wordt genoemd, is volop ingezet. Een grote knowhow wordt wel nog vereist, onder meer wat de implementeerbare metaalpoeders betreft. Wij brengen verduidelijking.

Ko Buijs

smeden, wat het rendement ten goede komt. Dankzij de gelaagde opbouw van het lichtere component ontstaan barricades voor glijvlakken en dislocaties in het atoomrooster, waardoor de rekgrens omhoog gaat. Dergelijke dislocaties lopen als het ware vast op de gelaagde overgangen. Nadat het oppervlak werd gebeitst, blijven de laagjes goed waarneembaar onder een microscoop. De verhoging van de rekgrens gaat echter wel ten koste van de rek en de kerfslagwaarde. Ook de bedenking dat de microstructuur van door AM vervaardigde componenten mogelijk te grof of te bros zou zijn, is onterecht. Na het gloeien blijken de karakteristieken en andere eigenschappen net aantrekkelijk.

Efficiëntie en ruwheid

Afhankelijk van de korrelgrootte van het gebruikte metaalpoeder kan het oppervlak van het AM-product relatief ruw zijn. Er wordt bestudeerd hoe de topografische karakteristieken van het oppervlak kunnen worden geoptimaliseerd. Tegelijk probeert men bepaalde mechanische waarden te voorspellen aan de hand van de toegepaste parameters. De laagdiktes kan men laten variëren van 25 tot 100 µm. Hoe dunner de laag, hoe gladder het oppervlak, maar hoe langer de productietijd duurt. Door hun lichtere opbouw zijn 3D-geprinte metalen efficiënter. Maar ook de efficiëntie van het productieproces zelf kan worden verhoogd door de bouwruimte zo vol mogelijk te plaatsen met meerdere producten die allemaal van dezelfde metaalkwaliteit gemaakt moeten worden.

DUURZAAM PROCES

Kennis van het materialisatieprincipe van de AM-technologie maakt het minimale deel uit van de vereiste knowhow. De vastestoflaser versmelt het sferoidale metaalpoeder daar waar zich volgens het CAD-ontwerp materie bevindt. Dan wordt een nieuw metaallaagje aangebracht, dat op zijn beurt met het vorige

wordt versmolten. Zo worden volgens de Layer Technology lagen van 20 tot 100 µm gestapeld. Nadat het metaalproduct van de basisplaat wordt verwijderd, kan het een mechanische nabehandeling krijgen en/of worden gegloeid of geslepen. Waar geen materiaal nodig is, wordt de laser uitgeschakeld waardoor het metaalpoeder onveranderd blijft. Doordat het proces in een inerte gasomgeving plaatsvindt, oxideert het poeder niet waardoor het opnieuw kan worden gebruikt zonder kwaliteitsverlies. Er is dus nagenoeg geen metaalverlies in tegenstelling tot bv. gieten en smelten. In die conventionele processen worden spanen en andere bijproducten verwijderd, gereinigd, hersmolten en alsnog gedowncycled. Duurzaamheid is dan ook een belangrijk argument pro 3D-printen, zeker als men de geruchten mag geloven over de verspaningslimiet van 30% metaal die er in de nabije toekomst zit aan te komen.

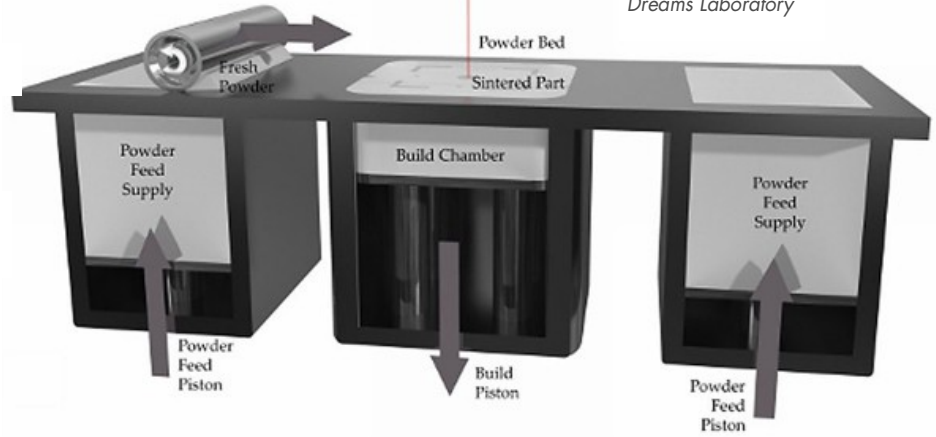
METAALPOEDERS

Materialen die nu al volop worden toegepast

ADDITIVE MANUFACTURING		
DIAMETER LASERSTRAAL	0,2 mm	
NAUWKEURIGHEID	± 50 µm	
LAAGDIKTE	25 tot 100 µm	
MINIMALE DICHTHEID	99,7%	
MECHANISCHE WAARDEN		
ROESTVRIJ STAAL 316 L (1.4404)		
WAARDE	NORMAAL	NA AM
REKRENS MPa	190	495
TREKSTERKTE MPa	490-690	650
REK %	40	25
INSNOERING %	60	30
KERFSLAG J/CM ²	85	30
HARDHEID HB30	120-180	220



Schematische procedure volgens Dreams Laboratory



in Additive Manufacturing zijn roestvast staal, aluminium, kobalt/chroom, gereedschapsstaal, titaan, nikkellegeringen en zelfs goud. Sommige eindproductvormen vereisen dat men gelijktijdig supportpilaren print, om vervorming te voorkomen.

Die kleine ondersteunende pilaartjes worden na het proces verwijderd. Bij aluminium en titaan zijn ze beduidend minder nodig dan bij roestvast staal en nikkellegeringen door het grote verschil in soortelijk gewicht. De nood aan dergelijke supportpilaren betekent echter iets meer 'afval', al zijn ze te recyclen en staan ze niet in verhouding tot de overvloedigheid na mechanisch bewerken.

Koelkanaal

Niet alleen uitwendig maar ook inwendig kent de geometrie van het metaalproduct een bijna onbegrensde vrijheid. Met AM kan zo bijvoorbeeld een matrijsinzetstuk van roestvast staal met spiraalvormig koelkanaal vervaardigd worden. Dat koelkanaal haalt de rendabiliteit omhoog.

Aerospace

Ook titanium is zeer geschikt om met de AM-technologie hoogwaardige producten af te leveren. Vooral de vliegtuigbouw maakt daar dankbaar van gebruik.

De 3D-printers die daarvoor worden gebruikt, wijken echter enigszins af van de conventionele 3D-printers. Titanium, een reactief metaal met een zeer hoog smeltpunt, vraagt om meer vermogen en een inerte atmosfeer.

Het inerte gas dat nodig is voor reactieve metalen, zoals titanium, zirkonium, niobium en tantaal, is argon en niet het stikstof dat bij roestvast staal wordt gebruikt.

DIGITAL PARTS CENTRE

Cloud

AM maakt fysiek transport van metaalcomponenten onnodig. Het metaalproduct wordt als digitaal geometrisch bestand via een cloud naar iedere gewenste plaats op aarde gestuurd.

Zo kan het dicht bij de klant worden gematerialiseerd, wat voor een korte levertijd zorgt. Bij het Digital Parts Centre (DPT), deze logistieke dienst die nader wordt ontwikkeld, komt een complexe 'supply chain' kijken door juridische en financiële aspecten.

Het systeem wordt beschermd tegen illegale productkopieën en het gebruik van onjuiste metalen door respectievelijk 'self deletable files' en het afgeven van een certificaat op het gerealiseerde product, naast andere oplossingen.

Factoren

Het digitaal versturen van metaalonderdelen kent naast een 'short time to market' nog andere voordelen:

- het uitvallen van systemen door calamiteiten wordt tot een korte tijd teruggedrongen, wat substantiële besparingen betekent;
- door afzonderlijke componenten digitaal te versturen, die na materialisatie bij het ontvangende bedrijf worden geassembleerd, kunnen complete units worden 'getransporteerd';
- door op die manier hybride producten te realiseren, worden kostbare metalen of legeringen uitgespaard;
- het wegvallen van het fysieke transport, betekent weinig CO₂-uitstoot naast een uitsparing van hoge transportkosten, op de 'last mile delivery' na;
- het betekent ook het omzeilen van een tijdrovende douanecontrole en invoerrechten;
- het gebruiken van een cloud,

een virtueel magazijn waar relaties hun goederen kunnen opslaan als een puntenwolk, zorgt ervoor dat geen fysieke producten op voorraad worden gehouden. Dat haalt de rentederving naar beneden;

- de creatie van een puntenwolk betekent eveneens dat gebroken onderdelen na een triangulatieve scanning opnieuw kunnen worden gematerialiseerd en dus hersteld;
- het CAD-bestand kan ook onmiddellijk digitaal worden gemodificeerd, wat zorgt voor optimale, op maat gemaakte producten.

CONCLUSIE

Reshoring

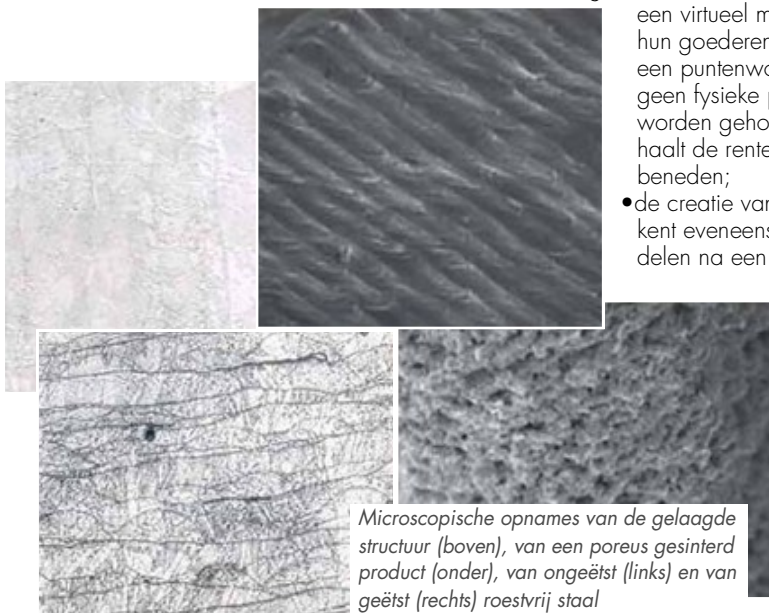
Een substantieel aandeel metaalonderdelen wordt momenteel gemaakt in lagelonenlanden. Het Europese beleid wil bedrijven echter terug naar Europa halen. Door opnieuw in België metaalproducten te vervaardigen, spelen bedrijven in op de vraag van de klant naar maatwerk, hoge kwaliteit en een korte levertijd. 3D-printen werkt deze 'reshoring'-trend in de hand, doordat het AM-systeem nagenoeg onbemand functioneert. Dat betekent ook dat het nagenoeg onafgebroken zijn werk doet.

Lagere CO₂-uitstoot

Naast reshoring wil de Europese overheid ook een lagere CO₂-uitstoot realiseren van metaalproducerende en andere bedrijven. De beperking van transportkosten en afval van Additive Manufacturing zijn daarom vaak doorwegend voor het investeren. De complete geometrische vrijheid, de gemakkelijke adaptatie van het ontwerp, het mogelijke herstel en de korte levertijd van AM-gereproduceerde producten staan toe volledig aan de wensen van de klant te voldoen. De lichtere opbouw en de mogelijkheid een koelkanaal uit het metaalcomponent te sparen, verhogen de efficiëntie. Reken daarbij het nagenoeg onbestaande metaalverlies en de beperkte transportkosten, en het wordt duidelijk waarom 3D-printen de conventionele metaalproductie steeds vaker vervangt.

Relatieve belemmeringen

Tot voor kort bleef de grootte van de te printen metaalproducten beperkt tot ongeveer 250 x 250 x 250 mm. Ook daar wordt vooruitgang geboekt door het opschalen van de ontwikkelde apparatuur. Dat betekent veelal werken met meerdere lasers en hogere vermogens. Tegenwoordig zijn er al AM-machines beschikbaar die metaalproducten tot 800 x 500 x 400 mm kunnen produceren. De ruwheid van het afgeleverde metaalonderdeel vormt daarom het grootste obstakel voor 3D-printen. Dat kan deels worden weggewerkt door het slijpen of mechanisch nabewerken van het AM-product. De blijvende hoge kostprijs van 3D-printen werd buiten beschouwing gelaten in dit artikel, al kan ook die worden gedrukt door het vervaardigen van hybride producten. Rest ons nogmaals te wijzen op de uitgebreide knowhow die vereist wordt door de complexiteit van het 3D-printen en van de AM-technologie in het bijzonder. □



Microscopische opnames van de gelaagde structuur (boven), van een poreus gesinterd product (onder), van ongeëst (links) en van geëst (rechts) roestvrij staal