

Cold-spray, Supersonisch koudcoaten

i Sirris, Patrick Cosemans
Redacteur Luc De Smet

In de negentigerjaren beschoten Russische onderzoekers metalen doelwitten met poedermaterialen tegen hoge snelheid. Die bleven kleven en hoopten zich op. Een nieuwe coating-technologie was ontdekt.

Deze Cold-Spraytechnologie brak na een aanvankelijke hypecyclus met overspannen verwachtingen en onvermijdelijke ontgoochelingen bij eerste gebruikers toch niet echt door. Jarenlang zijn bottlenecks weggevoerd en nu kent ze in het buitenland dan toch opgang voor het herstel en de remanufacturing van componenten, 3D-printing, ... Hier is de technologie vrijwel onbekend. "De tool is betrouwbaar maar gebruikers zijn voorsnóg beperkt tot de groten in defensie en lucht- en ruimtevaart", bevestigt Patrick Cosemans, projectleider bij Sirris, dat bij bedrijven in Vlaanderen toch enige belangstelling registreerde en nu de aanschaf van een demo-productiemachine voorbereidt.

Cold-spray spuit metallische of keramische poederdeeltjes met supersonische snelheid op een oppervlak. De deeltjes vormen er een coating of een 3D-structuur. Dit puur kinetisch proces - ietwat vergelijkbaar met explosief lassen - gebeurt bij lage temperatuur. Voordelen zijn: het materiaal smelt niet, er treedt geen oxidatie op en er is dus geen vacuüm of beschermende atmosfeer nodig. Dat betekent tegelijk dat het bruikbaar is om grotere structuren te bouwen. Het proces resulteert in porievrije coatings en zorgt voor een snelle laagopbouw. Er is sprake van materiaal-deposities tot wel 45 kg/uur. De warmte-inbreng is minimaal. Software, digital twins en meerassige robots maken een vlotte productie mogelijk. Deze voordelen motiveren sommigen om hele installaties in een container te droppen om stukken te produceren - te 3D-printen - daar waar en wanneer nodig. Men spreekt van 'point of need' manufacturing. Op of dicht bij het slagveld, bijvoorbeeld.

SUPERSONISCH

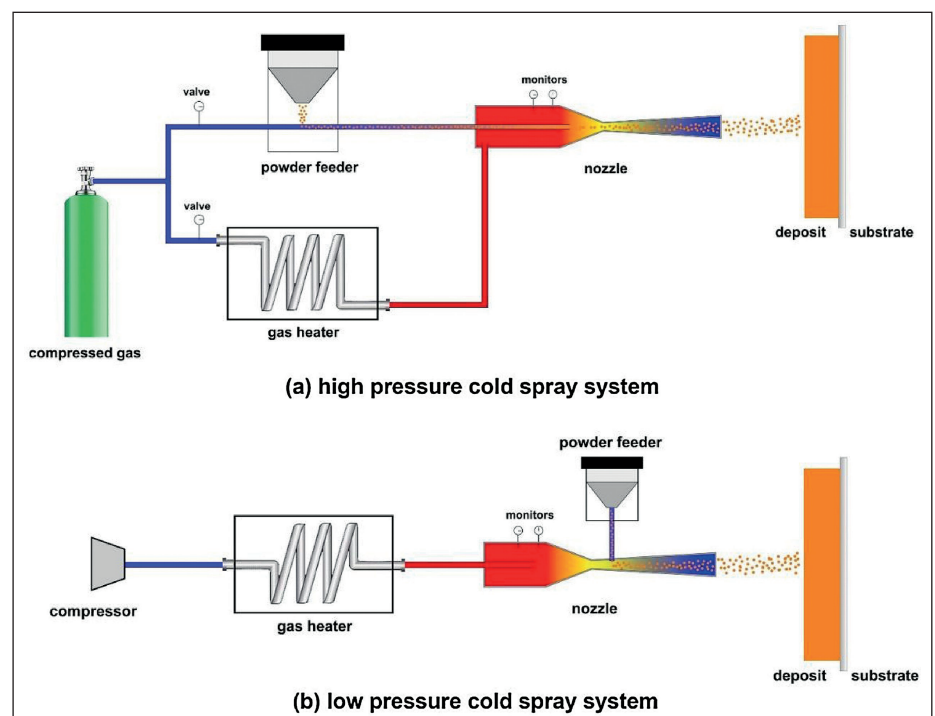
De snelheid van de deeltjes wordt gehaald door het opbouwen van druk - door verwarming van een gas - die dan via een de Laval nozzle of de Lavalstraalpijp (convergent-divergente straalpijp) supersonische snelheden haalt. Het poeder wordt in de hogedrukbuis ingespoten en haalt bij de uitgang snelheden tot 1.200 m/sec of zowat drie keer de geluidssnelheid. De expansie van het gas gaat gepaard met een temperatuurval naar minder dan 100°C.

Men onderscheidt lage-, middel- en hogedruk cold-spray. Bij hogedruk cold-spray kan de druk van het draaggas oplopen tot 6 MPa of 60 bar en debieten van meer dan 2 m³/min. Deze systemen maken het mogelijk om mengelingen van metaal en keramische poeders te sprayen. Midden-druk systemen hebben een limiet van ongeveer 35 bar. Lagedruk cold-spray werkt met drukken tussen 0,5–1,0 MPa (5 à 10 bar) en debieten van 0,5 tot 2 m³/min. om zachte pure metaalpoeders te sprayen. De metaalpoeders hebben diameters van 5 tot 50 µm. Hogedruk spray gebeurt ge-robotiseerd in een afgesloten kamer en is

duurder. Midden- en lagedruk spray missen dan weer het volledige toepassingsbereik. Anderzijds kan er in lagedruk wel met de hand gespoten worden.

"Voor elke combinatie van ondergrond- en spraymaterialen is het zoeken naar de juiste parameters", zegt Cosemans. Geef je teveel energie, dan zal het materiaal zich door de ondergrond boren, net als water- of zandstralen. Te weinig en er is geen hechting. "Je bent ook afhankelijk van de vorm en grootte van de metaalpoeders. Om de kostprijs van de poeders betaalbaar te houden, worden poeders gebruikt die op de markt beschikbaar zijn." Weet wel, deze zijn niet specifiek ontwikkeld voor cold-spray en de kwaliteit of samenstelling (verschillende fases van staal) kan wel eens verschillen. Zelfs het type draaggas - helium of stikstof - heeft een belangrijke invloed op de haalbare snelheid van de partikels.

De technologie is bij uitstek inzetbaar voor coatings met materialen die een zeer hoge smelttemperatuur hebben - denk tantalum, niobium en superlegeringen - maar ook met materialen die gevoelig zijn voor



oxidatie zoals aluminium, koper, titanium, tungsten carbide,... Het resultaat is 'near net shape' dat naderhand met klassieke bewerkingstools op de juiste nauwkeurigheid gebracht kan worden. Je kan de technologie gebruiken voor het aanbrengen van elektrisch/thermisch goed geleidende lagen op onderdelen, het opbouwen van multi-materiaal componenten, het aanbrengen van functionele coatings (slijtvast, corrosiewerend, lage wrijving, inductie) en reparaties van eenvoudige tot complexe onderdelen. Door de mogelijkheid om bepaalde systemen mobiel te gebruiken en met de hand te bedienen, kunnen ook componenten hersteld worden die niet makkelijk verplaatsbaar zijn.

Er zijn ondertussen ook hybride cold-sprayvormen. The Welding Institute (TWI) ontwikkelde LACS (Laser Assisted Cold Spray) dat met behulp van laser hardere ondergronden voorbehandelt (zachter maakt) waardoor het geprojecteerde poeder nog beter/dieper in de grondlaag doordringt. Het Centre des Matériaux van Mines Paris-PSL (Paris Sciences et Lettres), bestudeert het inzetten van kortpuls nanolasers om schokgolven te creëren die cold-spraycoatings nog beter doen hechten en het materiaal verdichten.

RESEARCH EN DEMO-INSTALLATIE

Siris is van plan een middendruk machine aan te schaffen, die tot 20 bar in het spraypistool haalt. Goed voor een draaggassnelheid van 700 à 800 m/sec. En dat op een toestel met aangedreven X,Y en Z-as dat gecombineerd kan worden met een lasertool wat het bereik van materi-

aaltoepassingen uitbreidt. De opstelling zal worden uitgerust met een camera die de poederflow ter hoogte van de nozzle in beeld brengt en data capteert. Later kan het toestel uitgebreid worden met een roterende houder of een robotarm.

Siris wil een middendruk cold-spraymachine aanschaffen, die tot 20 bar in het spraypistool haalt en een draaggassnelheid van 700 à 800 m/sec

"Wij maken momenteel een Europese aanbesteding op voor de aankoop van dit systeem. Het is de bedoeling eind 2026 operationeel te zijn en de installatie in te zetten zowel voor onderzoek als voor demo's." Europa verleent via EFRO 40% financiële steun en Vlaanderen komt via het Fonds voor Innoveren en Ondernemen (het vroegere Hermesfonds), dat fungeert als financieringsfonds van VLAIO, voor 10% tussen in de aankoopprijs. Siris zal instaan voor de andere helft via project-samenwerking met bedrijven en universiteiten. Het toestel zal in de Siris-vestiging

in Heverlee komen, binnen het departement Innovaties voor een Circulaire Economie met focus op coatings en reparatie van machineonderdelen.

Reeds een 15-tal bedrijven hebben hier toe een LOI (Letter of Intent) getekend. Het gaat om maakbedrijven in de productie, maintenance & repair, metaalpoeder, machinebouw, offshore wind, coating, enz. De uitdaging is niet alleen het financiële plaatje rond te krijgen.

Het gaat in dit project om kennisopbouw en het beschikbaar maken van de technologie voor bedrijven. De uitdaging is dus ook om de juiste materialen en parameters voor de gevraagde eigenschappen -het hele plaatje- correct te krijgen voor de deelnemende bedrijven. De bredere technologie is vrij matuur. Dat is minder het geval voor de laserondersteuning.

Bronvermelding: Luc De Smet, "Cold-Spray: Supersonisch koudcoaten", in Engineeringnet Magazine, 33, nr.174, December 2025, p.16-17.

BIJNA BRAAKLAND

Wat de Cold-Spraytechnologie betreft is België vrijwel nog een braakland. Hanne-card (Ronse), dat rollen herstelt, maakt gebruik van cold-spraytechnologie. Begin 2024 installeerde CRM Group een hogedruk EvoCSII cold-spraymachine van het Duitse Impact Innovation (Rattenkirchen) waarmee het even later een 3D-geprinte mal van VLM Robotics bekleedde met een dikke koperlaag. De installatie bestaat uit een robot met gekoppelde draaitafel én DED (Direct Energy Deposition – Laser Powder). Eind november volgde er het MASCOP Project (Manufacturing with Smart Copper Powders) voor het herstel en bouwen van stukken in koper met gebruik van cold-spray en DED.

Het Nederlandse NWO (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek) financiert het CSAR-project dat de eigenschappen onderzoekt van cold-sprayreparaties voor metaalmoeheid en schadetolerantie. De opzet is de acceptatie te versnellen van de technologie voor MRO (Maintenance, Repair and Overhaul) in de luchtvaart. Het gaat er vooral om beschadigde (aluminium) luchtvaarton-delen te herstellen die niet gelast kunnen worden en vandaag dus gewoon vervangen worden. Deelnemers zijn SAM XL (campus van de TU Delft), Dycomet Europe/nu Titomic Europe (Heerenveen NL), KLM Engineering and Maintenance, Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum en ADSE Consulting and Engineering.

Vorig jaar bestelde de Koninklijke Landmacht van Nederland tien D523 lagedruk cold-spraysystemen bij de Australische fabrikant Titomic. Negen ervan schuiven naar Oekraïne om ingezet te worden voor reparaties op het slagveld. Het tiende wordt in Nederland ingezet.



▲ Voor elke combinatie van ondergrond- en spraymaterialen is het zoeken naar de juiste parameters", zegt projectleider Patrick Cosemans bij Siris over de cold-spraytechnologie