

Cold-spray technologie:

lage-temperatuur depositie van metallische coatings voor reparatie en productie van onderdelen

i Sirris
Patrick Coosemans

TECHNOLOGIE

Coldspray is een **innovatieve** technologie waarbij metallische of keramische poederdeeltjes met hoge snelheid op een oppervlak worden gespoten. Dit resulteert in materiaalopbouw in de vorm van een (conformal) coating of 3D (vorm van additieve manufacturing). Door de combinatie van lage temperatuur en hoge snelheid van de poeders is het een puur kinetisch proces waardoor het aan te brengen materiaal niet smelt en zijn integriteit behoudt, met **minimale warmte-inbreng** in het substraat. Het proces creëert poriënvrije coatings, heeft een snelle laagopbouw en kan resulteren in innovatieve (multi)-materialen door het variëren van poedercombinaties en laagopbouw.

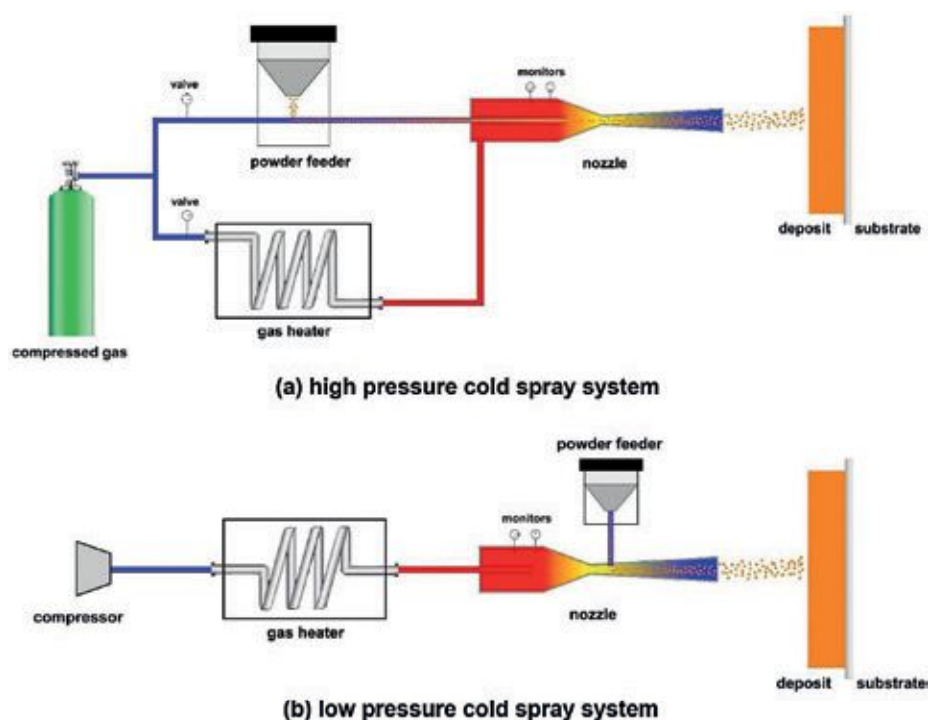
De technologie bestaat in verschillende types; lage-druk, middel-druk en hoge druk. Lage-druk toestellen zijn geschikt voor ductiele metalen en legeringen (Al, Zn, Cu, Ni, Sn). Middel-druk verbreedt de mo-

gelijkheden van het lage-druk toestel met inconel625 en titaan terwijl de hoge-druk toestellen de meest uitgebreide range aan metalen en metaal-keramiek aankunnen (RVS, Invar, chroom, ...). Door het gebruik van robotgestuurde depositie is het ook mogelijk om aan 3D-printen te doen. Lage-druk en middel-druk toestellen zijn mobiel en met de hand bedienbaar waardoor deze ook op locatie gebruikt kunnen worden voor herstel van complexe of moeilijk verplaatsbare onderdelen. De hoge-druktoestellen zijn niet mobiel noch met de hand bedienbaar en kunnen enkel met de robot bestuurd worden in een afgesloten ruimte. De expertise nodig om met deze toestellen te werken zit in het bepalen van de exacte depositieparameters (recepten) en poedersamenstellingen om tot een goed resultaat te komen. Wanneer de parameters niet correct zijn, is ofwel de hechting/densiteit niet optimaal, ofwel gaat men een straalbehandeling krijgen i.p.v. een depositie van een coating. Via een nabewerking kan het onderdeel of de

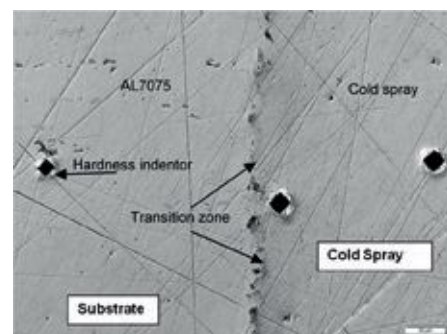
coating afgewerkt worden naar de juiste dimensie en oppervlakteruwheid.

COATINGEIGENSCHAPPEN

De technologie maakt het mogelijk om coatings aan te brengen met een minimum aan porositeit en een goede mechanische hechting. Door de beperkte opwarming van het substraat worden er ook nageenog geen spanningen in het materiaal gecreëerd waardoor een warmtebehandeling nadien niet nodig is. De lage temperatuur van het proces verhindert dat het metaal poeder smelt of dat er oxides gevormd worden. De eigenschappen van het poeder blijven behouden. Dit maakt het ook mogelijk om geleidende banen en structuren aan hoge snelheid op een onderdeel aan te brengen. Het is mogelijk om met deze technologie multimaterialen te creëren of coatings op verschillende ondergronden te deponeren.



Figuur 1: Schema van ColdSpray depositieproces voor lage en hoge druk-systemen.



Figuur 2: Dwaarsdoorsnede van Aluminium depositie met ColdSpray op vergelijkbaar substraat met een mechanische binding aan het substraat, een minimum aan porositeit en vergelijkbare hardheid.

TOEPASSINGEN EN SECTOREN

Toepassingen situeren zich onder andere in sectoren luchtvaart, defensie, automobiellindustrie, olie/gas, offshore, scheepvaart, elektronica, gieterijen en maakindustrie.

Voorbeelden zijn opbouw, reparatie of herdesign van warmtewisselaars, gietstukken, busbars, slijtageonderdelen (tandwiel, rollen, walsen, ed.), medische componenten, geleidende onderdelen, glijlagers, metalen constructies, enz.

Het kan hierbij gaan om het aanbrengen van elektrisch/thermisch goed geleidende lagen of structuren op onderdelen, multi-materiaal componenten, functionele coatings (slijtvast, corrosiewerend, lage wrijving, inductie), reparaties van eenvoudige of complexe onderdelen (pitting corrosie, lekkage,...), reparatie van componenten die niet makkelijk verplaatst kunnen worden, remanufacturing van bestaande onderdelen bij herdesign van een product of machine. Ook voor het (periodiek) herstellen van slijtlagen biedt deze technologie interessant potentieel.

ECOLOGISCHE EN ECONOMISCHE IMPACT

De mogelijkheid om producten en onderdelen ter plaatse en lokaal op het product te herstellen of aan te passen zorgt voor een significante **verlenging van de levensduur** van producten en onderdelen. Dit resulteert in minder nood aan nieuwe onderdelen, minder materiaalverbruik (**kostenbesparend**) en minder afval. De coatings zijn stabiel en hebben geen schadelijke effecten op het milieu. Het proces is **milieuvriendelijker** (lagere CO₂-impact) dan lassen, thermisch spuiten of PVD/CVD. Deze eigenschappen maken dat de technologie uitermate goed toepasbaar is voor (lokaal) **herstel** (circulaire economie) en **versterking** van (dure) metalen en **temperatuurgevoelige** onderdelen. De investeringskost voor de infrastructuur (in het bijzonder voor de lage- en middeldruk toestellen) is haalbaar en de gebruikskosten zijn acceptabel. Naast de standaard bescher-

mingsmiddelen en veiligheidsvoorschriften voor werken met metaalpoeders, zijn er geen bijzondere vereisten voor de ruimte waarin deze technologie wordt toegepast. Deze depositietechnologie is hierdoor economisch verantwoord en concurrentieel met bestaande hoge-temperatuur technologieën. Met de Europese **Green Deal** als strategie voor een moderne, concurrerende, hulpbronnefficiënte en klimaatneutrale Europese economie tegen 2050, is er nood aan nieuwe technologie die deze strategie ondersteunt. De Cold-spray-technologie ondersteunt een aantal van deze duurzaamheidsdoelstellingen in de vorm van **gereduceerde CO₂-emissies, vermindering van nieuw materiaalgebruik, vermindering van afval** door **levensduurverlenging** en **herstel** mogelijkheden en kan in de toekomst een kerntechnologie worden in een duurzame circulaire maakindustrie.

SIRRIS INVESTEERT IN DEZE TECHNOLOGIE

De maturiteit van deze technologie bevindt zich momenteel op **TRL6** waarbij de meerwaarde al aangetoond is voor een beperkt aantal materialen en applicaties in luchtvaart, defensie en maakindustrie maar waarbij Sirris van mening is dat de mogelijke toepassingen veel ruimer kunnen zijn, ook voor kleine en middelgrote ondernemingen.

De technologie is echter nog vrij onbekend en de parameterstudie kan een tijdroven bezigheid zijn voor een onderneming. Het zoeken naar toepassingen, demonstreren van de technologie, de parameterstudie en optimalisatie zijn core-expertises van Sirris met een focus op innovatieve technologie voor de technologisch maakindustrie.

Indien de technologie interessant blijkt te

zijn voor een bedrijfstoeppassing via een PoC (Proof of Concept) is de investering in lage-druk en midden-druk beperkt en onmiddellijk toepasbaar binnen een bedrijf. Hoge-druk infrastructuur vereist een hogere investering. Ook de werkingskosten zijn aanvaardbaar aangezien er niet gewerkt wordt met speciaal geprepareerde poeders zoals wel eens het geval is bij 3D printen.

Rondvraag bij bedrijven bevestigt dat er interesse is vanuit de industrie en een Europese subsidie aanvraag resulteerde in erkenning van de toegevoegde waarde van deze technologie voor onze industrie met een gedeeltelijke financiële ondersteuning in deze technologie.

Indien dit artikel uw interesse gewekt heeft en u denkt aan een toepassing waarin deze technologie waardevol kan zijn, aarzel dan niet om contact met ons te nemen om na te gaan hoe we kunnen samenwerken om het potentieel van deze technologie met u te evalueren.

REFERENTIES:

S. Kuroda et al. - <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1088/1468-6996/9/3/033002>

<https://www.ibccoatings.com/cold-spray/>

Shuo Yin, Pasquale Cavaliere, Barry Aldwell, Richard Jenkins, Hanlin Liao, Wenya Li, Rocco Lupoi, Cold spray additive manufacturing and repair: Fundamentals and applications, Additive Manufacturing, 2018, 21, 628

Dai, S.; Cui, M.; Li, J.; Zhang, M. Cold Spray Technology and Its Application in the Manufacturing of Metal Matrix Composite Materials with Carbon-Based Reinforcements. Coatings, 2024, 14, 822.

