

# THERMISCH GESPOTEN COATING VERTRAAGT SLIJTAGE

Een metalen, keramische of carbidelaag aanbrengen om slijtage en corrosie tegen te gaan, dat kan met thermisch spuiten. Draad- of poedervormige deeltjes worden met een zorgvuldig uitgekiende combinatie van snelheid en temperatuur op het voorwerp gespoten. Thermisch spuiten verlengt de levensduur van onderdelen soms met wel 30 jaar.

"Het samenspel tussen poeder en koeling en parameters als spuitafstand en de wijze van poederinjectie bepalen uiteindelijk hoe de coating er uitziet en over welke eigenschappen die beschikt", zegt Menno Zwetsloot, managing director van Flame Spray Technologies in Duiven. Met meer dan 250 systemen en meer dan 1.000 afnemers wereldwijd is Flame Spray een belangrijke speler in de Thermal Spray-industrie. Thermisch spuiten is een behandelingstechniek waarbij een metaallegering of -verbinding, keramiek of carbide in draad- of poedervorm op een oppervlak wordt aangebracht (zie figuur 1). De hoge kinetische

energie van de spuitdeeltjes zorgt daarbij voor een bijzonder dichte en goed hechtende laag die het onderdeel beschermt.

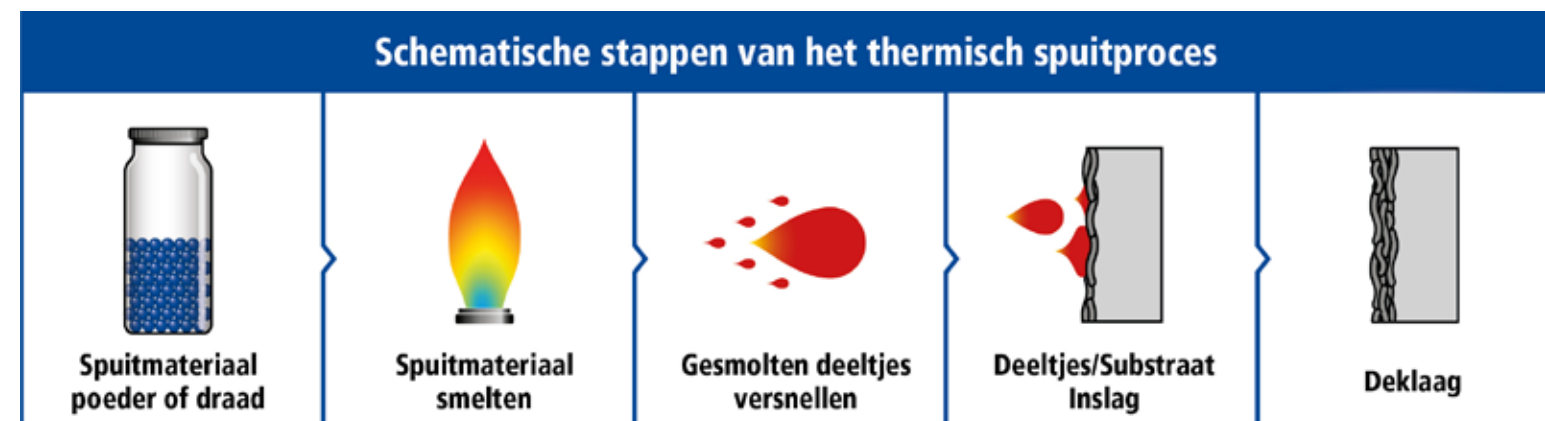
## HECHTING

Er zijn in principe drie bindingsmechanismen mogelijk tussen de spuitdeeltjes onderling en het te coaten oppervlak: mechanische hechting, waarbij de spuitdeeltjes zich mechanisch 'verankeren' aan het oppervlak, fysische hechting, waarbij - op voorwaarde dat het oppervlak in metallisch opzicht 'schoon' is - de atomen zo kort op elkaar liggen dat ze elkaar aantrekken, en metallurgische hechting,

waarbij plaatselijk diffusie ontstaat tussen de spuitdeeltjes onderling en het te coaten oppervlak.

De mate van hechting is sterk afhankelijk van snelheid en temperatuur van de spuitdeeltjes. Die wordt rechtstreeks beïnvloed door de lengte en temperatuur van de vlam, door de soortelijke warmte en door de grootte en de vorm van de deeltjes. De meest ideale combinaties zijn:

- *lage snelheid - hoge temperatuur*: dit leidt tot goede deklagen bij spuitdeeltjes die bij een hoge temperatuur niet uiteenvallen, zoals zuivere metalen;



• *hoge snelheid - lage temperatuur*: dit leidt bij spuitdeeltjes met een hoge eigen sterkte, bijvoorbeeld wolframcarbiden, tot uitstekende deklagen. "En natuurlijk speelt ook de conditie van het te coaten oppervlak een rol", vult Zwetsloot aan. "Dat moet schoon zijn, vrij van vet en oxide en enigszins ruw; wij spreken in dat verband van surface activation. Alleen dan krijg je de juiste hechting. Ook wordt er soms een (keramische) tussenlaag aangebracht, vergelijkbaar met een primer bij het verven van metaal. Die bevordert de hechting en reguleert de uitzetting door temperatuursinvloeden."

## DEBIETMETING

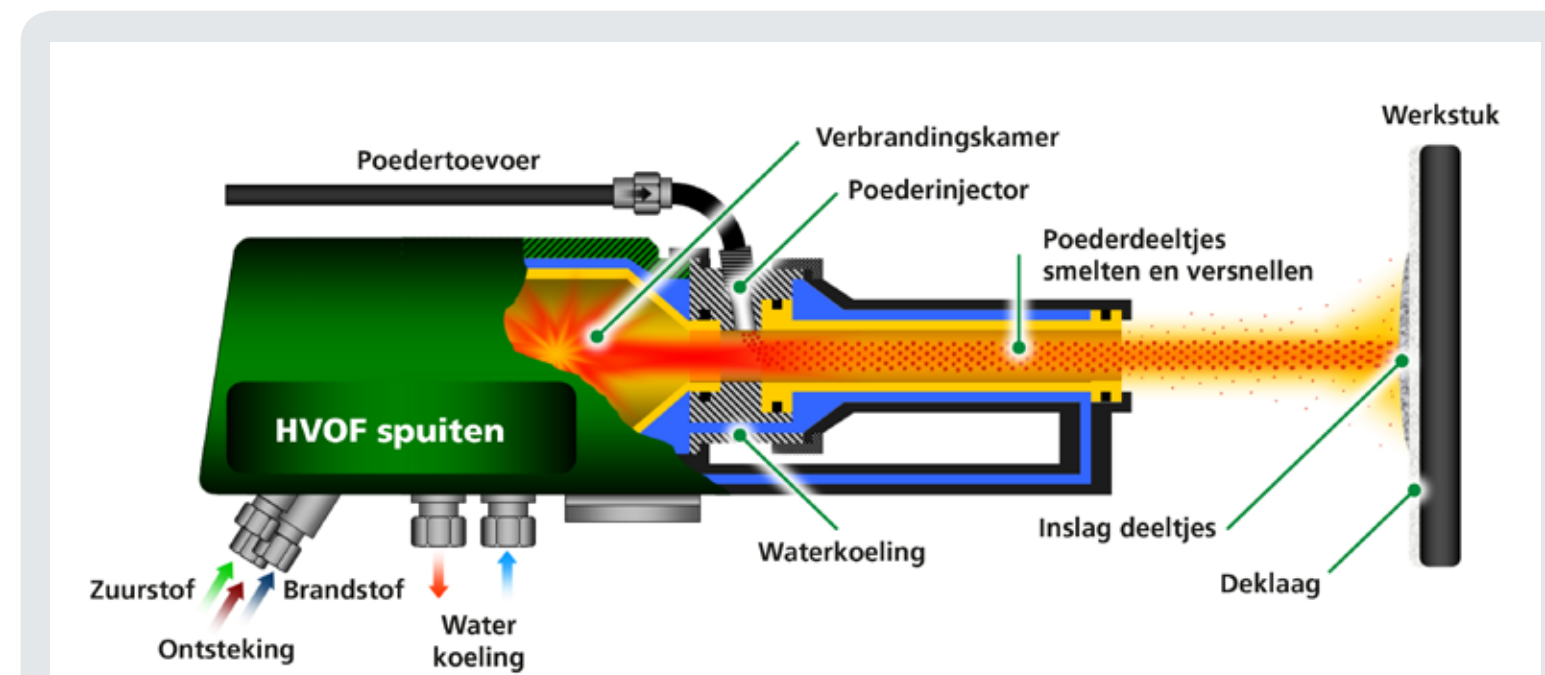
De toevoer van zuurstof, brandstof en koelwater (zie figuur 2) luistert zeer nauw. De mass flow controllers die dat regelen zijn niet dik gezaaid. "Hogedruk Mass Flow controllers zijn niet eenvoudig te vinden. De meeste flowmeters gaan tot 10-

11 bar; wij moeten vaak tot 20 bar, en de marges zijn daarbij niet groot. Toen we in 2001 startten, bleken alle toenmalige concurrenten Bronkhorst-instrumenten te gebruiken. Dat gaf de doorslag", licht Zwetsloot de samenwerking met de leverancier van flowmeters toe. De in het spuitproces gebruikte instrumenten voor het meten van de doorstroming van een vloeistof, gas of damp maken gebruik van warmteverschillen (thermische flowmeters), van geluidstrillingen (ultrasone flowmeters) of van het corioliseffect (coriolismeters). Steeds vaker - inmiddels in 30 tot 40% van de gevallen - wordt bij high-end toe-

**'Thermisch spuiten is niet goedkoop, maar wel een investering die loont'**



Thermisch spuiten met een HVOF-gun.



## ONTSTEKINGSMECHANISME

Bij het plasmaspuiten wordt in het pistool tussen anode en kathode een vlamboog opgewekt. Bij het (HP)HVOF-spuiten zorgt, net als bij een bougie, een vonk voor de ontbranding van het brandstof/zuurstof-mengsel.

## POEDERINJECTOR

Bij poederinjectie wordt het poeder gedoseerd uit een reservoir gehaald, en vervolgens met een inert draaggas - doorgaans argon of stikstof - naar het pistool geleid. Die toevoer luistert nauw; het is de meest kritische parameter die in feite de coatingkwaliteit bepaalt.

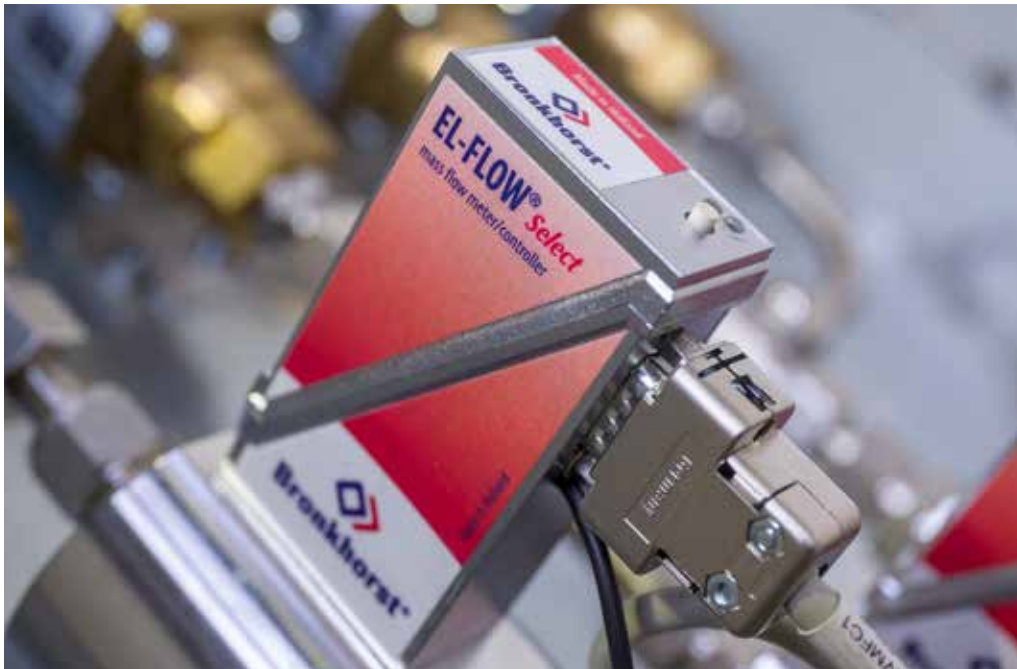
## MONDSTUK

Het mondstuk van het pistool is een zogeheten raket-nozzle. Het kan divergeren (lage druk) en convergeren (hoge druk). De snelheid van de deeltjes hangt nauw samen met de hoeveelheid gas die het mondstuk verlaat en de hoogte van de temperatuur.

## VERBRANDINGSKAMER

De verbrandingskamer is altijd gemaakt van koper, dat warmte goed geleid. Dat is nodig bij temperaturen die oplopen tot 2.600°C. Bij het plasmaspuiten kan de temperatuur zelfs wel oplopen tot 20.000°C.

## PROCESBESTURING



Bronkhorst hogedruk massa flowcontrollers reguleren bij FST drukken tot 20 bar.

passingen gekozen voor een digitale benadering. Deze bussystemen zijn minder storingsgevoelig en leveren ook beduidend meer parameters over het proces. Zo kan op basis van de digitale gegevens het tijdstip van onderhoud worden voorspeld (preventief onderhoud is niet nodig). Wel zijn de flowmeters gevoelig voor vervuiling. Is daar sprake van, dan gaan de instrumenten terug naar de leverancier. Die demonteert, reinigt en reassembleert ze. Vervolgens worden ze weer teruggeplaatst in de installatie en getest.

Flowmeters dienen met enige regelmaat te worden geijkt. Dit gebeurt op basis van een zogeheten 'as found-kalibratie'. Als blijkt dat deze zich nog binnen de specificaties bevindt, dan is er geen justering (bijstelling) noodzakelijk. FST voert de ijking zelf uit met behulp van zogeheten masters afkomstig van het daartoe gecertificeerde Bronkhorst (ISO 17025).

### EXTREME CONDITIES

"Onze processen zijn omgeven door uitgebreide veiligheidsmaatregelen", zegt Zwetsloot, "en dat is ook wel nodig, want we hebben te maken met metalen als nikkel, chroom, kobalt en wolfram. Daarom vindt het spuitproces ook plaats in een afgesloten cabine die na afloop gedurende 30 tot 40 minuten wordt gereinigd alvorens het personeel naar binnen mag." Met welke krachten het proces gepaard gaat, wordt duidelijk als de deur van de cabine even open wordt gezet: de luchtverplaatsing is overweldigend getuige een stuk plastic dat hevig 'flappert' onder

invloed van de door de vlam veroorzaakte luchtverplaatsing; het geluidsniveau is bepaald indrukwekkend. Een en ander heeft ook een keerzijde. Zwetsloot: "Deze extreme omstandigheden maken dat het procedé buitengewoon onderhoudsgevoelig is en dat de gebruikte onderdelen sterk aan slijtage onderhevig zijn. Bovendien raakt het systeem snel vervuild. Onderhoud is dan ook cruciaal; eigenlijk ben je daar continu mee bezig."

Buiten, aan de achterzijde van het pand, staat een indrukwekkende filterinstallatie die voldoet aan alle wettelijke eisen (FST is NEN-EN-ISO 9001:2008 gecertificeerd). De filters worden na een bepaalde tijd vervangen en het daarin 'gevangen' residu bevat metaalhoeveelheden die recycling zonder meer zinvol maken, want het procedé is

## Thermische spuitprocessen

Bij **High Velocity Oxygen Fuel (HVOF)** wordt een gas/zuurstof-mengsel tot ontbranding gebracht (gas fuel). De druk in de verbrandingskamer bedraagt 4 tot 6 bar, de snelheid van de gasstroom maximaal 1.500 m/s en die van het geïnjecteerde poeder tot 800 m/s.

Bij **High Pressure High Velocity Oxygen Fuel (HP-HVOF)** wordt een mengsel van kerosine en zuurstof of gas en zuurstof tot ontbranding gebracht (liquid fuel). De druk in de verbrandingskamer bedraagt 7 tot 14 bar, de snelheid van de gasstroom maximaal 2.200 m/s, en die van het geïnjecteerde poeder tot 1.100 m/s.

Bij **Plasmaspuiten** wordt in het pistool tussen anode en kathode een vlamboog opgewekt. Het inerte gas dat daar doorheen wordt geleid, dissocieert en ioniseert tot plasma. Hierin worden de poederdeeltjes bij temperaturen tot 20.000°C versmolten, meegevoerd en op het te behandelen oppervlak gespoten.

Kenmerkend voor alle drie de processen is dat het te coaten object, ondanks de hoge tot zeer hoge procestemperaturen, niet vervormt.

niet bepaald rendabel, zoals Zwetsloot meteen toegeeft: "Maar 50% komt op het onderdeel en 50% gaat de lucht in. Door dit alles is thermisch spuiten geen goedkope techniek, maar wel een investering die loont. De levensduur is uiteraard afhankelijk van de applicatie, maar er zijn coatings die 20 tot 30 jaar meegaan en gecoate onderdelen die drie tot wel tien keer langer meegaan, en dat is letterlijk en figuurlijk ook wat waard!" ●

**'Gecoate onderdelen gaan wel 3 tot 10 keer langer mee'**



Menno Zwetsloot, managing director van Flame Spray Technologies in Duiven.