



Plasmaspuiten van vrijstaande voorwerpen

Ing. G.A. te Raa, Nederlandse Philips Bedrijven BV.

Plasmaspuiten is een oppervlaktebedekkingstechniek die gewoonlijk wordt gebruikt voor het aanbrengen van goedhechtende lagen.

Het is evenwel mogelijk om zodanig op een mal of een doorn te spuiten dat de gespoten laag naderhand als een vrijstaande schaal of schil kan worden verwijderd. Deze werkwijze maakt het mogelijk om op een eenvoudige manier vrijstaande voorwerpen te maken van hoogsmeltende keramische materialen.

Een aantal voor- en nadelen van deze methode zullen nader worden besproken.

Inleiding

Eén van de belangrijkste hindernissen, die een grootschalige toepassing van technische keramieken momenteel in de weg staat, is ongetwijfeld de moeilijke en kostbare bewerking van deze materialen. Met de conventionele fabricageprocessen, die momenteel voor technische keramiek beschikbaar zijn, zijn dunwandige produkten met hoge vorm- en maatnauwkeurigheid nauwelijks maakbaar. Thermisch spuiten biedt een mogelijkheid om dit soort produkten op een relatief eenvoudige manier te maken. Omdat voor keramische materialen meestal de plasmaspuittechniek wordt gebruikt, zal in het vervolg steeds over plasmaspuiten worden gesproken.

Plasmaspuiten van keramische materialen

Keramische materialen die tegenwoordig veel worden verspoten zijn:

- Carbides

Deze worden toegepast om hun grote weerstand tegen slijtage. De meest gebruikte zijn: W-carbides en Cr-carbides. Deze materialen worden bijna altijd in combinatie met een metallische binder gebruikt, Co voor W- en NiCr voor Cr-carbide

- Oxydes.

- Al-oxyde.

Wordt gebruikt als slijvast materiaal. Ter verbetering van de eigenschappen worden vaak enkele procenten Ti-dioxyde toegevoegd. In zuivere

toestand heeft het goede elektrische isolatie-eigenschappen bij hoge temperatuur.

- Zr-oxyde.

Dit oxyde wordt uitsluitend in gestabiliseerde vorm toegepast, meestal als een warmte-isolerende laag - in de angelsaksische literatuur "thermal barrier coating" genoemd. Als stabilisatoren worden Ca-oxyde, Mg-oxyde en Yt-oxyde gebruikt.

- Cr-oxyde

Dit materiaal is niet alleen slijvast, maar het heeft zeer goede loopeigenschappen, ook tegen zichzelf.

De laagdiktes van plasmagespoten keramische lagen liggen in de praktijk meestal tussen 0,10 en 0,25 mm. Onder bepaalde omstandigheden is het echter ook mogelijk om lagen met een dikte van 1 à 2 mm te spuiten.

Evenals bij alle andere oppervlaktebedekkingsprocessen is het de normale procedure om goedhechtende lagen op een substraat aan te brengen.

Plasmaspuiten van vrijstaande, keramische voorwerpen

Het is echter mogelijk om zodanig op een mal of doorn te spuiten dat slechts weinig hechting ontstaat en de opgebrachte laag naderhand als een schil van de doorn kan worden verwijderd. Deze werkwijze biedt een simpele methode om dunwandige, keramische produkten met een hoge vorm- en maatnauwkeurigheid te maken. In principe kan het gevormde produkt in de gespoten toestand worden gebruikt. De dichtheid ligt, afhankelijk van de omstandigheden, tussen ca. 85 en 97%. Door een nasinterbehandeling kunnen de eigenschappen van het produkt nog verder verbeterd worden. Vooral de sterkte neemt flink toe. Door de hoge uitgangsdichtheid is de krimp (ca. 1% of minder) tijdens de nasinteren laag in vergelijking met de normale krimp, die tijdens het sinteren van geperste of geëxtudeerde keramische produkten ontstaat. De werkwijze voor het spuiten van een schil is als volgt:

- Voorverwarmen van de mal of doorn tot ca. 200 - 300 graden Celsius.

- Het aanbrengen van een zoutlaag op de doorn door deze met behulp van een verfspuitpistool te bedekken met een verzadigde keukenzoutoplossing. Doordat de doorn heet is, verdamp

het water en blijft een zoutfilm achter.

- Het opspuiten van de keramische laag op de reeds aanwezige zoutlaag.

- Wanneer de laag de gewenste dikte heeft bereikt, het geheel af laten koelen en onderdommelen in water.

- Omdat de laag nog een zekere restporositeit heeft, zal de zoutfilm na verloop van tijd geheel of gedeeltelijk oplossen en kan de gespoten keramische schil van de doorn worden verwijderd. De doorn kan opnieuw worden gebruikt.

De doorn wordt gewoonlijk gemaakt van messing, aluminium of staal. Vaak wordt messing gebruikt, dat een hoge uitzettingscoëfficiënt heeft. Wanneer bij een relatief hoge substraattemperatuur wordt gespoten, zal de messing doorn, naar verhouding, bij de latere afkoeling sterk krimpen. Dit vergemakkelijkt het lossen van de schil.

Van bijzonder groot belang is de temperatuurbeheersing tijdens het spuiten. Koeling tijdens het spuiten is soms noodzakelijk, maar altijd zeer kritisch. Zowel teveel als te weinig koeling geven beide aanleiding tot het ontstaan van scheuren in of breuk van de opgespoten keramische laag. Het probleem is ervoor te zorgen dat het gehele werkstuk een gelijkmatige temperatuur heeft en houdt tijdens het spuiten. Lokale oververhittingen zijn altijd desastreus.

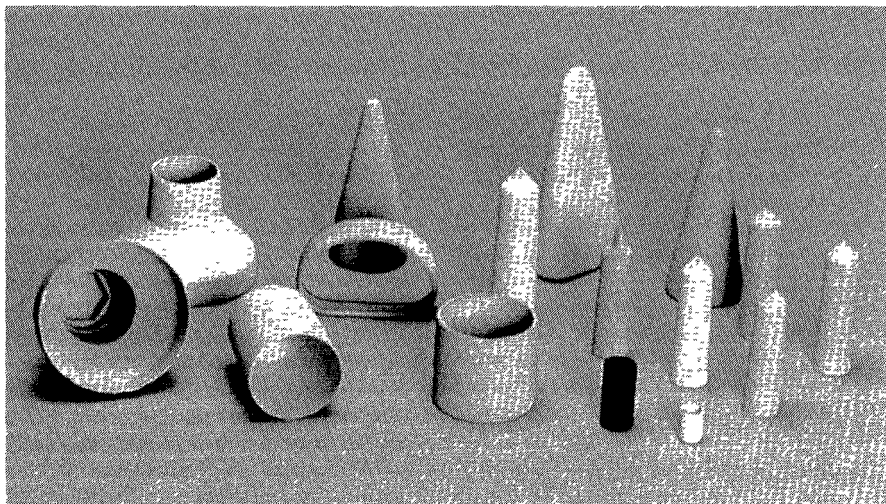
De eis van een gelijkmatige temperatuurverdeling tijdens het spuiten, is de belangrijkste reden waarom rotatiesymmetrische vormen een sterke voorkeur hebben bij het spuiten van vrijstaande voorwerpen. Andere vormen zijn theoretisch wel mogelijk, maar geven in de praktijk zeer veel problemen. Vooral bij de wat dikkere lagen (meer dan 0,2 mm) is het een hele kunst om de zaak heel te houden.

Voorbeelden van gespoten keramische produkten

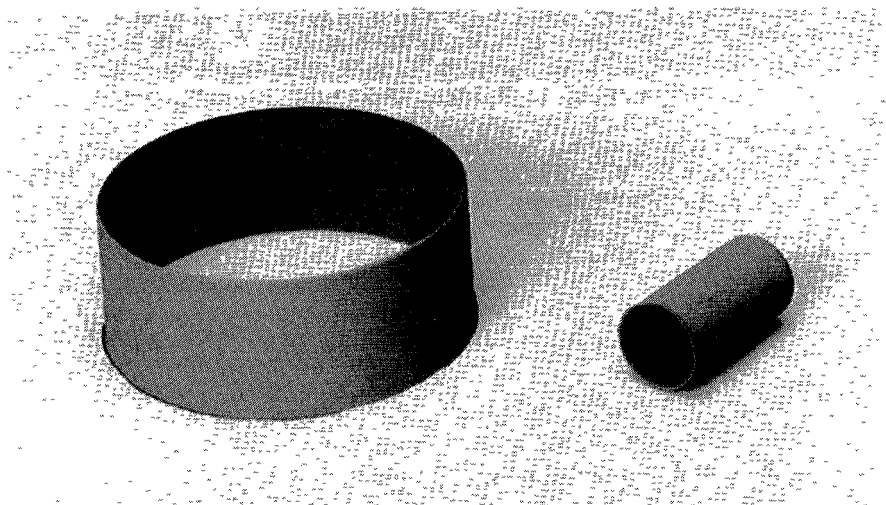
Figuur 1 geeft de indruk wat voor produkten zoal door spuiten kunnen worden gemaakt.

Een plasmagespoten laag van Al-oxyde heeft vaak een blauwe kleur. In dat geval is een Al-oxyde spuitpoeder gebruikt, waaraan enkele procenten Ti-dioxyde zijn toegevoegd. Tijdens het spuiten verliest het Ti-dioxyde iets zuurstof, zodat het niet meer stoichiometrisch is. Hierdoor ontstaat de blauwe kleur. Indien naderhand, bij een gloeibehandeling in lucht of

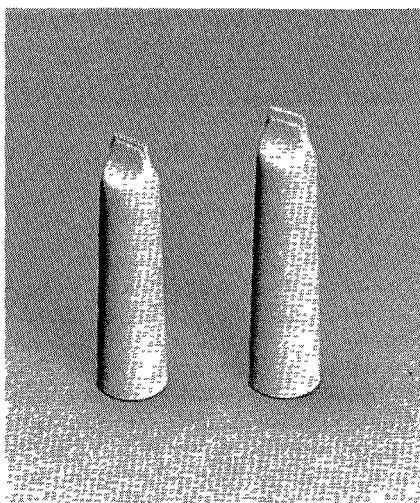
Plasmaspuiten



Figuur 1 Voorbeelden van plasmagespoten produkten.



Figuur 2 Plasmagespoten ringen van Cr-oxyde.



Figuur 3 Plasmagespoten spuitmonden voor meltspinnen. Bij de linker spuitmond is de spleet, waardoor het vloeibare metaal naar buiten wordt geblazen, opengeslepen.

zuurstof, het zuurstoftekort weer wordt aangevuld, verdwijnt de blauwe kleur en komt de oorspronkelijke grijs/witte kleur weer terug.

Figuur 2 toont enkele ringen van Cr-oxyde. Deze ringen hebben een dikte van ca. 0,3-0,4 mm en zijn onderdelen voor een nieuw type koudgaskoelmachine. Zij moeten slijtvast zijn bij zeer lage temperaturen.

Figuur 3 laat enkele spuitmonden zien, die gebruikt worden bij meltspinnen. Meltspinnen is een techniek om vanuit de vloeibare fase amorf metaal te maken in de vorm van een lint. De spuitmonden zijn gemaakt van magnesiumzirkonaat, dat bestaat uit 76% Zr-oxyde en 24% Mg-oxyde. De spuitmonden hebben een spleet van 0,4 mm waardoor het vloeibare metaal, met behulp van argondruk, naar buiten wordt geduwd. De spleet wordt gemaakt door, na het spuiten en nasinte

ren, de bovenkant van de uitstulping weg te slijpen. Van deze spuitmonden bestaan diverse uitvoeringsvormen, die alle met behulp van de plasmaspuittechniek worden gemaakt.

Voordelen van het proces

De voordelen van het proces zijn:

- Het is een gemakkelijke en snelle methode om van moeilijk te bewerken materialen dunwandige, vrijstaande voorwerpen te maken.
- Er zijn zeer veel commercieel verkrijgbare spuitmaterialen. Daarnaast is theoretisch ieder materiaal te verspuiten dat van vast naar vloeibaar kan overgaan, zonder dat het in componenten uiteenvalt.
- Er zijn nauwelijks beperkingen wat afmetingen betreft.
- Een belangrijk voordeel is verder dat de produkten vaak reeds in de gespoten toestand bruikbaar zijn. In dat geval is de maatnauwkeurigheid zeer goed.
- Ook na een sinterbehandeling is de maatnauwkeurigheid in vergelijking met andere vormprocessen, zoals extrusie, persen, slibcasting e.d., bijzonder goed. Dit komt omdat de gespoten produkten, vanwege hun hoge dichtheid, slechts weinig krimpen, meestal ca. 1% of minder.

Beperkingen van het proces

Beperkingen van het proces zijn:

- Het proces is minder geschikt voor massafabricage om de volgende redenen.
 - De uurprijs voor plasmaspuiten is hoog (energie, water en gasverbruik) en de materiaalhoeveelheid, die per uur verspoten kan worden, is slechts enkele kilo's - voor oxydes ongeveer 2 tot 3 kg
 - Het verbruik van spuitpoeder is hoog, aangezien het totale spuitrendement meestal niet meer dan 25 tot 30% bedraagt. Dit betekent dat per 100 gram produkt 300 tot 400 gram spuitpoeder nodig is. In het algemeen is het niet mogelijk om het verspilde materiaal opnieuw te gebruiken, omdat het poeder meestal verontreinigd is; bovendien is de korrelverdeling veranderd
- In de gespoten toestand heeft het produkt slechts een matige sterkte
- Plasmagespoten keramische produkten hebben een porositeit van 1 tot 15%. Dit hangt af van de spuitparameters en van het gebruikte spuitpoeder
- Tijdens het spuiten kan er een verandering optreden in de chemische samenstelling van het verspoten materiaal. Dit kan een gevolg zijn van uitdampen of uiteen-

vallen van bepaalde componenten. Oxydes verliezen vaak iets zuurstof tijdens het spuiten. Dit is te herstellen door een nasinterbehandeling in lucht of zuurstof, maar bij componenten die uitdampen ligt het moeilijker. Hier is alleen iets te doen door de samenstelling vooraf aan te passen, maar dan nog blijft het een moeilijke zaak, omdat de mate van uitdampen afhankelijk is van een aantal factoren die niet steeds constant gehouden kunnen worden.

Een voorbeeld hiervan is het spuiten van ferrieten. Dit is een zachtmagnetisch, keramisch materiaal, dat uit diverse componenten bestaat. Eén van de componenten is Zn-oxyde, dat zeer gemakkelijk uitdamp.

Oriënterende proeven met het plasmaspuiten van deze ferrieten toonden aan:

- Er trad inderdaad een aanzienlijk verlies van Zn-oxyde op tijdens het spuiten
- De magnetische eigenschappen waren in de gespoten toestand zeer slecht. Tengevolge van de snelle afkoeling van de spuitdeeltjes was een niet volledig gekristalliseerde structuur ontstaan. Door een gloeibehandeling naderhand werd wel een volledig gekristalli-

seerde structuur gevormd en trad ook een verbetering op van de magnetische eigenschappen. Deze bereikten echter niet de voor dit materiaal gebruikelijke waarden

- Het verlies aan Zn-oxyde was niet simpel te corrigeren door extra Zn-oxyde aan het bestaande spuitpoeder toe te voegen, omdat tijdens het spuiten geen legeringsvormig plaatsvond van het bijgemengde Zn-oxyde met de rest van het spuitpoeder. Correctie bleek alleen mogelijk door reeds bij het begin het fabricageproces van het spuitpoeder rekening te houden met een overmaat aan Zn-oxyde.

Conclusies

- Plasmaspuiten kan een aantrekkelijke methode zijn voor het vervaardigen van vrijstaande keramische voorwerpen. Door het hoge materiaalverbruik en door de relatief geringe materiaalhoeveelheden, die per uur verspoten kunnen worden, leent deze methode zich niet voor echte massafabricage, waar het materiaalverbruik één van de grootste kostenfactoren is.

voorzien van de meest moderne middelen op het gebied van meettechnieken, waaronder twee drie-dimensionale meetmachines. Meetmiddelen en -apparatuur worden door middel van kalibratie volledig bewaakt op nauwkeurigheid, alles in overeenstemming met de ISO 9002 en AQAP 4 eisen.

Machinefabriek Mogema 't Harde B.V. is een modern en dynamisch bedrijf, gespecialiseerd in hoogwaardigprecisie draaifrees-, boor-, en kottewerk voor diverse takken van de industrie in binnen- en buitenland. Mogema heeft zich vooral gespecialiseerd in het mechanisch verspanend bewerken met C.N.C. bestuurd machines. Daarnaast beschikt zij over een conventionele afdeling, een bankwerkerij en een montage afdeling waar apparaten en complete machines worden geassembleerd.

Door de grote verscheidenheid aan afdelingen is Mogema een toeleveringsbedrijf met nagenoeg ongekende mogelijkheden. De opdrachtgevers van Mogema zijn dan ook te vinden in een groot aantal

- Producten, die dunwandig zijn en een hoge maatnauwkeurigheid moeten hebben, lenen zich bij uitstek voor deze techniek.

- Omdat deze techniek nog hoofdzakelijk op laboratoriumschaal wordt bedreven, hangt het succes sterk af van de ervaring en het vakmanschap van de plasmaspuiters. Voor grotere series is duidelijk een stuk specifieke ontwikkeling nodig om te komen tot optimale spuit- en sinterprocedures.

Literatuur

Dr. K. Kirner, "Plasmaspuiting of free standing ceramic bodies", Int. Thermo Spraying Conf., Den Haag, May 1980.

De auteur is werkzaam op het Centrum voor Materiaal Technologie en Innovatie van de Plastics en Metaalwaren Fabrieken. Sedert de invoering van het thermisch spuiten in het begin van de jaren zeventig heeft hij vele jaren gewerkt aan het zoeken en ontwikkelen van applicaties voor deze technologie binnen het Philipsconcern. Momenteel is hij leider van de Special Fabricage Thermisch Spuiten binnen het CMTI

Actueel

Mogema behaalt kwaliteitscertificaten ISO-9002 en AQAP 4

Via Lloyd's Register Quality Assurance heeft Machinefabriek Mogema 't Harde B.V. twee internationaal erkende certificaten verworven; ISO 9002 en AQAP 4. Het voldoen aan deze certificaten waarborgt dat Mogema kwaliteitszorg structureel deel heeft laten uitmaken van het totale productieproces.

De directie van Mogema besloot te gaan werken volgens een kwaliteitsbeheersingssysteem om aan de steeds hogere eisen te kunnen voldoen. Zij achtte dit eveneens van groot belang met het oog op 1992. Na een grondige voorbereiding, waarbij al het personeel betrokken was, vond dit voorjaar, gedurende vier dagen, de evaluatie van Lloyd's plaats.

Om aan precisie en kwaliteitseisen van huidige en toekomstige opdrachtgevers tegemoet te komen beschik Mogema onder andere over een controle afdeling en geconditioneerde meetkamer. Deze zijn

verschillende branches, waaronder de elektrotechnische, scheepvaart, luchtvaart, ruimtevaart, off-shore, de civiele sector en de verpakkingsmiddelenindustrie ■

Internationale Conferentie en Tentoonstelling op het gebied van Lijmen (adhesieven), dichtmiddelen en ingietmaterialen (encapsuleren)

Door ASE 90 wordt van 26 tot 28 november 1990 bovengenoemde conferentie en tentoonstelling georganiseerd in het RAI congressentrum te Amsterdam. De voertaal is engels. Dit evenement wordt gesponsord door het Plastic en Rubber Instituut te Londen (GB) en zal worden voorzeten door Dr. A. J. Kinloch van het Britse Imperial College of Science and Technology. Nadere informatie voor geïnteresseerden is te verkrijgen bij: ASE 90 Administrations Office, Network Exhibitions & Conferences Ltd Printers News, Market Hill Buckingham MK18 1JX, UK tel 0280 815226 fax 0280 815919. ■