

*Spuitdemonstratie
in de praktijkruimte.*

Een hoog kwaliteitsniveau is
alleen door goed opgeleide
medwerkers te bereiken

Een laag krijg je altijd, maar wát voor een laag...?

De eindkwaliteit van een thermisch gespoten deklaag wordt bepaald door de substraatkenmerken, de spuitmethode, het type spuitmateriaal, de korrelgrootteverdeling, de deeltjesvorm, de productiewijze van het spuitmateriaal, de materiaalvoeder, de zuiverheid van de omgevingslucht, de temperatuur, de spuitafstand, de spuihoek, en tal van andere eveneens samenhangende en elkaar beïnvloedende factoren. Het zal geen verwondering wekken, dat enig kennisniveau bij de uitvoerder en goede afspraken met de opdrachtgever wenselijk zijn om het beoogde resultaat te bereiken. Hieronder volgt een impressie van de uitstekende driedaagse cursus die het SLV in München gaf over karakterisering van thermisch gespoten deklagen.

Thermisch spuiters die zich degelijk wilden laten opleiden tot bijvoorbeeld European Thermal Sprayer ETS of European Thermal Spray Specialist ETSS, kunnen bij het Duitse lasinstituut SLV te München terecht. Enkele Nederlandse firma's hebben dat in het verleden ook gedaan, als de taal geen barrière voor ze was. De SLV houdt in samenwerking met de Duitse thermisch spuitvereniging GTS onder leiding van dipl. ing. Rolf Huber ook driedaagse seminars "Keuze en beoordeling van thermisch

gespoten lagen", waarvan er eind april ook weer een gegeven is. De combinatie van vakexperts, visueel lesmateriaal en een laboratoriumrondleiding maakte het een boeiend en leerzaam geheel. Tijdens de voorstelronde bleek meteen al, dat het zaak is niet alleen de materialen te karakteriseren maar ook de mensen te kwalificeren, althans die mening werd veelzeggend naar voren gebracht door een deelnemer.

SPUITTECHNOLOGIE STEEDS WAARDEVOLLER VOOR DE INDUSTRIE

Thermisch spuiten heeft volgens het informatiefilmpje van gasleverancier Linde (overigens uit 1993) een even grote betekenis als de lastechniek, zo werd met gepast gevoel voor eigenwaarde gemeld. Bij het brede publiek en in opdrachtgeverskringen in de staalconstructiebouw is het doorgaans minder vanzelfsprekend dan de alom bekende lastechniek.

Automatisering kan de meer arbeidsbelastende werkzaamheden veelal tot een minimum beperken. Bovendien: afzuiging en dergelijke is voor kwaliteitslagen evengoed belangrijk, niet alleen voor de arbeidsomstandigheden. Er zijn volgens Linde 2.000 poeders op de markt, veel meer dan draden. Vele zijn vrijwel gelijk aan elkaar, op de naam na, waagt men te stellen. Ze kunnen op verzoek van de spuitser in een laboratorium geanalyseerd worden, waarbij niet alleen samenstelling, vorm en korrelgrootteverdeling, maar ook de productiewijzen een rol spelen, zoals later in de cursus besproken zou worden. Maar de thermisch spuitser kan zelf ook de kwaliteit van het spuitmateriaal beïnvloeden: poeders kunnen zich naar korrelgrootte ontmengenen. En ondanks uiteraard droog opslaan, moet men spuitpoeder ook "losrollen", bijvoorbeeld in een draaiapparaat waar het potje in gezet wordt. Voor een reproduceerbare kwaliteit is het bijhouden van de parameters, waarvan in bovenstaand intro slechts een deel genoemd is, van groot belang. Een hoog kwaliteitsniveau is alleen door goed opgeleide medewerkers te bereiken. Een oproep aan het adres van de technisch ontwerper luidde, dat men thermisch spuiten als constructie-element in beschouwing moet nemen. Onverwachte mogelijkheden zoals het onderwaterplasma spuiten worden aldoor verder ontwikkeld.

*Overleg desnoods met
je opdrachtgever of
iedere eis wel zinvol is*

De technologie is door al die ontwikkelingen steeds waardevoller geworden voor de materiaalverwerkende industrie. En daarmee ook opleiding van de uitvoerders en nabewerkers, om dit op kwalitatief hoge niveau aan te bieden. Nader onderzoek geeft altijd weer antwoord op vragen, luidt het eveneens positieve slotaccord.

WISSELEN VAN LEVERANCIER

De openingslezing van dipl. Ing. R. Huber, technisch adviseur bij het SLV, gaf een overzicht van aandachtspunten die de thermisch spuitser in de vingers moet hebben. Bij poeder moet de thermisch spuitser de korrelverdeling en productiewijze in de gaten houden; bijvoorbeeld gesinterd, gesmolten of gebroken. Zeker als gewisseld wordt van leverancier, moet er een proef



Dipl./ing. J. Beczkowiak benadrukt het belang van normgebruik, in het opdracht-overleg maar ook als inleesdocumenten.

gespoten worden. Het kan namelijk verschillen geven. De korrelgrootteverdeling heeft invloed op de transporteerbaarheid door de voeder. Naaldevormige deeltjes zijn lastiger door het spuitsysteem te transporteren dan bolvormige. En hoekige of bolvormig deeltjes smelten verschillend. "Overleg desnoods met je opdrachtgever of iedere eis wel zinvol is, bijvoorbeeld een bepaalde hechtingseis. Soms is een matig hechtende laag wel goed genoeg, als hij alleen maar contact tussen twee voorwerpen moet voorkomen of warmtebescherming geeft. Soms zijn de mogelijkheden ook beperkt door de productgeometrie: dan kun je niet haaks opspuiten of een dikte niet exact bereiken of juist eronder blijven." Het substraattoepervlak moet overeenkomstig de eindlaagdoelstelling zijn: voor een dunne laag moet het oppervlak natuurlijk niet te grof gestraald zijn. Bij aluminium moet men ook voorzichtig stralen. Het straalmiddel moet schoon zijn en geen lakresten bevatten, en natuurlijk droog en olievrij zijn.

ENORME DIVERSITEIT AAN MOGELIJKHEDEN

Dipl. ing. Joachim Beczkowiak van spuitmateriaalleverancier H.C. Starck GmbH te Laufenburg, gaf inzicht in de karakteristieken van de te verspuiten materialen, hetgeen weer een flink aantal spuitparameters opleverde. "We komen vaak tegen dat men niet goed met de materialen overweg kan omdat men de laagkarakteris-

sering niet geleerd heeft. Hierdoor weten ze dan niet wat ze over kunnen eisen van hun leveranciers. Het is uw goed recht productinformatie te krijgen." Uiteraard voegde hij eraan toe dat het dan wel om gangbare analyses moet gaan. Voor service die de gebaande paden te buiten gaat, moet bijbetaald worden. Sommige kwaliteiten lijken wat subjectief te zijn. Als voorbeeld werd genoemd de haptiek van voorwerpen, dus hoe het aanvoelt. "Een balpen moet fijn aanvoelen, maar ondertussen is het handcontact corrosiebevorderend. Zelfs zoiets alledaags is niet zo'n eenvoudige opgave." Wellicht is een thermisch gespoten balpen een mooi gebruiksvoorwerp om op beurzen uit te delen, zo bracht hij wellicht enige deelnemers nog op ideeën met dit voorbeeld. "Het grote voordeel van thermisch spuiten boven andere oppervlaktetechnieken is dat je alles bedekken kan en met een enorme hoeveelheid spuitmaterialen kan werken. Het Periodiek System der Elementen geeft veel informatie, zoals over smeltpunt, kookpunt en dichtheid. Allemaal belangrijke informatie voor de thermisch spuitser, maar het brengt de technicus weinig vreugde want dat geeft nog geen technisch bruikbare antwoorden." Door het koudspuiten, een techniek waarbij de laagvorming vooral door de inslagenergie en niet zozeer door de deeltjesversmelting bereikt wordt, komt er weer wat beweging in de markt, die sinds de invoering van het HVOF-spuiten ▶

Het grote voordeel thermisch spuiten boven andere oppervlaktetechnieken is dat je alles bedekken kan en met een enorme hoeveelheid spuitmaterialen kan werken.

▶ vooral kleinere innovaties voortgebracht heeft. Je kan met koudspuiten dichtere lagen maken. Met koper zijn geleidingswaarden te bereiken die dicht bij massief koper komen. Voor elektrische schakelingen en dergelijk vindt het dus steeds meer toepassing.

POEDER EN KORRELGROOTTEVERDELING

Potjes poeder zijn lang niet volledig gevuld, dat is niet om indruk te maken met grote verpakkingen maar om de mogelijkheid te bieden het potje een paar keer om te draaien, om de korrelgrootteverdeling weer over het hele volume gelijk te maken. "Instrueer je mensen erop dat ze de bus-sen goed schudden. Ze zijn maar vijf kilo, dus dat gaat," etaleerde hij zijn inlevingsvermogen in de alledaagse werkdruk. Er zijn overigens ook tuimelapparaatjes voor de reproduceerbaarheid.

"Het optimaliseren van parameters en bereiken van een hoge opbrengstgraad zijn tevens een soort kwaliteitscriterium, want je dichtheid en hechting zullen dan waarschijnlijk ook hoger blijken te zijn."

De klant wil een smalle korrelgrootteverdeling, maar de prijs van een grote bandbreedte. "De trend is wel om steeds veeleisender te worden. Als je een grote bandbreedte hebt, dus met veel kleine deeltjes die verdampen en veel grote die niet volledig versmelten, is er rendementsverlies bij het spuiten. Bij een smalle bandbreedte heeft de producent relatief minder benutting van grondstof. Als je twee poeders samen hebt met verschillende pieken in hun korrelgrootteverdelingen, zie je dat terug in de laag."

DRADEN EN VULDRAAD; VOOR- EN NADELEN

Beczowski vervolgde met een aansprekende voordracht over te verspuiten

draadmateriaal. Een voordeel van draad is dat het eenvoudig te hanteren, op te slaan en aan te sluiten is. Poeders zijn wat dat betreft veel gecompliceerder. Gevulde draad, waarbij de kern en mantel van verschillende materialen zijn zodat een zogeheten "pseudolegering" gespoten kan worden, laat zich volgens de spreker niet altijd goed verwerken met een vlamboog. "Een laag krijg je altijd, maar welke..."

Er is van alles geprobeerd om de afsmelting van de afzonderlijke componenten van de draad te verbeteren, daar is bij onderzoeksinstituten vaak naar gekeken. Vuldraad blijft nog een vrij exotische toepassing maar wel iets toegenomen de laatste jaren en dus niet van de hand te wijzen.

NORMEN OOK ALS TECHNISCHE ACHTERGRONDKENNIS

Zoals het betaamt op een kwaliteitscursus als deze, werd uitvoerig stil gestaan bij het nut van normen. De norm NEN-EN-ISO 14919 (Thermisch spuiten - Draden, staven en snoeren voor vlam- en boogspuiten - Indeling - Technische leveringsvoorwaarden) bespreekt draad, staf en vuldraad voor vlamspuiten en lichtboogspuiten. "Onvoldoende kennis van producten leidt tot verkeerde productenbestelling en vervolgens teleurstelling." Beczowski drukte zijn publiek op het hart om de normen-CD van uitgeverij Beuth aan te schaffen. Wat het spreken van dezelfde vaktaal betreft, wil het met de wereldwijde invoering van het tientalig stelsel nog altijd niet vlotten. Beczowski heeft geen hoop meer op de metrische aanduidingen in de VS. Onlangs kreeg hij een aanvraag waarbij een dikte was uitgedrukt in vijftienduizendste mil. "Zolang het maar geen kubieke voet wordt," uitte hij een vrees die in de vakliteratuur inderdaad bewaarheid wordt. Overigens hield de spreker zelf de DIN-benamingen aan, ook waar al een Europese EN of wereldwijde ISO-versie bestaat (zie www.NEN.nl).

De 641 pagina's tellende DIN-normen CD van uitgeverij Beuth werd met dia's gedemonstreerd. "Het is ook de normatieve achtergrond van dit soort cursussen, bijvoorbeeld DIN EN 13214:2001, Thermische spuiten - Coördinatie van thermische spuiten - Taken en verantwoordelijkheden." In de moderne normen staan tegenwoordig niet alleen opsommingen maar ook de dingen waar het om gaat, zoals vuldichtheid, korrelgrootte, productiemethoden

en dergelijke. Normen worden dus steeds meer leesbaar als leerboek. Maar het gaat uiteindelijk natuurlijk om het spreken van dezelfde taal bij het ketenoverleg. "Als je een reclamatie wilt maken, moet je proefneming erkend zijn, anders wordt je klacht niet in behandeling genomen. Als je niet NEN-EN 1274 (Thermisch spuiten - Poeders - Samenstelling, technische leveringsvoorwaarden) vraagt voor de poederbeschrijving, zal de leverancier het misschien volgens eigen huisbeschrijving uitleveren. Voor de rulheid van het poeder is er EN ISO 4490 doorlooptrechter (ISO 4490:2001), ISO 565 beschrijft de analysezeef. "Denk niet dat leveranciers automatisch verplicht zijn de norm te volgen. Er zijn namelijk bedrijven die strenger dan de norm willen en dus die norm juist niet willen volgen." Tenslotte: wie als spuitbedrijf actief is, moet wat hem betreft ook aan een vakverband lid zijn.

MONSTERNAME EN KARAKTERISERING

Vervolgens gaf G. Weilhammer een theoretische invoering in de preparatie van monster ter karakterisering van thermisch gespoten lagen. Dit werd gevolgd door

G. Weilhammer gaf een uitvoerige demonstratie van laagkarakterisering op basis van microscopische analyse.



een voordracht van prof. Dr. R. Schmid van de Fachhochschule München over het beproeven van de lagen. "De karakterisering is net zo goed als de overeenkomst tussen proef en realiteit. Tal van parameters spelen een rol, zoals poedertransporthoeveelheid, spuitafstand enzovoort."

"Denk niet dat leveranciers automatisch verplicht zijn de norm te volgen. Er zijn namelijk bedrijven die strenger dan de norm willen en dus die norm juist niet willen volgen."

Hechtsterkten boven de 100 N/mm² zijn met een lostrekproef nauwelijks nog vast te stellen, omdat er geen lijmsorten zijn die die trekkracht aankunnen. Als alternatief wordt de dwarskrachttest gesuggereerd, waarbij een laag zijdelings belast wordt, dus evenwijdig aan het substraatoppervlak. Het is behelpen, maar geeft een beeld. De test zelf wordt overigens nauwelijks nog gevraagd. Qua hechting zijn galvanotechnische aangebrachte chroomlagen een geduchte tegenspeler van het thermisch spuiten. "Ik wil hier niet zeggen dat galvano beter is dan thermisch spuiten, alles heeft zijn voordelen," stelde hij zijn cursisten gerust. "De werkstofvariatie van thermisch spuiten is een klasse groter dan galvano: carbiden, oxiden, keramische metalen, metaallegering zijn allemaal te spuiten."

NIET ALLEEN POEDERMENGVERHOUDING BEPALEND VOOR DEKLAAGSAMENSTELLING

Welke chemische samenstelling heeft de laag zelf? Dat is niet af te leiden uit de verhouding van spuitingrediënten, bijvoorbeeld aluminiumoxide met titani-

umdi oxide in een bepaalde verhouding. Dat is namelijk niet wat er in de laag komt; er kan ontmenging plaatsvinden in het poedertransport, en tijdens het proces komt misschien niet van beide metalen evenveel uiteindelijk in de laag terecht. Gemengde poeders kunnen in de transporteur scheiden op grond van de geometrie of een dichtheidsverschil, dus als een kilo gemengd is, kunnen aan begin en eind van het spuitproces aanzienlijke verschillen resulteren. Diverse testmethoden passeerden vervolgens de revue, zoals de bekende hardheidsbeproevingen volgens Vickers en Rockwell, en enkele niet-destructieve metingen zoals een ruwheidsmeting. Mede door het vrij complexe onderwerp "slijtage" dat terecht als systeem-eigenschap behandeld werd ("Je kan een oppervlak slijtvaster maken, maar wat gebeurt er met het tegenlichaam...") liep het lesonderdeel 25 minuten uit, maar men wilde graag verder met nog enkele thema's in de uitvoerige lesmap waar nog niet aan toegekomen was. Ook de media waaraan deklagen blootgesteld worden, zoals hete of chloridehoudende gassen, kwamen nog aan de orde. Ter illustratie kwamen ook de corrosiviteit van diverse dranken naar voren. Cola heeft een pH-waarde van 2,5. Een mild bier is "wezenlijk gezonder", meldde de spreker, onder verwijzing naar Huber Weisses met een pH van 4,2 en dus direct een toespeling op de SLV-medewerker, die hier zichtbaar verguld mee was.

BEWEGENDE MONSTERS

Tijdens de Laboratoriumrondleiding kwam naar voren dat er naar verluud rond de 60 parameters zijn bij thermisch spuiten. Dat zal er natuurlijk van afhangen of men de invloedsfactoren onderverdeelt in hun eigen parameters, zoals de productiewijzen van de spuitmaterialen en dergelijke.

Dat alles met alles samenhangt blijkt ook in breder verband. Zo kregen de schrootverwerkingsinstallaties in de loop van de jaren zeventig met steeds agressievere afgassen te maken, doordat er in toenemende mate kunststof in geperste autowrakken meekwam. De corrosieve verbindingen die in de gasafvoerkanalen ontstonden, leverden de corrosietechnici nieuwe vraagstukken op, die veelal met thermisch gespoten lagen ondervangen moesten worden. Dergelijke frontverhalen in de pauzes maken een dergelijke cursus extra waardevol. Ook waren daar de nodige hilarische momenten, bijvoorbeeld toen een porie in een deklaag ontdekt was met iets dat beweegt: "daar leeft wat." Het leek wel een nest beestjes dat zich op een ontpopping voorbereidde, maar het was slechts vocht dat er nog uit wilde onder invloed van de warme microscooplamp. De slotdiscussie leverde een vraag op over toeleveranciers en *co-makership*: kun je als spuitser een product-marktcombinatie ontwikkelen in samenwerking met de leverancier, als die zelf ook thermisch spuitbedrijven in de markt heeft? Een spontaan antwoord was natuurlijk dat men ook bij een testinstituut te rade kan gaan. Een reactie was dat looncoaters dit ook hebben als je iets helpt ontwikkelen voor iemand die zelf een installatie heeft. Het blijft een problematisch vraagstuk. Een spuitser die zelf gaat testen, kan een aardig eind komen. Eén van de cursisten had uiteindelijk meer vragen dan in het begin. "Ja, het is en opbouw cursus," was het gevatte antwoord van een deelnemer.

Een op deze cursus nadrukkelijk aanbevolen boek is *Leistner Gefugatlas zur Praperation und Auswertung von thermisch gespritzte Schichten*, DVS Verlag 2001 ISSN 0427-8682. Daarnaast staat in hedendaagse normen vaak veel inleidende informatie. In *Oppervlaktetechnieken van mei* is een overzicht van nieuwe normen opgenomen, waarin ook enkele op gebied van thermisch spuiten. In Nederland verzorgt de VOM certificeringstrajecten voor personeel van thermisch spuitbedrijven: Cursuscoördinator Henk van Uden 030-6300390 / uden@vom.nl

De hier beschreven cursus is in München ongeveer tien maal gegeven, men kan zich overigens ook voor een afzonderlijke dag aanmelden. Van 4 tot en met 27 oktober vindt weer de *Spritzfachmann-Lehrgang European Thermal Spray Specialist (ETSS)* naar EWF en DVS-Richtlijnen plaats (18 dagen). *Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV München* (filiaal van de GSI mbH Duisburg) Schachenmeierstraße 37, 80636 München Frau Patrizia Wunder, Tel: 089-12 68 02-10 [GSI en SLV Duisburg: gohmann@slv-duisburg.de](mailto:GSI@slv-duisburg.de)