

Technische keramiek in Nederland

Eddy Brinkman

Betase BV, Nederlandse Keramische Vereniging & Bond voor Materialenkennis

Technisch-keramisch Nederland was goed vertegenwoordigd op de vakbeurs Materials 2014, op 16 en 17 april in Veldhoven. Onder de paraplu van de Nederlandse Keramische Vereniging (NKV) presenteerden zeven Nederlandse technisch-keramische bedrijven zich op de beursvloer in een gezamenlijk paviljoen, de *NKV Technical Ceramics Hotspot* *. Maar dat was nog niet alles: de aanwezige beursbezoekers kregen twee dagen lang een interessant en veelzijdig lezingenprogramma over (nieuwe ontwikkelingen binnen) technische keramiek voorgeschoteld. Hierin werden ze bijgepraat over onder meer 'flexibele' keramische composieten, zelfherstellend keramiek, printen van technische keramiek en keramische membranen. Scheidend voorzitter van de NKV, Sido Sinnema, was dagvoorzitter tijdens de eerste lezingensessie op 16 april, en de nieuwe voorzitter Eddy Brinkman nam de honneurs waar op de tweede dag. Zij zagen dat gemiddeld zo'n 30 personen de lezingen steeds bezochten.

Tim van Kampen van Ceratec Technical Ceramics trapte af met zijn lezing over **siliciumcarbide**. Dit keramische materiaal kun je maken door kwartzand en koolstof onder de juiste (extreme) omstandigheden met elkaar te laten reageren. Volgens Tim is siliciumcarbide bij uitstek geschikt om grote structuurdelen binnen de machinebouw van te maken. Het materiaal is niet alleen licht (dichtheid 3,1 g/cm³) en ongeveer twee maal zo stijf als staal (E-modulus 410 GPa), het kan ook nog eens warmte goed geleiden (110 W/m.K) en heeft een lage thermische uitzettingscoëfficiënt (2,4 x 10⁻⁶ /K rond kamertemperatuur). Bovendien is het materiaal zeer nauwkeurig te bewerken, en is het goed bestand tegen hoge temperaturen en agressieve chemicaliën. Door deze combinatie van eigenschappen is het materiaal goed te gebruiken voor warmtewisselaars, maar ook bijvoorbeeld bij toepassingen waar nauwkeurige verplaatsingen - tot op nanometerniveau - van belang zijn. Denk hierbij aan siliciumcarbide als dragermateriaal voor wafers in de halfgeleiderindustrie. Een hoge stijfheid van het materiaal zorgt immers voor weinig vervorming.



Siliciumcarbide in z'n ruwe vorm

Innalox Ceramics, bij monde van Mark Welters, heeft een nieuw systeem ontwikkeld voor de **bescherming van boilers** van ontzwevelingsinstallaties tegen corrosieve gassen en hoge temperaturen. Hiervoor is een combinatie van vuurvaste stenen, lichtgewicht isolatiemateriaal en technisch-keramische ferrules ontwikkeld onder tussen ook gepatenteerd. Elk onderdeel heeft hierin z'n eigen rol, want het systeem gebruikt de eigenschappen van vuurvast materiaal om temperatuurwisselingen op te vangen, keramisch isolatiemateriaal om warmte af te bouwen en technische keramiek om slijtage en chemische aantasting te voorkomen.

Op uitnodiging van Insulcon hield Mathias Kunz van het Duitse WPX Faserkeramik GmbH een lezing over **keramische matrixcomposieten**. WPX maakt hun poreuze composieten in volledige oxidische vorm, samengesteld uit aluminiumsilicaat of aluminiumoxide vezels ingebed in een zeer poreuze aluminiumsilicaat of aluminiumoxide matrix. Deze composietmaterialen zijn door het Duitse Lucht- en Ruimtevaartinstituut DLR ontwikkeld, oorspronkelijk bedoeld voor toepassingen in de lucht- en ruimtevaart en in gasturbines. Ze worden met een wikkeltchniek vervaardigd, en eventueel daarna nog verder vormgegeven, met elkaar verbonden (als het onderdelen betreft) of nabewerkt. Door te spelen met

** De NKV Technical Ceramics Hotspot wordt gevormd door C-Technology, Ceratec Technical Ceramics, Innalox Ceramics, Formatec Ceramics, Insulcon, LouwersHanique en Philips Ceramics Uden, met ondersteuning van Betase.*

het gehalte aan vezels, het type vezel, het wikkelpatroon en de wikkeldrichting, alsmede de eigenschappen van de matrix, is een breed scala aan mechanische, thermische en fysische eigenschappen mogelijk. Opmerkelijk voor een keramisch materiaal is dat deze composieten zich niet bros, maar eerder taai en flexibel gedragen. Daarnaast zijn ze uitstekend bestand tegen thermische schokken. Volgens Mathias zijn deze composieten verder goed oxidatie- en corrosiebestendig, zijn ze chemisch inert en transparant voor elektromagnetische straling. Daar staat tegenover dat ze mechanisch minder stabiel zijn dan hun (niet-oxidische) SiC-C tegenhanger. Typische toepassingen voor deze poreuze composieten zijn branders en nozzles, als afscherming tegen hitte, als ondersteunings- of dragermateriaal bij hoge temperaturen en als componenten in inductieve verwarmingssystemen.

Op uitnodiging van Ceratec gaf Peter Wörle van Henze BNP een lezing met de nadruk op het keramische materiaal **boornitride**. Het smerende karakter van *hexagonaal* boornitride komt voort uit de structuur: het materiaal bestaat uit vlakke lagen die gemakkelijk over elkaar heen kunnen glijden. De atomen in zo'n laag vormen een sterke, hexagonale honingraatstructuur. Frappant is overigens dat boornitride in de *kubische* kristalstructuur één van de hardste materialen op aarde is, en wordt gebruikt als slijpmiddel. Hetzelfde verschijnsel kennen we bij koolstof, dat in één structuur zeer hard is (diamant), en in een andere structuur zacht is (grafiet) en ook als smeermiddel wordt gebruikt.

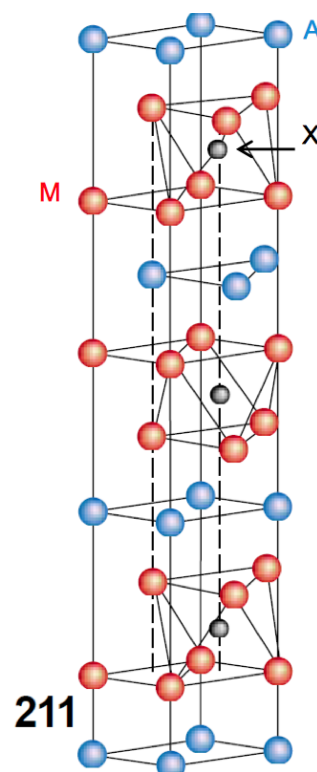
Hexagonaal boornitride is een slechte elektrische geleider maar een goede warmtegeleider. In poedervorm kun je het materiaal gebruiken als smeermiddel en losmiddel bij de extrusie van aluminium, of als vulstof voor kunststoffen om hun warmtegeleiding te verhogen. In gesinterde vorm vindt het materiaal toepassing in apparatuur die bij hoge temperatuur moet werken (zoals ovens), en bij aluminiumgieterijen kun je sprays op basis van boornitride gebruiken om het hete, uitgegoten aluminium niet te laten hechten aan de ondergrond.

Het lezingenprogramma van de eerste dag sloot af met een academische bijdrage van Louis Winnubst van de Universiteit Twente, en wel over **keramische membranen**. Waar stoffen gefilterd moeten worden, en waar de druk, de temperatuur of de concentratie aan agressieve chemicaliën zo hoog is dat traditionele kunststoffen membranen het niet meer doen, kunnen hun keramische tegenhangers uitkomst bieden. Door beheersing van het fabricageproces op de submicrometer- tot nanometerschaal kunnen membranen gemaakt worden voor specifieke scheidingsprocessen. Als je gassen op moleculaire schaal van elkaar wilt scheiden – bijvoorbeeld kleine waterstofmoleculen uit een stroom van grotere

koolwaterstoffen – dan kun je hier *moleculaire zeven* voor gebruiken. Dit zijn membranen waarbij de poriën een grootte hebben vergelijkbaar met de moleculen die ze kunnen scheiden: kleine moleculen kunnen er wel doorheen, en grotere niet, zodat ze de kleine moleculen heel selectief doorlaten. Overigens laten nieuwe ontwikkelingen binnen de membraantechnologie zien dat kunststof en keramiek prima kunnen samenwerken, bijvoorbeeld door functionele, scheidende *polymere* groepen aan te brengen op een poreuze *keramische* drager.

De tweede dag, 17 april, begon met opnieuw een academische lezing, en wel door Ann-Sophie Farle van de Technische Universiteit Delft over zelfherstellend keramiek. **Zelfherstellende materialen** kunnen, min of meer zelfstandig en autonoom, scheuren en krassen in zichzelf laten verdwijnen, met als doel om hun gebruiksduur te verlengen. MAX-materialen, thermisch gegroeide oxidelagen en thermal barrier coatings voor turbines zijn enkele voorbeelden van keramische materialen die nader onderzocht of geoptimaliseerd worden vanwege hun zelfherstellende eigenschappen.

In haar lezing ging Ann-Sophie dieper in op de 'metaalachtige' keramische MAX-materialen. Dit zijn thermodynamisch stabiele nanolaminaten, met Ti_2AlC en Ti_3AlC_2 als voorbeelden, die de goede eigenschappen van metalen en keramiek combineren: goede elektrische en thermische geleidbaarheid, goed te bewerken, en voldoende sterk bij hoge temperaturen.



MAX-fase zoals in Ti_2AlC

Als er - door gebruik - kleine scheurtjes in deze materialen zijn ontstaan, dan kun je deze scheurtjes repareren door het materiaal enkele uren aan de lucht te verwarmen tot zo'n 1100-1200 °C. Door thermische oxidatie van het materiaal wordt aluminiumoxide en titaanoxide gevormd. Deze reactieproducten vullen de ontstane scheurtjes op, die hiermee gerepareerd zijn.

Jan Grimmerink van LouwersHanique praatte de toeschouwers bij over ELID. Deze afkorting staat voor **Electrolytic In-process Dressing**, en dit slijpproces komt tegemoet aan beperkingen bij het conventioneel bewerken van keramiek, zoals bijvoorbeeld het uitbreken van materiaal. En bij een trend dat oppervlakken steeds gladder (moeten) worden is dit uitbreken op z'n zachtst gezegd ongewenst. ELID maakt het slijpen met een fijne slijpkorrel met gecontroleerde lage krachten mogelijk. Bij een optimaal ELID-slijpproces worden botte of aangeladen slijpkorrels verwijderd uit het slijpgereedschap door de binding elektrochemisch te verzwakken. Dit geeft een nauwkeurig slijpproces waarbij je ruwheden tot op nanometerniveau kunt behalen.

Op uitnodiging van Ceratec gaf Wim Geurts van Oerlikon Balzers een lezing over **PVD-coatings**. Het aanbrengen van keramische of diamant-achtige deklagen met physical vapour deposition gebeurt onder vacuüm bij temperaturen tussen 200 en 480 °C. Hierbij worden 1 tot 16 µm dikke lagen gevormd die doorgaans sterk hechten aan de (metalen) ondergrond, die hard zijn en die weinig wrijving vertonen. TiN, CrN en TiAlN zijn typische voorbeelden van keramische materialen die met PVD als coating kunnen worden aangebracht. Door bijvoorbeeld slijtvaste PVD-coatings aan te brengen op gereedschap gaat hun gebruiksduur sterk omhoog. Bij precisiecomponenten in automotoren zorgen deze coatings ook nog eens voor minder wrijving.

Translucent keramiek (of 'doorschijnend' keramiek) was het onderwerp van de lezing van Arno Brus van Philips Ceramics Uden. Translucent keramiek tref je aan in hogedruk natriumlampen, de lampen met hun typische oranje kleur langs de snelweg. Het chemisch inerte, zuivere en harde aluminiumoxide is één van de weinige materialen die de corrosieve eigenschappen van natrium en de hoge druk en de hoge temperatuur in de lamp kunnen weerstaan, en tegelijkertijd doorschijnend zijn. Translucent keramiek wordt gemaakt door hoogzuiver aluminiumoxide - bijvoorbeeld vormgegeven via spuitgieten - in een oven aan een waterstofatmosfeer bij ca. 1900 °C te onderwerpen. Door tijdens dit proces met de korrelgrootte te spelen kan het polykristallijne product volledig translucent worden.

Michiel de Bruijcker van Admatec, een spin-off van Formatec Ceramics, verzorgde de laatste lezing over het **printen van**

functioneel keramische delen. Terwijl 3D-printen van metaal en kunststof al behoorlijk ver gevorderd is, begint het 3D-printen van keramiek nu ook aan de weg te timmeren. 3D-printen staat ook bekend als 'additive manufacturing' - dus producten vervaardigen door steeds materiaal toe te voegen. Bij Admatec worden producten van aluminiumoxide of zirkoonoxide laag voor laag opgebouwd, uitgaande van een mengsel van keramisch poeder en een lichtuithardende binder. Nadat er steeds een laag is 'geprint' wordt deze uitgehard door de laag met licht van de juiste golflengte te beschijnen. Nadat het product zo helemaal is opgebouwd en de juiste vorm heeft gekregen wordt de lichtuithardende binder uit het product verwijderd - bijvoorbeeld met een warmtebehandeling. Hierna zorgt een sinterstap voor de uiteindelijke sterkte van het geprinte keramische product.



De slides van de presentaties - voor zover de sprekers deze hebben vrijgegeven - kunt u nalezen op de NKV-website (www.ceramics.nl) of op de website van de vakbeurs Materials 2014 (www.materialenbeurs.nl).