

# Gehoord

Noot van de redactie: Op deze pagina staat de lezingenrubriek "Gehoord" met nabeschouwingen van technische congreslezingen, die omwille van plaatsingsruimte niet in de algemene nabeschouwingen pasten, of die omwille van de themaprogrammering of verwijsmogelijkheid naar aanstaande evenementen apart gehouden zijn.

## Zelfherstellende coatings

- > Lezing: "Self Healing Colours".
- > Spreker: dr. Santiago Garcia, TU Delft, [s.j.garciaespallargas@TUDelft.nl](mailto:s.j.garciaespallargas@TUDelft.nl).
- > Evenement: VISEM Technodag, "Kleur Bekennen", 15 juni, Apeldoorn (zie ook juni, p. 20 en augustus, p. 18-19).
- > Organisatie: Vereniging Industriële Spuit- en Mofelindustrie, [www.VISEM.nl](http://www.VISEM.nl).
- > Volgende editie: de VISEM Technodag wordt jaarlijks gehouden, meestal in juni.

### Kleur Bekennen:

#### Zelfherstellende kleuren

Namens de afdeling Novel Aerospace Materials van de TU Delft presenteerde Garcia het onderzoek waaraan hij met onder anderen dr. Hartmut Fischer van TNO werkt. Om in het congresprogramma te blijven, was de titel "Self Healing Colours" gekozen, waar het eigenlijk vooral het werkveld betreft waarop Nederland als een van de koplopers in de wereld geldt: zelfherstellende materialen, waaronder coatings. Een vakgebied waarbij rijkelijk wordt afgekeken van de natuur - zelfherstellende weefsels zijn essentieel in de hele biosfeer. De gangbare denkwijze in het materiaalonderhoud is een geleidelijke of plotselinge achteruitgang in materiaalkwaliteit door periodieke herstelmaatregelen te corrigeren ter verlenging van de levensduur. Het verlengen van de onderhoudsinterval is dan het optimalisatievraagstuk waar de installatie-eigenaar voor gesteld wordt: vaak is goedkoop uiteindelijk duurkoop, maar budgetten zijn beperkt. Een mooie oplossing zou dus zijn materialen en deklagen die zichzelf repareren, of op zijn minst een seintje geven dat er eens wat moet gebeuren. Zeker op moeilijk inspecteerbare delen zou het een uitkomst zijn.

#### Vochtwerking tegen corrosie

Een mogelijke route en de meest gebruikte en herkenbare, is het inbrengen van corrosie-inhibitoren (corrosieremmers) in een deklaag, die vrijgegeven worden zo gauw een scheurtje ontstaat. Een andere variant is het inbouwen van reservoirs

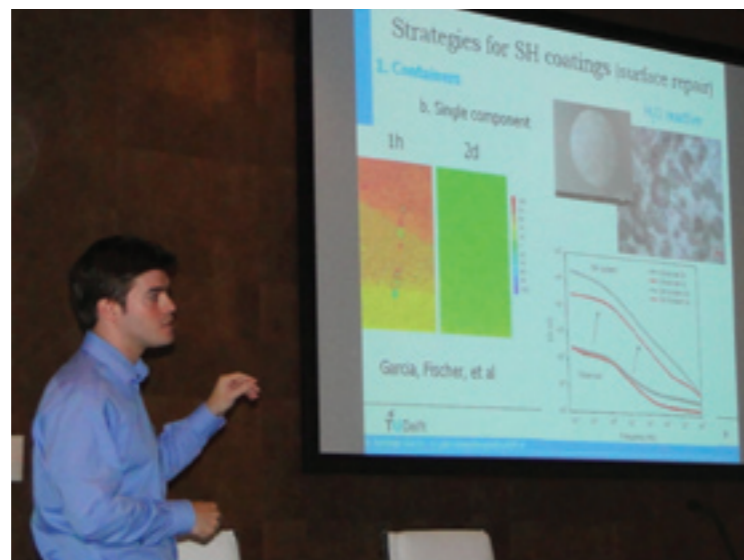
(holle bolletjes gevuld met een soort lijm) die bij het ontstaan van een kras of scheur ook open gaan. De scheur "lijmt" zichzelf als het ware weer dicht met de component die uit het ingebouwde bolletje vrijkomt. Een vraag van vakblad Oppervlaktetechnieken over de omvang van dergelijke capsules, die immers veel geringer moet zijn dan de coatinglaagdikte, kon bemoedigend beantwoord worden. Inderdaad is het lastig de vloeistof in zeer kleine capsulevorm te brengen en toch voldoende vloeieigenschappen te behouden om uit te treden en de scheur te herstellen. Maar een diameter van vijf micrometer is inmiddels haalbaar, daar had Garcia de dag vóór het congres net een verslaglegging over opgesteld. Een nadeel van containers met deze componenten is dat ze kunnen opgaan. Daarom wordt er op andere universiteiten zoals in Bristol (Verenigd Koninkrijk) ook onderzoek gedaan naar kleine kanaaltjes met reparatiemiddel, maar die hebben een ingewikkelde toepassing in coatings dan de capsules. Gebaseerd op het principe van "gebruik je vijanden als vrienden" hebben Garcia

en Fischer een nieuw systeem ontwikkeld dat, als de capsules open zijn gegaan vanwege een kras, de interne vloeistof gebruikt maakt van vocht voor de reactie en verdere bescherming van het metaal tegen corrosie.

#### Zelfherstellende barrières

Aan de TU Delft wordt gewerkt aan zelfherstellende *barrier coatings*, die zichzelf opnieuw afdichten door opzwellende componenten in te bouwen die bij blootstelling aan omgevingsvocht actief worden. Het medium dat corrosie dreigt te veroorzaken helpt zo dus om de schade weer te herstellen. Dat kan worden gerealiseerd door expansieve fasen die door vocht dichtgroeien, een samenwerkingsproject tussen TNO Eindhoven (dr. Fischer) met de TU Delft (dr. Micchiche en prof. dr. Van der Zwaag). De bindmiddelen zijn niet spontaan zelfherstellend: een reparatie moet je in gang zetten met bijvoorbeeld temperatuurinwerking. "We kunnen een sandwich maken met een gedeeltelijk UV-uitgeharde epoxy. Er zijn dan nog niet-gereageerde delen in de laag. Als de topcoat beschadigd is, zullen

*Dr. Santiago Garcia van de TU Delft presenteerde zijn belangwekkende onderzoek naar zelfherstellende deklagen, een vakgebied waarop Nederland met de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk een vooraanstaande positie inneemt.*



die ongereageerde delen van de epoxy reageren op de UV-inwerking van de zon." Een andere strategie loopt via de bindmiddelchemie: disulfiden die met zogeheten Diels/Alder-reacties versmelten en bij warmte nogmaals beweeglijk worden. Een dergelijke laag wordt weer zacht en vloeibaar bij verhitting (TNO presenteerde op de VISEM Technodag van 2007 een thermisch reversibele coating – red.). Na ongeveer vier uur is de scheur weg afhankelijk van de gebruikte temperatuur.

Een vergelijkbare route is te bewandelen met behulp van thioldisulfide en een oxetaam-gesubstitueerde polyurethancoating.

#### Zelfplakkende fietsbanden, autolak

De relatief zwakke waterstofbruggen zijn zeker interessant, want die zijn te breken en nogmaals te vormen. Op basis van dergelijke non-covalente interacties (dus zonder de vorming van nieuwe grotere moleculen) is materiaal te produceren voor kogelvrije vesten en zelfplakkende fietsbanden. "Het zal misschien nog niet de kogel stoppen, maar wel het vest herstellen", zo werd fijntjes opgemerkt. Het voordeel beperkt zich dus nog tot de volgende eigenaar van het inmiddels tweedehands survivor-vest met stoer kogelgat.

Het verste zijn de 'reflow-coatings, eigenlijk een terugvloei-effect van een reversibele laklaag; een coating dus die weer zacht wordt bij verhitting (op congressen over Self Healing Materials worden reflow-effecten doorgaans niet tot de zelfherstellende varianten gerekend – red.). "Al sinds 2005 zijn ze er voor autolakken, zij het alleen voor zwarte auto's. Maar het is een leuk begin." Na Bayer en Nissan kon ook AKZO Nobel genoemd worden. Hun merk Sikkens heeft een zelfherstellende vernis op de markt gebracht die bij 40 graden in ruim een half uur de reflow bereikt (de warmte zal van de zonneschijn op de donkere onderliggende lak moeten komen, of zoals in 2007 ook gedemonstreerd werd op de VISEM Technodag: van een warmeluchtblazer). Toyota bracht begin dit jaar een blanke toplak uit.

#### Liever een waterreactie dan een warmtereactie

Een vraag uit het publiek was, of het reparatiemechanisme al in werking treedt als er geen beschadiging maar wel een hoge temperatuurbelasting is. Dit is niet het geval, aangezien zowel de reparatievloeistof als de katalysator eerst uit hun capsule moeten komen – daar is dus die beschadiging voor nodig. Wel is de al genoemde waterreactie te verkiezen boven een warmtereactie, aangezien de corrosiedreiging dan zelf de reparatie in gang zet, terwijl een warmteinvloed wellicht te laat kan intreden of zelfs helemaal niet.

Een kritische vraag werd gesteld over het reinigen van een kras: gaat de corrosie niet gewoon door onder de reparatie? In principe kunnen vervuilingen inderdaad ingebouwd worden ter plaatse van de spontane reparatie of voordat de reparatie van start gaat. Een meerlaagssysteem is daarvoor te overwegen, om ook meerdere functionaliteiten zoals *inhibitor release* en ook de zelfherstelling op een efficiënte manier te kunnen combineren (hoewel een kras natuurlijk ook door meerdere lagen heen kan gaan en bijvoorbeeld metaalresten kan achterlaten...).

#### Kleurherstel

Wat de zelfherstellende kleuren betreft: een pigment zou niet moeten ontleden in de loop van de tijd, het welbekende verkrijten zoals bij epoxybindmiddel gebeurt. Kleurstofmoleculen verliezen kleurkracht als ze vernietigd worden; kleine veranderingen geven een andere kleur. "Wat betreft de zelfherstelling van een kleur ... dat zie ik nog niet gebeuren. In principe is het niet mogelijk een zelfherstellende kleur te maken. Maar: we kunnen een coating zelfherstellend maken, onafhankelijk van de kleur ervan, al zal het de kleur nog wel beïnvloeden. Er zijn transparante versies waarvan we denken dat je daar je pigment kan invoegen. Gebruik dus een zelfherstellend concept om de kleur in het beschadigde gebied zoveel mogelijk gelijk te houden." Aldus verder redenerend opperde hij het idee van capsules met kleur.

De bij een kras of steenslag dichtvloeiende autolakken hadden duidelijk de interesse gewekt van de aanwezigen. Er werd gevraagd of een zachtere reflow-coating kwetsbaarder is voor krassen dan een harde zonder reflow-effect. Dat is tot nog toe het geval, moest helaas onderkend worden. Met nanotechnologie zijn dergelijke strijdige eigenschappen vaak verenigbaar, bijvoorbeeld flexibele en toch harde lagen, of transparante en toch grafiethoudende en aldus elektrisch geleidende lagen. De lezing voerde echter niet zo ver, maar het moge duidelijk zijn, dat de oppervlaktetechniek er hier een boeiend nieuw werkveld bij gekregen heeft.

#### Meer informatie

In een later editie komt vakblad Oppervlaktetechnieken nog terug op het seminar MUST te Noordwijk, 28 juni, gehouden in het kader van het Zevende Kaderprogramma van de EU.

Onderzoek naar zelfherstellende materialen wordt door het Ministerie van Economische Zaken ondersteund via het Innovatiegericht Onderzoeks Programma IOP Self Healing Materials. [www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl) (binnenkort waarschijnlijk overgezet op [www.AgentschapNL.nl](http://www.AgentschapNL.nl)).

