

Prof. Sybrand van der Zwaag:

“Er is extreem veel vooruitgang geboekt”

Twee jaar geleden was er nog niets. Nu lopen er 28 onderzoeksprojecten op het gebied van self healing materials. Twaalf daarvan zijn al enige tijd gaande, zestien andere staan in de startblokken. Op 23 oktober werden alle projecten gepresenteerd tijdens het IOP Self Healing Materials symposium 'In the air and climbing fast' in de Goudse Schouwburg.



Prof. Sybrand van der Zwaag, voorzitter IOP SHM

Prof. Sybrand van der Zwaag is voorzitter van het innovatiegerichte onderzoeksprogramma (IOP) Self Healing Materials. Hij, en met hem de adviescommissie, is zeer enthousiast over de onderzoeksresultaten tot nu toe. “Sinds de start van het IOP, twee jaar geleden, is extreem veel vooruitgang geboekt. Waren we twee jaar geleden nog redelijk onwetend aan het proberen, nu komt er zicht op echte onderzoeklijnen met verhoogde kans op doorbraaktechnologieën”

Het ministerie van Economische Zaken wil met IOP's een langdurige strategische R&D-samenwerking tussen bedrijven en publiek gefinancierde kennisinstellingen stimuleren, en daar is ook in dit IOP sprake van met vijf deelnemende universiteiten en meer dan zestig bedrijven. Omdat ook samenwerking wordt gezocht met initiatieven buiten Nederland op het gebied van self healing materials, heeft dit IOP vanaf het begin een internationaal karakter. Van der Zwaag: “Zonder het IOP zouden zich in Nederland misschien vijf onderzoekers met dit onderwerp bezighouden. Nu zijn het er tientallen.”

Concurrentie

Op 23 oktober werden opvallend veel onderzoeken en onderzoeksresultaten gepresenteerd op het gebied van coatings en beton. “Dat zijn gebieden waar de nieuwe concepten betrekkelijk snel kunnen worden toegepast”, meent Van der Zwaag. “Vooral in de coatingbusiness is men al vrij ver, alhoewel de stap van een laboratoriumproef naar een industriële proefproductie op commerciële schaal niet onderschat moet worden.” Voor die tijd moeten de technologieën en het materiaalgedrag onder de voor coatings gebruikelijke testcondities uiteraard nog uitvoerig onderzocht worden. “Het is belangrijk dat we kunnen aantonen dat de vernieuwde verf ook op de lange duur goed blijft zitten en niet na tien jaar alsnog afbladdert”, aldus Van der Zwaag.

Ook op het gebied van beton vindt baanbrekend onderzoek plaats. “In deze materiaalklasse is zelfs sprake van onderlinge concurrentie”, vertelt Van der Zwaag. “Het is heel gezond dat er alternatieve oplossingen worden geboden, dat meerdere mensen met verschillende oplossingen komen voor hetzelfde probleem. Dan valt er voor het bedrijfsleven tenminste wat te kiezen.”

> *“Zonder het IOP zouden zich in Nederland misschien vijf onderzoekers met dit onderwerp bezighouden. Nu zijn het er tientallen.”*

Reëel

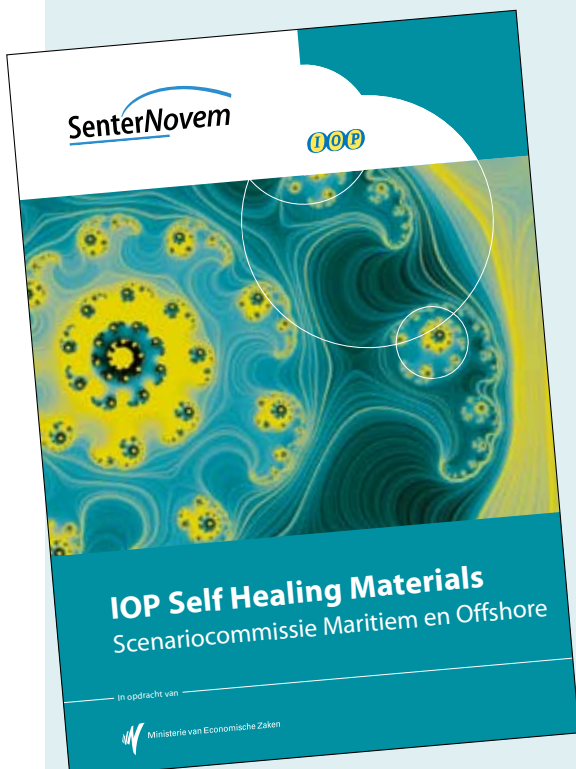
De grote vraag blijft natuurlijk: hoe lang duurt het voordat self healing material op commerciële basis wordt toegepast? “We moeten de historische tijdconstante voor doorbraken in materiaalontwikkeling niet over het hoofd zien”, waarschuwt Van der Zwaag. “Normaliter duurt het 25 jaar voordat een revolutionair materiaalkundig concept commercieel op de markt komt. Laten we dus reëel zijn, en niet denken dat we binnenkort overal self healing materials ingezet zullen zien. Binnen het IOP willen we daarom aan het einde van het eerste meerjarenplan (2005-2009) een kritische analyse maken van de lopende projecten en ons dan in het tweede meerjarenplan focuseren op een beperktere set van projecten. Ik verwacht dat zo’n veertig

procent van de huidige projecten zal moeten afvallen.”

Bedrijfsleven

“In die tweede tranche komen de meeste onderzoeken in een fase waarin ze door het bedrijfsleven overgenomen kunnen worden. Nu fungeert het bedrijfsleven vooral als sparring-partner voor de onderzoekers. Als de industrie het onderzoek overneemt, zal deze het onderzoek ook gaan financieren. Dat betekent dat er veel meer geld beschikbaar komt, en dat zal het hele proces aanzienlijk bespoedigen, zodat we de tijdconstante voor doorbraaktechnologie sterk kunnen verkorten. De winst op het gebied van verhoogde betrouwbaarheid en gereduceerde onderhoudskosten vormen daarbij de belangrijkste versnellers.”

Toekomstverkenning Maritiem & Offshore en IOP Self Healing Materials



Hoe zorg je ervoor dat IOP-onderzoek leidt tot ontwikkelingen die ook hun weg vinden naar toepassingen? En hoe weten wetenschappers waar wel en niet behoefte aan is? Het IOP Self Healing Materials werkt daar nu al aan door het instellen van scenariocommissies op gebieden waar het grote mogelijkheden van self healing materials verwacht. De Scenariocommissie Maritiem en Offshore organiseerde op 28 april dit jaar - speciaal voor het toekomstig gebruik van self healing materials in de maritieme en offshore industrie - een dialoog tussen vertegenwoordigers uit de maritieme en offshore wereld, onderzoekers, ingenieurs en projectadviseurs van SenterNovem.

Het verslag van deze dialoog is gebundeld in een brochure ‘Scenario-commissie Maritiem en Offshore’ en is geïllustreerd met enkele toekomstbeelden van toepassingen, zoals zelfherstellende coatings voor schepen, zelfherstellende LNG-pijpen en zelfherstellende umbilicals (complexe samengestelde kabels, die gebruikt worden om datasignalen, elektrisch vermogen, smeervloeistoffen of hydraulische druk van en naar onderwatersystemen te brengen).

Deze brochure kunt u opvragen via kennisinfrastructuur@sinternovem.nl

Slimme micro organismen repareren beton en zand

Hoofdrol voor bacterie in computersimulatie

Scheuren en spleten in poreuze beton-constructies kunnen gevaarlijke situaties opleveren: bruggen die instorten, balkons die afbrokkelen, et cetera. Daarom wordt veel onderzoek gedaan naar methodes om met behulp van self healing materials voor eens en voor altijd af te rekenen met deze kwaal.

Sommige research klinkt bijna als science fiction. Wat te denken van een bacterie die zich jaren slapende kan houden, maar actief wordt zodra hij in contact komt met water en zuurstof en dan prompt calciëten gaat produceren? En dat met die calciëten de scheuren en gaten in het beton op natuurlijke wijze worden hersteld?

Science fiction

“Als je er lang over nadent, krijgt het bijna iets engs”, beaamt dr.ir. Fred Vermolen van de TU Delft (toegepaste wiskunde). “Dat is ook de reden waarom sommige mensen een weerzin hebben tegen het gebruik van bacteriën. Je kunt bacteriën zodanig ontwikkelen dat ze bepaalde dingen gaan doen. Maar wat als die bacteriën uit het beton komen? Dat doet denken aan een film als ‘Outbreak’. Dan komt

science fiction ineens wel èrg dichtbij. Het is dan ook erg belangrijk dat zorgvuldig wordt omgesprongen met deze onderzoeken.”

Op dit moment wordt aan de TU Delft onderzoek gedaan naar het gebruik van bacteriën als self healing material. De gedachte is dat het door de bacteriën geproduceerde calciëten zich verspreidt door het van nature poreuze beton. Het materiaal wordt daardoor als het ware lucht- en waterdicht afgesloten. Lucht en water kunnen het materiaal niet verder in het materiaal dringen en zo wordt voorkomen dat de metalen bewapening in het beton door roest wordt aangetast.

Parameters

Fred Vermolen gaat een simulatieprogramma ontwerpen dat de onderzoekers helpt bij hun research. “Parameters zijn belangrijk”, legt de Delftse onderzoeker uit. “Een bacterie heeft een bepaalde levensduur. Hoeveel calciëten kan deze bacterie gedurende die levensduur uitscheiden? Hoeveel bacteriën heb je vervolgens nodig om een bepaalde scheur te dichten? Hoe snel gaat het proces? Wat is de invloed van de temperatuur op het proces?

Welke condities zijn nodig om het proces te optimaliseren? Hoeveel voeding hebben de bacteriën nodig? Met allerlei experimenten kun je daar ook achter komen, maar experimenten zijn over het algemeen duur en tijdrovend. Een computermodel is efficiënter.”

Zandsculpturen

Bovendien is een computersimulatie toepasbaar op meerdere terreinen. “Deze bacteriën worden bijvoorbeeld ook gebruikt in zachte bodems. Een zachte ondergrond levert een gevaar op voor de woningbouw, spoor- en snelwegen en in gebieden die gevoelig zijn voor aardbevingen”, legt Vermolen uit. “Hoe werkt het? Je injecteert de bacteriën in het materiaal en die lijmen de korrels als het ware aan elkaar. De techniek wordt al gebruikt door kunstenaars, bijvoorbeeld bij het maken van zandsculpturen. Het wachten is nu op toepassing op grote schaal. Op het gebied van beton bevindt het onderzoek zich nog in een experimentele fase, maar op het gebied van zand kan over een paar jaar een begin worden gemaakt met daadwerkelijke toepassing.”

Nieuwe programmacoördinator IOP Self Healing Materials

Drs.ing. Joris J. J. Vogelaar heeft begin mei Patrick van Veenendaal opgevolgd als programmacoördinator van het IOP Self Healing Materials. Joris behaalde in 1970 zijn diploma Economische Bedrijfstechniek aan de HTS in Dordrecht en begin 1977 studeerde hij af aan de Economische Faculteit van de Universiteit van Amsterdam. Datzelfde jaar begon hij bij het ministerie van Defensie, om twee jaar later gedetacheerd te worden bij de Nederlandse Vertegenwoordiging bij NAVO in Brussel. In de zes jaar in Brussel heeft hij Nederland vertegenwoordigd in diverse technisch/financiële NAVO-comités gerela-

teerd aan NAVO-infrastructurele werken. Terug in Nederland begon hij bij het ministerie van Economische Zaken als manager bij het Netherlands Foreign Investment Agency, dat zich bezighoudt met het aantrekken van buitenlandse bedrijven naar Nederland. Daaropvolgend, na enige jaren als manager van de Basismetalaalindustrie bij EZ, stapte hij in 2000 over naar SenterNovem als manager van de IOP's en later van High Tech Systems. Begin 2008 startte hij zijn eigen consultancybureau op het gebied van coaching en advies. Daarnaast werd hij de nieuw programmacoördinator van dit IOP.



Drs.ing. Joris J.J. Vogelaar, programmacoördinator IOP SHM

Gewijzigde internationale regelgeving zet onderzoek onder druk

“Rapid Screening helpt bij het maken van een optimale keuze”

Sybrand van der Zwaag gaf het al aan: op het gebied van coatings wordt vanuit verschillende disciplines hard gewerkt aan de ontwikkeling van self healing materials. Dr. Arjan Mol van de Technische Universiteit Delft zoekt met behulp van een nieuwe snelle testmethode een geschikt alternatief voor chromaten.

Het onderzoek heeft een lange naam: ‘Pre-emptive healing of corrosion attack by reponsive release of novel corrosion inhibitors from organic coatings’. Kortweg komt het onderzoek erop neer dat er een nieuwe manier moet worden gevonden om corrosie van metalen onder organische coatings tegen te gaan. “In de verf (organische polymeren) worden actieve stoffen (inhibitoren) gemengd die kunnen worden vrijgelaten zodra de coating defect raakt”, legt Mol uit. “Deze stoffen nestelen zich op de interface van de verflaag en het metaal. Zodra zich in de organische coating een defect voordoet, komen deze stoffen vrij langs de rand van de coating. Zij zorgen er vervolgens voor dat de corrosiebescherming van het gecoate metaal weer gedeeltelijk of volledig hersteld wordt.”

Deze technologie, die tot op heden succesvol wordt toegepast in bijvoorbeeld de vliegtuigbouw, maakt gebruik van chromaten. Echter, deze zijn toxisch gebleken voor mens en milieu en met name kankerverwekkend. De internationale regelgeving gaat het gebruik van chromaten daarom verbieden. Mol: “Het probleem is dat er op dit moment nog geen gelijkwaardig alternatief voor handen is.”

Snelle testmethode

De Technische Universiteiten van Delft en Eindhoven doen samen met het Australische onderzoeksinstituut CSIRO onderzoek naar een geschikt alternatief voor chromaten. De Australische onderzoekspartner houdt zich vooral bezig met de ontwikkeling van inhibitoren, de Nederlandse universiteiten doen de evaluatie ervan.

In verband met de op handen zijnde wijziging in de internationale regelgeving mag een oplossing niet al te lang op zich laten wachten. Daarom wordt afgezien van traditionele testmethoden. Deze nemen te veel tijd in beslag. “Met het uittesten van alle alternatieven zou je jaren zoet zijn”, aldus Mol.

De onderzoekers hebben een versnelde meetmethode ontwikkeld:

“Fabrikanten kunnen met een goed alternatief een enorme slag slaan.”



Projectonderzoeker dr. S.J. (Santiago) Garcia Espallargas, TU Delft

Rapid Screening met behulp van een multi-electrode. “Binnen een paar minuten kunnen we voor negen verschillende metalen de efficiëntie meten van verschillende concentraties inhibitoren. Op die manier hebben we inmiddels twee- à driehonderd verschillende combinaties kunnen testen. Het grote voordeel van deze methode is dat we op voorhand negentig procent van de ‘kandidaat inhibitoren’ kunnen schrappen voor nader onderzoek. Met de vijf of tien kandidaten die overblijven gaan we een uitgebreid onderzoekstraject in. Het is nog te vroeg om te kunnen zeggen dat het afleversysteem werkt. “Er is nog geen definitieve keuze voor een select aantal inhibitoren gemaakt”, vertelt Mol. “We zoeken enerzijds een geschikt alternatief, en vervolgens het beste alternatief. Rapid Screening helpt bij het maken van een optimale keuze.”

De Delftse onderzoeker is optimistisch over de uitkomst van het onderzoek. “Ik denk dat het mogelijk is om binnen een jaar tot een gefundeerde keuze te komen voor één of twee kandidaten. Daarna is vervolgonderzoek nodig, waarvoor gelukkig ook al subsidie is toegekend.”

Spekkoper

AkzoNobel Chemicals B.V. en Corus RD&T participeren in het onderzoek. De verfindustrie heeft er veel belang bij dat het onderzoek op niet al te lange termijn tot bruikbare resultaten leidt, verklaart Mol. “Zolang er geen equivalent alternatief is voor chromaten wordt het voor de industrie lastig om straks aan de nieuwe internationale regelgeving te voldoen. De coatingfabrikant die komt met een goed alternatief is een spekkoper. Die kan daar commercieel een enorme slag mee slaan.”

“Het is nu een kwestie van optimaliseren”

Autoindustrie snakt naar een self healing verbrandingsmotor

DAF Trucks NV heeft belang bij het optimaliseren van verbrandingsmotoren. Daarom is het Nederlandse bedrijf samen met motorfabrikant IMPCO BERU Technologies B.V. één van de participanten in het IOP-onderzoek 'Mechanical and thermal activated self healing surfaces made of composite ceramics for mechanical components (SELSURF):

“Toen technisch keramiek een jaar of dertig geleden werd geïntroduceerd, waren de verwachtingen hooggespannen”, vertelt prof. dr.ir. Dik Schipper van de Universiteit Twente.

“Componenten van keramisch materiaal zouden beter bestand zijn tegen hoge temperaturen. Een keramische verbrandingsmotor zou dus hoger rendement kunnen opleveren.”

Voor de autoindustrie zou dit een oplossing kunnen bieden voor een nijpend probleem: de steeds strengere milieu-eisen waaraan hun producten moeten voldoen. Autofabrikanten over de hele wereld, en dus ook DAF Trucks NV, zijn naarstig op zoek naar een energiezuinige, schone verbrandingsmotor.



Prof.dr.ir. Dik Schipper van de Universiteit Twente (rechts)

Vast smeermiddel

“In de praktijk blijkt dat er bij het gebruik van keramisch materiaal een hoge wrijving aanwezig is tussen de componenten”, vertelt Dik. “Dit is op te lossen door het materiaal te voorzien van een ‘vast’ smeermiddel: bijvoorbeeld koperoxide. De truc is nu om het ‘vaste’ smeermiddel dat we in het keramisch materiaal aanbrengen naar het oppervlak te brengen zodra het keramiek in contact komt met een tegenloopvlak.

Het transport van het smeermiddel naar het oppervlak kan mechanisch/thermisch geïnitieerd worden. Het smeermiddel vormt dan een dunne oppervlaktelaag die de aanwezige laag herstelt. Het resultaat is een verlaging van de wrijving en slijtage en een verhoging van de levensduur van de componenten.

Dr. J. Song en ir. M. Valefi van de oppervlakte-technologie- en tribologiegroep van de TU Twente zijn al geruime tijd onder dagelijkse begeleiding van dr.ir. M.B. de Rooij bezig met het onderzoek. “Dit project is een follow-up van twee eerdere STW-projecten”, legt Dik uit. “Daarom zijn we ook al aardig gevorderd met het onderzoek.”

Gebleden is dat het systeem in principe werkt. “De wrijving en slijtage zijn drastisch afgenomen. Dit principe blijkt voor enkele kilometers glijfstand te werken, daarna neemt de wrijving en slijtage toe. Het is nu een kwestie van optimaliseren.”

Bijverschijnselen

Een volledig keramische verbrandingsmotor, zoals ooit de bedoeling was, is een utopie, meent Dik. “Het is wel geprobeerd. Maar dat apparaat maakte een pokkeherrie! Logisch, want normaliter gebruikt men in een verbrandingsmotor olie als smeermiddel, en dat zorgt meteen voor ‘damping’ in het systeem. Dat is het gekke van wetenschappelijk onderzoek. In



Dr. J. Song van de oppervlakte- en tribologiegroep van de TU Twente

principe is er een oplossing. Maar omdat er ongewenste bijverschijnselen zijn, kan deze moeilijk toegepast worden. Natuurlijk kun je voor het geluidsprobleem een of andere oplossing verzinnen. Maar dat zou iemand anders moeten doen, ik ben geen expert op het gebied van akoestiek. Voorlopig houden we het op het vervangen van onderdelen door keramische componenten voor verbetering van - in dit geval - motoren. Overigens zijn dergelijke materialen niet alleen voor een verbrandingsmotor bruikbaar, maar in het algemeen voor ongesmeerde systemen.” Er is veel belangstelling voor SELFSURF. “Een motor met een hoog rendement is beter voor het milieu. En de consument is gebaat bij een motor die minder onderhoudsgevoelig is. We willen toe naar auto's die je pas na 100.000 km naar de garage hoeft te brengen voor een onderhoudsbeurt.”

“Wrijving en slijtage zijn drastisch afgenomen.”

Dankzij multidisciplinaire karakter IOP

“Het onderzoek gaat sneller vooruit dan ik dacht”

De Universiteit Twente doet onderzoek naar een methode om beschadigingen in composietmaterialen te herstellen met behulp van geheugenmetaal. Het onderzoek bevindt zich nog in een experimentele fase, aldus dr.ir. T.C. Bor (leerstool Produktietechniek).

Scheuren in composietmateriaal komen gelukkig niet vaak voor. Als het gebeurt, dan betreft het een relatief kleine schade, bijvoorbeeld in windmolens of vliegtuigen. Meestal bevindt de breuk zich tussen de weefsellagen die het composietmateriaal opbouwen. Het materiaal behoudt in principe de sterkte en stijfheid, maar door inwerking van onder meer vocht wordt de levensduur significant verkort.

Fysische oplossing

Er zijn diverse manieren om dergelijke breuken te herstellen. Het IOP-onderzoek ‘Damage healing in composite materials employing shape memory wires’ zoekt een eenvoudige, fysische oplossing. “Enerzijds omdat we niet zo heel chemisch georiënteerd zijn. Anderzijds omdat we met niet zo veel mensen zijn”, legt Ton Bor uit. “En ten derde omdat we denken dat het echt een goede oplossing kan zijn voor het probleem. Een fysische oplossing brengt met zich mee dat hetzelfde gebied meerdere malen hersteld zou kunnen worden. Door het thermoplastische matrixmateriaal lokaal op te warmen kun je het materiaal lokaal ‘lassen’. Hiervoor is het nodig dat de te lassen scheurdelen krachtig op elkaar worden gedrukt. Dit wordt bewerkstelligd door

gebruik te maken van geheugenmetaal dat de scheur als het ware dichttrekt.”

Vooralsnog is deze methode alleen bruikbaar als van tevoren bekend is waar de schade zich precies bevindt. Dat is niet altijd het geval.

“De schade zit vaak verborgen binnenin het materiaal en is dus niet zichtbaar”, aldus Ton. “Ons onderzoek is erop gericht dat je weet waar de schade zit. De volgende stap zou zijn: hoe kom ik erachter waar de schade zit? Over die vraag mag een andere onderzoeksgroep zich buigen. Vandaar dat we samenwerken met de groep Technische Mechanica van professor André de Boer, ook van de UT.”

Healing material

De Universiteit Twente werkt voor het onderzoek ‘Damage healing in composite materials employing shape memory wires’ samen met Ten Cate Advanced Composites, Airborne Composites BV, Stork Fokker AESP en voestल्पine Polynorm BV. Deze bedrijven hebben rechtstreeks belang bij het onderzoek. “Overall waar je composietmaterialen toepast, heb je het probleem dat die materialen vrijwel alleen maar elastisch kunnen reageren”, verklaart Ton. “Als de spanning te hoog wordt, gaat het materiaal kapot.”

Het gebruik van geheugenmetaal om scheuren en barsten in composietmateriaal te herstellen is volgens de onderzoeker breed toepasbaar, maar kent voorlopig z’n beperkingen. “Het ligt eraan op welke wijze je deze techniek wilt toepassen”, zegt Ton. “Als je een systeem wilt hebben dat onafhankelijk van de mens functioneert, dan kan het nog een aanmerkelijke tijd duren voordat de industrie ermee aan de gang kan. Als je zegt: tijdens inspectiewerkzaamheden is er een beschadiging ontdekt, en die wil ik met deze methode herstellen, dan kan de praktische toepassing sneller worden gerealiseerd. Eigenlijk mag je dan niet meer spreken van self healing material. Het is dan healing material. Maar is dat erg, als het doel wel wordt bereikt?”

Vooroordelen

De grote hoeveelheid onderzoeksresultaten die op 23 oktober is gepresenteerd, heeft Ton verrast. “Het onderzoek gaat sneller vooruit dan gedacht. Toen ik een jaar of vier geleden hoorde over self healing material dacht ik: dat kan helemaal niet, dat is onmogelijk. Klinkt misschien raar uit de mond van een wetenschapper, maar een wetenschapper is ook maar een mens. Je hebt ook je vooroordelen. En heel vaak hebben onderzoekers die in een bepaald gebied actief zijn geen oog voor andere gebieden. Wat het IOP bijzonder maakt is het multidisciplinaire karakter. Daardoor is meer mogelijk, en worden sneller resultaten geboekt.”

“Vier jaar geleden dacht ik: dit kan helemaal niet.”



Projectleider dr.ir. T.C. Bor, Universiteit Twente

Onderzoek brengt twee werelden bij elkaar

“Het is oplosbaar, maar niet eenvoudig”

Een van de problemen met een coating op een metalen ondergrond is dat er snel barsten en scheurtjes in komen. Het IOP-onderzoek ‘Pre-emptive healing of stresses in coatings’ gaat dit probleem te lijf. Als er tenminste onderzoekers zijn die er tijd en creativiteit in willen steken.

“Coatings gaan kapot omdat er interne spanningen in het materiaal zitten”, legt prof.dr. Rint Sijbesma van de TU Eindhoven (Scheikundige Technologie) uit. “Als je de coating bij hoge temperatuur op metaal aanbrengt en dan weer afkoelt, krimpt de coating harder dan het metaal en springt de verf er bijna af. De verfindustrie is gebaat bij coatings die onder alle omstandigheden blijven zitten. Daarom werken prof.dr. Rolf van Benthem en ik nauw samen met DSM Research en SupraPolix BV.”

Lege handen

Twee jaar geleden kende het ministerie van Economische Zaken subsidie toe aan het IOP ‘Pre-emptive healing of stresses in coatings’. Rint kon echter niet meteen aan de slag.

“Het duurde even voordat we gekwalificeerde mensen hadden gevonden om aan het onderzoek te werken. Daardoor zijn we laat gestart. Eigenlijk werken we er pas een jaar aan.”

Het komt vaker voor, zegt hij, dat er geen geschikte mensen zijn te vinden voor onderzoek. “Het afgelopen jaar is de markt voor chemici erg goed geweest. Eenmaal gepromoveerd kunnen ze kiezen uit een postdoc of een goede baan in het bedrijfsleven. Heel vaak kiezen ze voor het bedrijfsleven. Sterker nog: degene die het laatste jaar aan dit onderzoek heeft gewerkt, heeft aangegeven dat hij ermee



Projectleider prof.dr. Rint Sijbesma, TU Eindhoven

stopt. Nu kan hij nog makkelijk een vaste baan vinden, over een jaar is hij daar minder zeker van.” Rint zit dus min of meer met lege handen. “Dit is natuurlijk niet bevorderlijk voor de voortgang van het onderzoek.”

Creativiteit

En dat terwijl er zeer interessante vorderingen zijn gemaakt. “Ons idee was om de spanning in het materiaal langzaam weg te laten vloeien zonder dat de eigenschappen van de coating erop achteruit zouden gaan. In het laboratorium zijn we erin geslaagd een materiaal te vervaardigen dat inderdaad de juiste eigenschappen bezit. We moeten deze nu in een echte coating gieten om te kijken wat er gebeurt. Helpt dit nieuwe materiaal inderdaad om betere coatings te maken die minder snel falen?” Het resultaat is nog niet optimaal, vindt Rint. “Er zijn nog te hoge temperaturen nodig om die spanning weg te laten vloeien. We

moeten de chemie van het systeem nog een beetje aanpassen, zodat de eigenschappen van het materiaal geoptimaliseerd worden. Daar gaat nog wel wat creativiteit in zitten. Het is oplosbaar, maar niet eenvoudig. We moeten echt iets heel nieuws verzinnen.”

Er is nog voor een jaar subsidie beschikbaar voor het onderzoek. “Zodra we een getalenteerd iemand vinden die z’n energie in het onderzoek stopt, kunnen we een heel eind komen”, meent Rint. “Zelfs in het stadium dat het onderzoek niet meer aan een universiteit thuis hoort, maar bij het bedrijfsleven.”

Twee expertises

Hij beleeft veel plezier aan het onderzoek. “Je brengt twee heel verschillende expertises bij elkaar: het maken van moleculen en polymeren en het begrijpen van het gedrag van het materiaal. Door die samenwerking kun je heel makkelijk zeggen: we gaan nu dit en dat veranderen om de mechanische eigenschappen van het materiaal aan te passen. Je brengt echt twee werelden bij elkaar. Heel inspirerend.”

“Er zijn zeer interessante vorderingen gemaakt.”

Column Omgaan met Dynamica

Verenigen van het onverenigbare, dat is de uitdaging voor self healing. Er zijn verschillende strategieën, gebaseerd op chemie en op fysica. Er zijn ook drie soorten self healing: 'assisted self healing' - met ingrijpen en/of detectie van buitenaf, 'intrinsic self healing' - dat gaat dus vanzelf, en 'pre-emptive self healing' - reparatie voordat de schade ontstaat.

Het laatste zien we in de levende natuur: door training worden spieren sterker en kunnen gewrichten een hogere belasting weerstaan. Er zijn geen duidelijke strategieën om 'pre-emptive self healing' in dode materie in te bouwen. Een uitdaging voor de toekomst.

De andere twee concepten zijn eenvoudiger. Je kunt bijvoorbeeld aan geleidende composieten vaststellen of er schade is aangericht, door de elektrische geleiding te meten. Als er schade is vastgesteld dan kun je er ook wat aan doen. Door locale verwarming, of door een elektrische stroom door het materiaal te sturen, dat ter plaatse van de schade, de scheur doet samenvloeien. Het mechanisme vereist ingrijpen achteraf. 'Assisted self healing' is in de ware zin van het woord, eigenlijk geen self healing.

Wat overblijft is dus 'intrinsic self healing' en daarvoor zijn ook weer een aantal strategieën. Ten eerste de *chemische concepten*. Encapsuleren van hars in een matrix met katalysator is het prototype van chemische self healing. Dat kan worden gedaan door het gebruik van holle deeltjes van verschillende vorm, bijvoorbeeld kleine cilindertjes, of holle vezels, of fractale netwerken met hars. Het probleem hierbij blijft dat de chemische truc van self healing maar één keer werkt, namelijk wanneer de hars zijn werk heeft gedaan.

Andere mogelijkheden zijn *coating concepten* waar in de bulk van de coating reactieve groepen aanwezig zijn die aan het oppervlak

reageren en een beschermingslaag vormen. Als die laag beschadigd raakt, dan start de reactie opnieuw en de schade wordt hersteld. Dit is vergelijkbaar met het oxideren van aluminium. Kras aanbrengen en de oxidatie begint meteen de passivatielaag te herstellen.

Ten slotte, de fysische self-healing concepten. Een eenvoudige versie daarvan is het encapsuleren van oplosmiddelen of weekmakers in een polymeer matrix. De scheur breekt de capsules open, het oplosmiddel mengt met het polymeer zodat het verweekt en de scheur vloeit dicht. Het verwekingsproces is tijdelijk omdat het oplosmiddel na enige tijd door diffusie verdund raakt en de mobiliteit is verdwenen. Er is geen katalysator nodig, maar ook dit is slechts een eenmalig proces.

Dynamica is de cruciale factor voor self healing. Dat leidt tot de laatste categorie fysische self healing: het maken van materialen met een intrinsieke reversibele dynamica. Als voorbeeld kan men zich een materiaal voorstellen dat bij overbelasting ter plaatse van de scheur, zijn samenhang zodanig verliest dat de mobiliteit tijdelijk stijgt, de scheur herstelt en dat na enige tijd de rust is weergekeerd en alle bindingen weer zijn gevormd. Dat klinkt nogal revolutionair, maar het is niet veel meer dan het verschijnsel thixotropie, bekend van verf en yoghurt. Na enig roeren kan het een tijdje vloeien. Laat men het een tijdje staan dan is het weer een gel. Om een bruikbaar materiaal te maken moet het verschijnsel worden opgewekt in een vaste stof met 'goede' mechanische eigenschappen. Een optie daarbij is het gebruik van nanodeeltjes, waardoor de slappe pudding ineens een stuk stijver wordt. Stijfheid en mobiliteit zijn dus wel degelijk verenigbaar.

*Prof.dr. Stephen J. Picken - TU Delft, NanoStructured Materials
Ik geef de pen door aan: Cor Koning - TU Eindhoven*

SenterNovem voert de subsidieregeling innovatiegerichte onderzoeksprogramma's (IOP) uit, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken. Deze programma's stimuleren de interactie tussen onderzoekswereld en bedrijfsleven door: directe betrokkenheid van het bedrijfsleven bij de onderzoeksprojecten; kennisoverdracht en netwerkactiviteiten. Universiteiten en onderzoeksinstituten ontvangen subsidie voor het uitvoeren van de onderzoeksprojecten. De dagelijkse leiding van een IOP is in handen van de voorzitter van de programmacommissie en de programmacoördinator.

in opdracht van



Ministerie van Economische Zaken

Redactieadres
SenterNovem Den Haag
IOP SHM Rapportage
Postbus 93144
2509 AC Den Haag

www.senternovem.nl/iop-shm
kennisinfrastructuur@senternovem.nl

Telefoon (070) 373 53 41
Telefax (070) 373 51 00

Algemene informatie & advies
Telefoon 070 373 50 00

December 2008

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is samengesteld, kan SenterNovem geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten. Bij publicaties van SenterNovem die informeren over subsidieregelingen geldt dat de beoordeling van subsidieaanvragen uitsluitend plaatsvindt aan de hand van de officiële publicatie van het besluit in de Staatscourant.