

Prikkelende lezing corrosieprofessor De Wit tijdens de VOM Dag van de Oppervlaktetechnologie

Algemene corrosie bestaat niet

Op 17 november hield de VOM weer de jaarlijkse Dag van de Oppervlaktetechnologie, een congres waar een brede en diepe blik in de nabije toekomst geworpen wordt. De breedte van het vakgebied kwam mooi tot uiting: van botimplantaten tot energiebesparing in de afzuiging bij procesbaden. Professor Hans de Wit kreeg als oevreprijs de VOM Borghardt Award. Onderstaande terugblik is grotendeels op zijn scherpzinnige maar ook zeer scherpe voordracht over corrosievoorspelling gebaseerd. Enkele andere lezingen zullen deze jaargang door middel van sprekersbijdragen nabeschouwd worden.

Congresvoorzitter Hans van der Weijde (Tata Steel) wees het publiek van maar liefst 130 deelnemers op de enorme hoeveelheid ongezien oppervlak dat ons voortdurend omgeeft, en dat een behandeling ondergaat heeft. Alleen al binnen de zaal zelf kon hij vele meters en behandelingen voorrekenen: inclusief stoelen, ruiten en spiegels was er aardig wat beschermd, gefunctionaliseerd en verfraagd, waarbij textiel nog eens een veelvoud van zijn gebruiksoppervlak aan daadwerkelijk contactoppervlak met de atmosfeer heeft. "Over hóéveel van al deze duizenden vierkante meters is nagedacht in de ontwerpfasen: functionaliteit, uiterlijk, technische duurzaamheid?", vroeg hij zich hardop af. "De uitdaging aan ons als industrie is om dat zoveel mogelijk te doen en daardoor beter, duurzamer en meer competitief te worden." In zijn aankondiging van

professor De Wit, die op 21 maart zijn afscheidsrede zal houden aan de Universiteit Delft, stelde hij het publiek direct gerust. "Maar hij stopt bij lange ná niet, zeg ik u, het beestje kennende."

VERWEVEN WERELDEN

In zijn lezing "Oppervlaktetechniek: symbiose van techniek en wetenschap" gaf prof. dr. Hans de Wit vervolgens een overzicht van de ontwikkeling van het vakgebied. Hij greep terug op een corrosiecongres van de European Federation of Corrosion dat in Boedapest gehouden is (in Oppervlaktetechnieken nabeschouwd in thema Corrosie van 2004: "Corrosiekennis is troef"). Hij had er een lezing gehouden met als boodschap dat corrosie altijd lokaal is en dat algemene/uni-forme corrosie niet bestaat. Bij parallelsessies wordt de congresopkomst verdeeld over

tal van zaaltjes, maar de titel en introductietekst van het programma had 150 mensen aangetrokken, die dus deels vanaf de gang moesten meeluisteren. "Ik wilde het ook publiceren in een corrosiewetenschapsblad. Dat mocht alleen als ik de titel zou veranderen," gaf hij de scherpte van het debat aan. Want algemene corrosie zien we (helaas) toch overal om ons heen?

VORM MATERIAALOPPERVLAK MEETBAAR MAKEN

"Alleen extreem zuiver metaal zal niet corroderen, maar eigenlijk is er altijd wat lokaals aan de hand." Met technieken als de Atomic Force Microscopy, en de variant Scanning Kelvin Probe Force Microscopy heeft de TU Delft natuurlijk ook wel de beschikking over apparatuur waarmee niets onopgemerkt blijft. "We kunnen de vorm van het oppervlak, de morfologie, zichtbaar maken en de samenstelling van het materiaal, gemeten >





Uit handen van dagvoorzitter Hans van der Weide (links) ontvangt professor Hans de Wit (TU Delft) de VOM Borghardt Award als oeuvreprijs.



> met Scanning Auger Spectroscopy, koppelen aan de in situ gemeten voltapotentiaal. Uit de experimenteel vastgestelde relatie tussen voltapotentiaal en corrosiepotentiaal komen we aan een aan corrosiepotentiaal zonder direct corrosiemetingen te doen. Met een Scanning Reference Electrode kunnen we in een kras zichtbaar maken waar de anoden en de kathoden zitten." Op de dia vertoonde hij de grafische weergave die de wetenschappers uit hun instrumenten krijgen: een kleurrijk berglandschap met de anoden als kuilen en de kathoden als toppen. Impedantiespectrometrie is ook een techniek waar de wetenschappers veel mee werken. "De daling van de impedantie tijdens degradatie van een coatingsysteem geeft kwantitatieve informatie over veranderingen in de coating. Deze gegevens kunnen in combinatie met resultaten uit andere meetmethoden leiden tot een gedetailleerd inzicht in de reactiemechanismen, dat kan leiden tot een voorspelling van de levensduur van het systeem." De veelgehoorde kritiek dat corrosietechnici vaak wel achteraf kunnen verklaren maar niet vooraf kunnen voorspellen, is wellicht met dit academische werk te ondervangen. De veelbesproken ver-

snelde corrosietesten zoals de zoutsproei-test, die gebruikt worden voor onderlinge vergelijking maar waar ook wel eens levensduurvoorspellingen aan verbonden worden, zijn daar juist niet geschikt voor. "Versnelde corrosietesten zijn onzin, daar komt een getal uit en daar klopt niets van. Kan ik het nog duidelijker maken? Nóóit meer doen!" Inderdaad wordt de voorspellende waarde van zoutsproei testen op vakevenementen alom ontkend, maar in het werkveld is het toch een hardnekkig uitgangspunt dat extrapolatie naar minder extreme condities mogelijk zou zijn.

BLOEMLEZING VAN ANALYSETECHNIEKEN

Met de Scanning Kelvin Probe Force Microscopy is dus het oppervlak gedetailleerd in beeld te brengen terwijl de voltapotentiaal gemeten wordt die gerelateerd is aan de corrosiepotentiaal. "Lokale potentiaalverschillen van 380 tot 450 millivolt komen voor en dat is een behoorlijk potentiaalverschil. Dat blijkt tot zeer snelle galvanisch geïnduceerde corrosie te leiden. Door in dit geval een aluminiumlegering een andere thermische voorbehandeling te geven, kunnen insluit-

sels die tot die grote potentiaalverschillen leiden voorkomen worden. Zo hebben we ook de belangrijke rol van koperdeeltjes op het oppervak van een aluminiumlegering kunnen vaststellen. De kwaliteit/dikte van een chroomoxidelaag bleek daar direct aan gekoppeld."

De bloemlezing van analysetechnieken voerde nog verder. "Je kan naar een nog groter oplossend vermogen," zo speelde hij met de letterlijke betekenis van de fotografieterm 'resolutie'. "In de barrièrelaag van veertig nanometer op gechromateerd aluminium kunnen wij met een transmissie-elektronenmicroscop zien waar een scheurtje zit dat tot corrosie leidt." De diaserie toonde ook een ceriumgebaseerde conversielaag. "Het gaat tot dusverre steeds over potentiaal, maar eigenlijk wil je direct de corrosiestroomdichtheid in het corrosieve milieu meten als functie van de potentiaal. Met een capillaire microcel kun je de lokale corrosiestroom meten, die we dan proberen te koppelen aan de lokale voltapotentiaal die je contactloos meet. En dat moet je aan elkaar praten," zo lichtte hij het academisch analyseproces eenvoudig toe.

FILIFORME CORROSIE BESTAAT WÉL

Een voorbeeld van een materiaalverbetering die uit het onderzoek is gevolgd, was het constateren dat ingewalste oxidedeeltjes verantwoordelijk kunnen zijn voor filiforme corrosie: door het buitenste oppervlak te verwijderen is de corrosieweerstand aanzienlijk beter. Aan de hand van foto's van de lintvormige filiforme corrosie nam hij naar eigen zeggen het walsproces op de korrel, verwijzend naar de korrelgrenzen in de metaalmatrix. "Je moet goed kijken naar de oppervlaktelaag waar koolstofrijke oxides ingerold zijn. Die hebben effect op filiforme corrosie. We hebben het materiaal bestudeerd in varianten waar een halve micrometer, een micrometer en vijf micrometer van het oppervlak waren afgeëtsd. De filiforme corrosie valt dan vrijwel terug tot nul.

Door het mechanisme te achterhalen kun je de praktijktoepassing beter in de vingers krijgen." Zo kun je ook met hoge resolutie transmissie-elektronenmikroskopie de korrelgrenzen in bepaalde aluminiumlegeringen goed bestuderen en constateren dat koperverrijking op de korrelgrenzen leidt tot galvanische corrosie. Met een combinatie van de genoemde technieken is ook het gedrag van vervormd gecoat staal zoals drankblikjes tot in detail bestudeerd. Ook is naar voren gekomen dat bij *dual phase* staal met zowel een ferritisch als een martensitisch kristalrooster de corrosiesnelheid niet groter is dan bij een enkelfasige matrix.

LAKHECHTING, EIS-METINGEN

Ook de hechting van organische moleculen aan een staaloppervlak en daarmee de hechting van organische coatings is nauwkeurig vast te stellen en wel met infraroodtechnieken. Het is daarbij van belang vast te stellen of een functionele groep met een enkelvoudige of een dubbele binding vastzit aan het metaaloppervlak. Je wilt de hoeveelheid hydroxylgroepen aan het oppervlak van een legering groot maken voor een goede



Hoewel corrosie alomtegenwoordig is, kan volgens prof. Hans de Wit niet van 'algemene corrosie' gesproken worden. (Foto: pzAxe)

hechting. "Het effect van enkele of dubbele bindingen en de dichtheid van de hydroxylgroepen moet je kunnen terugvinden in mechanisch trekproeven. Dat is niet eenvoudig, maar door een unieke zoektocht naar de juiste trekproef voor de juiste substraat/coating-combinatie is dat toch gelukt." De invloed van de voorbehandeling is ook hier weer inzichtelijk te maken.

Terug naar de versnelde testmethodes: "De correlatie met de praktijk voor de meeste tests ligt beneden de 0.5 en is daarmee waardeloos. Voor een *ranking* zou je hem soms kunnen gebruiken, maar voor de levensduur: vergéét het maar. Wat moet je doen? Niet die zoutsproeitest, maar in een heel vroeg stadium de achteruitgang van de coating onder normale condities in de vingers krijgen. Elektrochemische Impedantie Spectrometrie en ruismetingen, daarmee lukt het redelijk goed. De EIS-prekwalificatie kan iets zeggen over de mengverhouding

van hars en harder, over de invloed van zinkrijke silicaten, en over de chemische stabiliteit van een coating na bijvoorbeeld 21 dagen. In een heel vroeg stadium is dat te meten, door de grote gevoeligheid van de methode." Extreme test-condities zoals bij de zoutsproeitest leiden tot een heel ander degradatiemechanisme en daarmee verlies van voorspellende waarde. "We koppelen de wetenschappelijke informatie zoveel mogelijk aan praktijkproeven, maar nogmaals: algemene of uniforme corrosie bestaat niet!"

MEER INFORMATIE

Op 21 maart houdt professor Hans de Wit zijn afscheidsrede aan de TU Delft. Zijn werk wordt in samenwerking met prof. dr. Herman Terryn voortgezet door dr. ir. Arjan Mol, die zich onder meer toelegt op zelfherstellende coatings. Daarover was al enkele keren te lezen in vakblad Oppervlaktetechnieken: onder meer "Zelfherstellende coatings", in de subrubriek Technologie/Gehoord, een voordracht van Garcia Espallargaz op de Technodag van de Vereniging Industriële Spuit- en Moffelbedrijven VISEM. Ook op het jaarlijkse congres Self Healing Materials te Gouda komt het werk van de TU Delft aan bod.

TU Delft

Mekelweg 2
2628 CD Delft
tel.: 015 - 278 67 78

