

# Corrosietesten voor de olie- en gasindustrie

CORROSIE KOST DE OFFSHORE-INDUSTRIE JAARLIJKS VEEL GELD. VAAK GAAT HET DAARBIJ OM SCHADE OP MOEILIJK BEREIKBARE PLAATSEN. CORROSIEBEPROEVING OP MATERIALEN EN PROEF-LASSEN KAN VEEL ELLENDE VOORKOMEN. DIT ARTIKEL BEPERKT ZICH TOT DIE VORMEN VAN CORROSIE IN CONSTRUCTIESTAAL DIE MET ZWAVELWATERSTOF (H<sub>2</sub>S) TE MAKEN HEBBEN.

door Jan Rademaker en Geri van Krieken

**E**en van de vervelende bijproducten van de olie- en gaswinning is zwavelwaterstof (H<sub>2</sub>S). We spreken dan van een 'sour service' omgeving. Naast algemene corrosie, een vervelend, maar meestal beheersbaar fenomeen, kan H<sub>2</sub>S aanleiding geven tot scheurvormende corrosie. Een gemeenschappelijk kenmerk hiervan is dat dit te maken heeft met de opname van waterstof in het metaal.

In opdracht van de olie- en gasindustrie worden uitgebreide corrosieproeven uitgevoerd aan basismaterialen en proeflassen. Dit is van essentieel belang om de kwaliteit en een lange levensduur van offshore-constructies te kunnen garanderen. Dit artikel geeft inzicht in de uitvoering van een aantal corrosietesten.

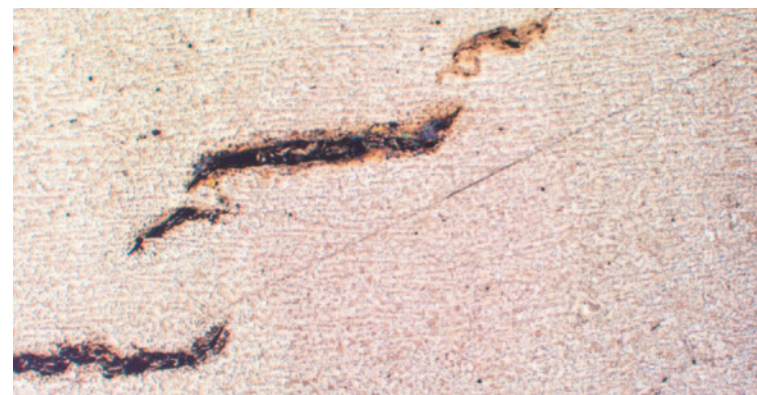
## Trap sites

Bij corrosie in een zuur milieu wordt er waterstofgas gevormd uit atomaire waterstof (H). H-atomen bewegen zich gemakkelijk door het metaalrooster. Hun bewegingsnelheid is afhankelijk van de temperatuur: hoe hoger de temperatuur, hoe sneller ze zich kunnen bewegen. Wanneer ze recombineren tot H<sub>2</sub> kunnen hoge interne spanningen ontstaan, omdat het waterstofgas niet meer in het metaalrooster past. Daardoor kunnen scheurtjes ontstaan. Dit fenomeen wordt HIC genoemd, Hydrogen Induced Cracking. Een andere benaming voor HIC is SWC, Stepwise Cracking. De scheurtjes verlopen in de richting van de banenstructuur van het materiaal. Dit proces speelt zich af op zogenaamde 'trap sites': plaatsen waar de H-atomen zich verzamelen en waar ze niet meer zo gemakkelijk vandaan komen (langgerekte sulfidebanen, niet-metallische insluitsels enz.).

## HIC-test

Om te onderzoeken of een materiaal gevoelig is voor HIC kan een beproeving worden uitgevoerd. Het materiaal

voor de beproevingen wordt vaak gegloeid (PWHT, Post Weld Heat Treatment). Dit verbetert de bestendigheid tegen HIC en brengt het materiaal in de toestand waarin het uiteindelijk ook gebruikt gaat worden.



Microscopische doorsnede met HIC- of SWC-scheurtjes

De beproeving bestaat uit een expositiefase gevolgd door een microscopische evaluatie. Geschuurde en grondig ontvette proefstaven (drie per test) worden gedurende 96 uur blootgesteld aan een zuurstofvrije testvloeistof, verzadigd met 1 bar H<sub>2</sub>S. De testvloeistof bestaat uit een aangezuurde zoutoplossing of kunstmatig zeewater, zuurstofvrij gemaakt door te spoelen met stikstofgas (N<sub>2</sub>). De afmetingen van de proefstaven zijn meestal 100 x 20 x t mm. Na de expositiefase wordt bekeken in hoeverre de proefstukken 'blistering' vertonen (blaasvorming op het oppervlak als gevolg van H<sub>2</sub>-vorming). Vervolgens worden per teststaaf drie doorsneden vervaardigd en geprepareerd voor microscopisch onderzoek. De doorsneden worden gescand op de aanwezigheid van scheurtjes, waarvan de afmetingen worden bepaald. Deze gegevens worden verwerkt tot drie parameters: CLR (Crack Length Ratio), CTR (Crack Thickness Ratio) en CSR (Crack Sensitivity Ratio). De waarden van deze parameters zijn bepalend voor goed- of afkeur.



Blisters (blaasvorming) op HIC-staven

## Variant: SOHIC

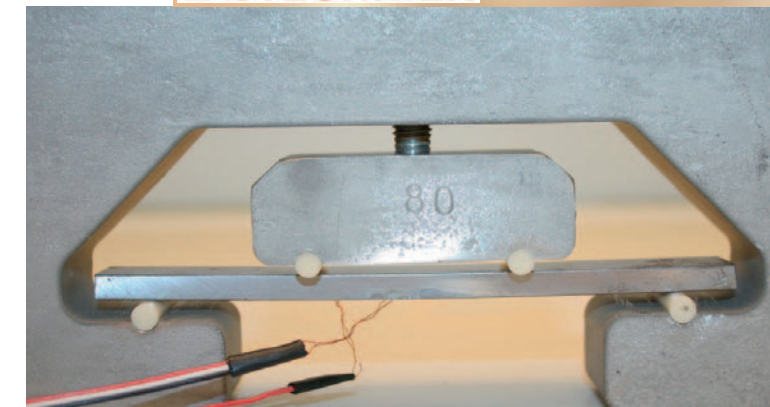
Een variant van HIC is SOHIC (Stress Oriented Hydrogen Induced Cracking). Hierbij spelen mechanische spanningen een rol. Op de korrelgrenzen kunnen er interkristallijne waterstofscheuren ontstaan.

Bij het beproeven van een materiaal op gevoeligheid voor SOHIC wordt een proefstaaf onder spanning geëxposeerd in een testvloeistof. De schade die daardoor kan ontstaan is, door de richting van de scheuren loodrecht op de plaatrichting, veel bedreigender voor de integriteit van een installatie dan zuivere HIC-scheuren. Bij een SOHIC-test worden twee proefstaven, voorzien van een spanningsconcentratie in de vorm van een gedefinieerde sleuf, samen in een vierpuntsbuigopstelling onder spanning gezet. Het geheel wordt geëxposeerd in de voorgeschreven testvloeistof die verzadigd is met H<sub>2</sub>S. Na expositie wordt onderzocht of SOHIC-scheurvorming heeft plaatsgevonden. De mate van scheuruitbreiding vanaf de spanningsconcentratie wordt als goed-/afkeurcriterium gebruikt.

## Sulphide Stress Cracking

Bij SSC (Sulphide Stress Cracking) ontstaan scheuren onder invloed van mechanische spanningen en een sulfidenbevattend milieu. De scheuren staan loodrecht op de aangelegde trekspanningen. Door te lassen kunnen voorwaarden worden geschapen voor het optreden van SSC. Door krimp kunnen inwendige spanningen ontstaan en door vorming van harde zones ontstaat lokaal materiaal dat gevoelig is voor SSC. Bij lassen aan materiaal voor 'sour service'-toepassingen worden dan ook eisen gesteld aan de maximale hardheid (vaak 22 HRC).

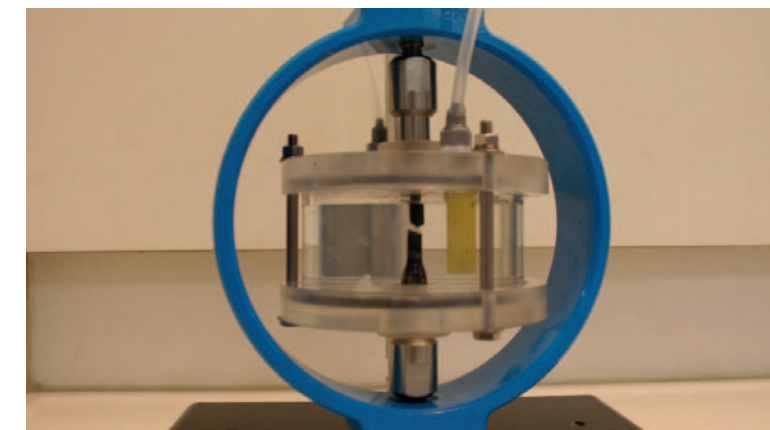
De test op gevoeligheid voor SSC kan bestaan uit een trekproef: de belasting op de trekstaaf wordt aangebracht met een dood gewicht of met een veer (proofing ring). De proofing ring heeft als voordeel dat de opstelling relatief eenvoudig is; nadeel is dat de belasting afneemt als het materiaal scheurt en de trekstaaf dus iets langer wordt. Een andere testmethode is de vierpuntsbuigproef. De grootte van de belasting wordt bepaald door de doorbuiging van de staaf te meten of door rekstroken aan te brengen. Nadat de trekstaaf of de vierpuntsbuigstaaf op spanning gebracht is wordt deze in de testvloeistof ge-



Ingespannen vierpuntsbuigstaaf, voorzien van rekstroken

plaatst, meestal een aangezuurde zoutoplossing. Nadat de oplossing zuurstofvrij is gemaakt wordt het testgas door de testoplossing geleid. Dit kan 1 bar H<sub>2</sub>S zijn, of een mengsel van H<sub>2</sub>S en CO<sub>2</sub> of N<sub>2</sub>. De expositiefase voor SSC-testen duurt behoorlijk lang: 720 uur (30 dagen) is gebruikelijk.

Na de expositiefase worden de staven onderzocht op scheurvorming met behulp van visueel en magnetisch onderzoek. Afhankelijk van de klanteisen en de bevindingen wordt microscopisch onderzoek uitgevoerd.



Proofing ring met (gebroken) trekstaaf

Bij het testen van lassen kunnen proefstaven worden gebruikt waarbij de root van de las nog intact is, of staven waarbij de root verwijderd is. In het laatste geval, waarbij de aandacht vooral uitgaat naar de bestendigheid van het lasmetaal en de HAZ (Heat Affected Zone) tegen SSC, wordt aanbevolen om foutvrije proefstaven te gebruiken. Bij gebruik van proefstaven waarbij de root nog intact is, is het aanbrengen van een goed gedefinieerde spanning moeilijk, vanwege de onregelmatige geometrie. In deze gevallen wordt het gebruik van rekstroken aan weerszijden van de las aanbevolen. Nadat de staaf op spanning is gebracht, worden deze rekstroken zorgvuldig verwijderd. De beschreven SSC-testen zijn meestal gebaseerd op standaardnormen. Specifieke klanteisen kunnen echter van grote invloed zijn op de uitvoering van de test.

Het volledige artikel vindt u op onze website: [www.vakbladlastechniek.nl](http://www.vakbladlastechniek.nl).