

MICROBIOLOGISCH BEINVLOEDE CORROSIE BIJ RVS-LASSEN

OORZAAK, SCHADEBEELD EN REMEDIES

Corrosie is een degradatiefenomeen waarbij een metaal aangetast wordt door zijn omgeving. Er zijn vele mogelijke corrosievormen, zoals putcorrosie en spanningscorrosie. In dit artikel focussen we ons evenwel op corrosie die beïnvloed wordt door microbiologisch leven (MIC, 'Microbiologically Influenced Corrosion'). Voornamelijk voor het rvs-lassen kan MIC een heel ernstige bedreiging vormen. Vooral hierover in detail te treden, geven we toelichting over de aanwezigheid van microbiologisch leven in water.

Jens Conderaerts, Belgisch Instituut voor Lastechniek

MICROBIOLOGISCH LEVEN IN WATER

Microbiologisch leven is overal: de kiemen en cellen zijn zo klein dat ze niet met het blote oog waarneembaar zijn. Niettemin wordt de waterkwaliteit getest op de aanwezigheid van kiemen. Men meet dit aan de hand van de parameter 'kiemgetal', die een indicatie is voor de hoeveelheid bacteriën die voorkomen in het waterstaal. De eenheid is cfu per ml ('colony-forming units'). Hoe hoger het kiemgetal, hoe meer aanwezigheid van microbiologisch leven. Uit gegevens blijkt dat het kiemgetal sterk varieert naargelang van het type water. Tabel 1 toont het gemiddelde kiemgetal en het minimum en maximum gemeten kiemgetal voor o.a. regenwater, oppervlaktewater en open putwater. Meteen valt het hoge gemiddelde kiemgetal voor open putwater en drainagewater op. Deze waarden liggen in de orde van 10⁵ tot 10⁶ kiemen per milliliter. Ter indicatie geven we nog mee dat voor drinkwater in de regio Gent in 2017 de gemiddelde waarde slechts 9 cfu/ml bedraagt (bron: Farys).



Grote foto: opengesneden buis in rvs 316L. Bruine corrosieplekken aan lassen. De leiding vertoonde lekken als gevolg van MIC. Bemerk ook de patronen van bruine vlekken als gevolg van de stroming in de leiding. Inzetfoto links: zicht op de binnenzijde van een las in rvs 316L. Bruine corrosieplekken op en naast de las. Inzetfoto rechts: metallografische snede van las in rvs die faalde als gevolg van MIC. Bemerk de tunnelvormige aantasting onder het oppervlak

INTERACTIE TUSSEN MICROBIOLOGISCH LEVEN EN METALEN

Er blijken vele types water vol microbiologisch leven te bestaan. Indien dergelijk gecontamineerd water in contact komt met een metalen systeem, zetten de micro-organismen zich vast op het oppervlak en starten ze met groeien en vermenigvuldigen. De micro-organismen scheiden ook producten af door hun stofwisseling. Op die manier ontstaat een biofilm, die niet uniform is in ruimte, noch in tijd. De biofilm kan met andere woorden op de ene plaats

	AANTAL STALEN	GEM. TOT. KIEMGETAL	MIN. TOT. KIEMGETAL	MAX. TOT. KIEMGETAL
REGENWATER	14	33.504	473	284.545
OPPERVLAKTEWATER	15	17.480	22	97.273
OPEN PUT WATER	52	180.628	11	2.860.000
DRAINAGEWATER	12	323.313	455	1.380.000
DIEP GRONDWATER	36	35.691	1	1.200.000
ONDIEP GRONDWATER	1	4.000	-	-

Tabel 1: het kiemgetal voor verschillende types van water (bron: www.watertool.be)
Kiemgetal gemeten bij 22 °C en uitgedrukt in cfu/ml

	TOTALE BACTERIELE DENSITEIT	PSEUDOMONAS	IJZEROXIDERENDE BACTERIEN
AANGETASTE LAS	3,0 x 10 ⁶	2,4 x 10 ⁶	1,4 x 10 ⁵
NIET-AANGETASTE LAS	2,0 x 10 ⁵	8,0 x 10 ⁵	3,8 x 10 ⁴
BASISMATERIAAL	2,4 x 10 ⁴	2,0 x 10 ⁴	9,4 x 10 ⁴

Tabel 2: resultaat van metingen van de concentratie aan microbiologisch leven op rvs 304-lassen na één jaar blootstelling aan water. Uitgedrukt in cfu/cm²

wat dikker zijn dan op een andere en ook in de tijd kan de dikte variëren. In eerder onderzoek werd vastgesteld dat de dikte van de biofilm na drie dagen 100 µm kan zijn in een lichtrijke omgeving en 30 µm in een donkere omgeving. Door de aanwezigheid van de biofilm kan de omgeving onder de biofilm bijgevolg anders zijn dan het water in de leiding.

Verschillende types micro-organismen kunnen een rol spelen bij MIC, zoals:

- Sulfaat Reducerende Bacteriën (SRB);
- Zwaveloxiderende bacteriën;
- IJzeroxiderende bacteriën;
- Mangaanoxiderende bacteriën;
- Zuurproducerende bacteriën;
- Methanogene micro-organismen;
- Pseudomonas.

Al deze families van bacteriën hebben hun eigen kenmerken. Zo zullen sulfaatreducerende bacteriën sulfaten in het water omzetten in sulfide, dat ijzer versneld kan aantasten. Op die manier kunnen de bacteriën onrechtstreeks de corrosie beïnvloeden. Vaak is deze beïnvloeding negatief en wordt de corrosie versneld, maar sommige bacteriën hebben ook een corrosievertragend effect, bijvoorbeeld door stoffen te produceren die het metaal kunnen beschermen.

MIC BIJ RVS-LASSEN

Wanneer een biofilm zich kan vormen in een rvs-leiding, kan dit aanleiding geven tot ernstige aantasting. De aantasting is lokaal en situeert zich bijna altijd in de zone met de las. De foto's op de vorige pagina tonen enkele voorbeelden van lassen in rvs die gefaald hebben als gevolg van MIC.

Bruine corrosiepunten in de laszone zijn typisch voor dit fenomeen. Hoewel de perforatie aan het oppervlak dikwijls maar een speldenkop groot is, wordt er onder het oppervlak een heel grote holte aangetroffen. Dit wordt bevestigd door middel van een metalografische doorsnede over de las, zoals in het voorbeeld in de foto hiernaast. Hier merken we ook de tunnelvormige aantasting op, die heel kenmerkend is voor MIC bij rvs. De snelheid van aantasting is extreem hoog, namelijk tot 1,5 mm per maand. Een pijp-leiding met 5 mm wanddikte kan dan ook al na enkele maanden lekken vertonen.

WAAROM IS DE RVS-LAS GEVOELIGER VOOR DIT FENOMEEN?

Door het lassen wordt de structuur van het metaal gewijzigd. Hierdoor ontstaan er lokale wijzigingen in het percentage legerings-elementen, zoals chroom en molybdeen. Aangezien net deze elementen bijdragen aan

de corrosiebescherming van het rvs, zullen deze wijzigingen ertoe leiden dat de las de meest gevoelige plaats wordt in de leiding. Verder kunnen er ook nog aanloopkleuren aanwezig zijn ('heat tint'), die eveneens de corrosieweerstand verlagen.

Ten slotte is de las typisch een zone met een hogere ruwheid dan het oppervlak van het basismateriaal en kan de biofilm zich hier dus makkelijker hechten.

IN WELKE SYSTEMEN KOMT MIC BIJ RVS VOOR?

De meeste gevallen van MIC worden vastgesteld in nieuw geïnstalleerde rvs-systemen waarin een druktest werd uitgevoerd, waarna het water niet werd afgelaten en het systeem niet werd gedroogd. In het stilstaande water hebben bacteriën alle kans om kolonies te vormen. Onder de biofilm ontstaan er dan specifieke omstandigheden die het rvs zullen aantasten.

In het algemeen kan MIC bij rvs zich voordoen in alle gevallen waar gecontamineerd water gedurende lange tijd in contact is met het rvs, bijvoorbeeld bij koelwatersystemen of systemen die afvalwater behandelen. Het gaat dan meestal om stilstaand water, omdat een biofilm zich niet zo snel kan vormen indien het water over het oppervlak stroomt.

HOE WEEET JE ZEKER OF MIC DE BOOSDOENER IS?

Je kunt een bevestiging van het schadefenomeen krijgen door het schadegeval te laten analyseren. Het Belgisch Instituut voor Lastechniek (BIL) heeft ruime ervaring met het vaststellen van dit fenomeen. Hierbij worden de typische schadebeelden zoals in de foto's gecombineerd met een microbiologische analyse van het leidingwater en/of het corrosieproduct. Op die manier wordt MIC gescheiden van fenomenen als putcorrosie en corrosie onder afzettingen.

Gehaltes vanaf 10⁵ tot 10⁶ cellen bacteriën per gram corrosieproduct worden beschouwd als bevestiging van de invloed van bacteriën in het schadefenomeen. Dit blijkt ook uit eerder onderzoek waarbij rvs 304-lassen één jaar lang werden blootgesteld aan water en waarna de hoeveelheid bacteriën werd opgemeten. Het bleek dat aangetaste lassen ongeveer 100 keer meer microbiologisch leven vertoonden dan het basismateriaal dat geen aantasting vertoonde. In dit onderzoek werd er ook gekeken naar de invloed van bepaalde families van bacteriën en werd er vastgesteld dat voornamelijk de Pseudomonas en de ijzeroxiderende bacteriën bijdroegen tot de aantasting, zie tabel 2.

REMEDIES

Indien MIC wordt vastgesteld, is het belangrijk om de aangetaste plaatsen te herstellen en om het microbiologische leven uit het systeem te verwijderen. Dit kan door het spoelen met bacteriedodende stoffen zoals natriumhypochloriet ('javel'). Een spoeling met water met toevoeging van salpeterzuur (HNO₃) is eveneens te overwegen, omdat dit niet enkel de bacteriën doodt, maar ook het oppervlak van het rvs kan passiveren.

Uiteraard is het beter te voorkomen dan te genezen en moet er bij druktesten op worden toegezien dat er zuiver water wordt gebruikt. Stadswater wordt beschouwd als voldoende zuiver, zoals ook beschreven in API 570. Indien het om zeer kritische systemen gaat, moet er echter heel zuiver water worden gebruikt. Soms wordt er in dat geval gesteriliseerd en gedemineraliseerd water voorgeschreven om de druktest uit te voeren. Eenduidigheid over het te gebruiken water bestaat echter niet in normen. Waar de API 570 drinkbaar water voorschrijft (met bijgevolg maximum 250 ppm chloride), geeft de EN 14015 aan om bij het druktesten van rvs-tanks water te gebruiken met maximum 25 ppm chloride. ASME B31.3 geeft dan weer enkel de melding om 'bij de keuze van het water aandacht te schenken aan het fenomeen van MIC'.

De keuze van het water voor een druktest is dus een belangrijk aandachtspunt, maar nog belangrijker is het om na de druktest het systeem te draineren en goed te drogen, zodat er geen water achterblijft.

Een goede laskwaliteit nastreven is natuurlijk ook een must, maar MIC kan zelfs op lassen van hoge kwaliteit worden aangetroffen. Perfecte lassen zijn dus zeker geen garantie op het uitblijven van MIC.

CONCLUSIE

Microbiologisch beïnvloede corrosie kan een serieuze bedreiging vormen voor rvs-installaties; voornamelijk bij de druktesten van deze systemen. Omdat de aantasting snel kan optreden, met name tot 1,5 mm perforatie per maand, is de bedreiging ernstig te nemen. Het probleem kan voorkomen worden indien de juiste maatregelen genomen worden, zoals het gebruik van zuiver water voor druktesten en het draineren en drogen na de druktesten. Om een precieze remediëring voor te stellen, is het belangrijk om te bevestigen dat MIC de boosdoener is. Het BIL staat bedrijven in deze analyse bij. □

CONTACT

Neem vrijblijvend contact op indien u een probleem heeft in een systeem zoals een lek, een aantasting of een scheur. Het BIL onderzoekt de oorzaak en geeft advies voor remediëring en preventie.

Jens Conderaerts
jens.conderaerts@bil-ibs.be