

Noot van de redactie: Op deze pagina staat de lezingenrubriek met nabeschuivingen van technische congreslezingen, die vanwege de plaatsingsruimte niet in de algemene nabeschuivingen pasten, of die omwille van de themaprogrammering of verwijsmogelijkheid naar aanstaande evenementen apart gehouden zijn. Met het oog op de extra verspreiding op de Materials Engineering is hier gekozen voor de lezing op het recent gehouden vakevenement RVS en Aluminium.

► Corrosie van Roestvast Staal



- > Lezing: Corrosie van Roestvast Staal
- > Spreker: dr. ir. Peter van Houten, materiaal-kundig ingenieur, Schielab BV Sittard en Veendam: materiaalbeproeving en schadeonderzoek.
Voorerf 18-20, 4824 GN Breda
tel.: 076 5424300 / tel. direct 076 5433344
fax: 076 5424848
peter@schielab.nl / www.Schielab.nl
- > Evenement: seminar van RVS en Aluminium, vakbeurs voor de aluminium- en roestvaststaalverwerkende industrieën, 17-18 maart 2009, Americahal, Apeldoorn
- > Organisatie: Expolaan (vakbeurs), RVS Vereniging Noord Nederland (seminar RVS), Aluminium Centrum Houten (seminar aluminium, zie de rubriek Verenigingen/Instellingen), mediapartners: vakblad Roestvaststaal, vakblad Aluminium.
- > Volgende editie: De derde editie wordt in 2011 gehouden. info@rvsalu.nl, Lesley Johan www.rvsalu.nl

Ontwerper is de beslisser

Voor deze lezing van dr. ir. Peter van Houten, Schielab BV Sittard en Veendam, stond bij aanvang een hele groep belangstellenden bij de deur te wachten. Uiteindelijk bevolkten zo'n zestig mensen de zaal, voor de lezing over ontwerpaspecten bij roestvaststalen installaties.

Een eerdere spreker had al de kwinkslag gemaakt "RVS, dat roest vast", wijzend op de wisselende ervaringen in het gebruik van dit zeer waardevolle materiaal. In de praktijk worden echter nog altijd ontwerptechnische aspecten over het hoofd gezien. "Ik ga vloeken in de kerk, want ik ga het heb-

ben over corrosie van RVS. Je koopt het toch juist omdat het níet gaat roesten! Bij het ontwerp worden alle belangrijke beslissingen genomen. Je moet eerst weten waarvóór je hem wil maken: waarvoor gaat de installatie gebruikt worden. Materiaalkeuze, vormgeving, methoden voor het laswerk, dat zijn allemaal zaken waar je dan rekening mee moet houden.

Corrosie is op te vatten als het oplossen van staal in water, "ik heb het nu niet over oxidatie bij hoge temperatuur," zo merkte hij het verschil op met hogetemperatuurcorrosie. Bij het vormen van het ijzerion tijdens de oplossingsreactie komen twee elektronen vrij. De tegenreactie is het opnemen van die elektronen; de belletjes zijn waterstof dat vrijkomt. IJzer slaat neer als hydroxiden, dat zijn zouten die verder kunnen oxideren tot roest. "Chroom is een heel onedel materiaal, het wil zich heel graag binden met zuurstof, en vormt een passieve huid aan het oppervlak van een paar nanometers dun. Dit chroomoxide beschermt tegen het oplossen. Als dat doorbroken wordt, kun je RVS net zo hard oplossen als gewoon staal. Dus bij je ontwerp moet je er rekening mee houden dat die passieve huid in orde blijft. Zuurgraad, temperatuur, zouten - met name chlorides -, vervuiling van het oppervlak, dat bevordert allemaal de corrosie. Bij staal weet je waar je aan toe bent, je kan een corrosietoeslag toepassen, dat is heel voorspelbaar. Maar bij RVS niet want de algemene aantasting treedt niet op: alleen de lokale aantasting zoals putcorrosie of spanningscorrosie. Die zijn moeilijk zichtbaar. Een scheur door een hele wand heen, dat kan vóórkomen. Wat kun je dan nog ontwerpen, als je tank leegloopt en je boot naar de kelder gaat..."

Gespannen toestand

Voorbeelden werden getoond van de meest voorkomende aantastingen. Chloridespanningscorrosie, die door lasspanningen, constructiespanningen of inwendige spanning veroorzaakt kan zijn. "Dat is een erg gevaar-

"Bij het ontwerp worden alle belangrijke beslissingen genomen"

lijke en verraderlijke vorm van aantasting, je ziet het niet tot een wand ineens lek is. Of de chroomoxidehuid is lokaal doorbroken waardoor het materiaal ter plaatse minder edel is dan het omliggende materiaal. Het minder edele materiaal wordt dan versneld aangetast waardoor een put ontstaat. Een veel voorkomende vorm is spleetcorrosie. Het wordt veroorzaakt door een verschil in zuurstofconcentratie aan het materiaaloppervlak: hoe dieper in de spleet, des te minder zuurstof er voorhanden is. Dat veroorzaakt een soort galvanisch element waardoor aantasting gaat optreden. Dat zie je dan onder de bevestiging van een staander of leuning. Het is op te vatten als een variant op Under Deposit Corrosion: wat bedekt is met vuil, is gevoelig voor corrosie."

Materiaalkeuze

Materiaalkeuze speelt uiteraard ook een belangrijke rol. De bekende 304 en 316 zijn de werkpaarden, deze hebben een austenitisch atoomrooster (te visualiseren als een stapeling van dobbelstenen met vijf punten waarbij iedere punt een atoom is -red.). Ferritische (en martensitische) legeringen (een atoomstapeling voor te stellen als dobbelstenen met vier punten en ook eentje centraal in het midden), hebben vaak een wat hogere sterkte maar meestal ook een wat minder goede corrosieweerstand. De Duplex-structuur combineert de twee structuren austeniet en ferriet, dit wordt bereikt door een uitgekiende legerings-samenstelling, dus het doseren van nikkel, chroom, molybdeen, stikstof enzovoort. "Duplex heeft het beste van beide werelden. Een hoge sterkte door het ferriet, niet gevoelig voor spanningscorrosie want dat is een nadeel van austenieten. Verder heb je varianten met en zonder koolstof, niobium of titaan, molybdeen tegen putcorrosie



en stikstof die eveneens tegen putcorrosie helpt maar bovendien de sterkte verder verbetert.”

Oppervlaktebehandelingen

Een bekende vuistregel in de RVS-wereld is het PREN-getal, ofwel Pitting Resistance Equivalent Number. Door de legeringsgehaltenes met bepaalde getallen te vermenigvuldigen, kom je op een inschatting van hoe goed de legering bestand is tegen putcorrosie. “Voor brak water of zeewater wordt vaak type 316 gebruikt maar dat is al in de gevarezone. Bij risico op spanningscorrosie moet je de austenieten voorzichtig toepassen. En bij het ontwerp moet je altijd spanningen vermijden.”

Met oppervlaktebehandelingen zijn uiterlijk en ruwheid, uitgedrukt als Ra-waarde in micrometers, te verbeteren. Ruw materiaal is natuurlijk moeilijker schoon te maken. Chemische methoden hebben in het algemeen de voorkeur boven mechanische zoals parelstralen, als het om roestvastheid gaat. Het vuil dat aanwezig is, wordt chemisch verwijderd en het chroomgehalte aan het oppervlak neemt bovendien wat toe.

Vertrouw maar controleer

Met diverse dia's werden ontwerptechnische wenken gegeven voor het zoveel mogelijk vermijden van spleten en het voorzien in voldoende afschot. “Zorg ook voor een handleiding, zodat je afnemer weet hoe je ermee moet werken en hoe onderhouden moet worden. Anders heb je een kans dat een afnemer zegt ‘je hebt me wat verkeerd geleverd want er zitten gaten in’. Dat komt dan wel doordat de afnemer het verkeerd behandeld heeft, maar als leverancier zit je met een probleem. Heel belangrijk is, dat een afnemer weet hoe je RVS roestvast moet houden.”

Controleren of het juiste materiaal wel geleverd is, raadde Van Houten ook aan. “Identificatie kan met PMI röntgenfluorescentie, in 20 seconden kun je het type RVS vaststellen, al weet je nog niet exact de chemische

samenstelling.

Ook kan met OES (Optische Emissie Spectroscopie, vonkanalyse) binnen enkele minuten een volledige analyse inclusief koolstofgehalte worden uitgevoerd. Een nadeel is dan wel een klein brandvlekje, het is dus niet 100% non-destructief.

En dan gaan we ermee aan het werk: zetten, buigen, knippen... dan beïnvloed je de structuur van het RVS. Er kan deformatie ontstaan: door het lokaal veranderde atoomrooster wordt het materiaal magnetisch aan de gezette hoeken. Dus als er kans op roestvorming is, zal dat vooral op die hoeken doorzetten. En vermijd hoge temperaturen: daardoor kun je uitscheidingen krijgen waardoor het minder corrosievast wordt.” Ook waarschuwde hij voor slijpsel van koolstofstaal, als er ook aan andere werkstukken geslepen wordt in de buurt van het RVS, of erger: met dezelfde gereedschappen. “Je moet heel bewust met het materiaal omgaan; weten waar je mee bezig bent.”

Lassen

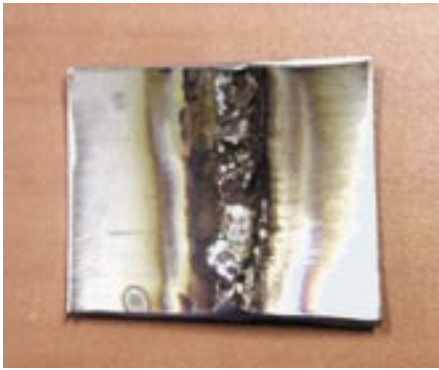
Influens van de las is er natuurlijk ook: het is

een verbinding van gesmolten metaal. De chemische samenstelling is anders vanwege het lastoevoegmateriaal. Bovendien is er de warmte-inbreng en de lagenopbouw. “Je krijgt spanningen bij het afkoelen. Lassen zijn altijd verdacht wat spanningscorrosie betreft. Bij te lang lassen en te hoge temperaturen kunnen uitscheidingen optreden, waaronder carbiden, veelal langs de korrelgrenzen van de metaalstructuur. De uitscheidingen zijn vaak verrijkt aan chroom, en verminderen dus de corrosievastheid van het omliggende RVS. Korrelgrenzen zijn dus gevoelig voor corrosie en worden als eerste aangetast. Het is vaak op te lossen door een warmtebehandeling, met hoge temperatuur. Maar als je een groot object hebt, kun je die niet zomaar even gloeien.

Als een plaat heet wordt bij het lassen kan verdere oxidatie optreden, dat uit zich door aanloopkleuren: een verdikte, gebarsten oxidehuid. “Dat is te vermijden door backing gas te gebruiken, bijvoorbeeld door argon door een te lassen leiding te spoelen. Een mooie blanke las willen we zien.

Ontwerp op roestvastheid: vormgeving

- vermijd vervuiling en zwart/wit (RVS/CS) systemen, dode einden
- spleetcorrosie
 - Diagram showing a crevice (Spleet) and a good closure (Goede sluiting) before welding (Voorheen spleet, Before welding).
- lasdetail
 - Diagram showing weld details and a Y-shaped drainage detail.
- ontwatering, zorg voor afschot!
- handleiding/onderhoud: vertel de gebruiker wat hij wel en niet moet doen!



Het effect op de aanloopkleuren van beitsen met verdund salpeterzuur. De corrosievastheid is volledig hersteld.

Formeergas zoals stikstof en wat waterstof is nuttig: waterstof heeft behoorlijk effect doordat het een reducerende omgeving vormt, waardoor de oxidatie nog minder optreedt." Behalve de aanloopkleuren is ook lasvorm, dus de uitlijning en in hoeverre er te diep of juist niet diep genoeg gelast is van belang. Inkarteling is ongunstig, evenals insluitels, fase-uitscheiding, porositeit, en korrelgroei. De eisen die aan het laswerk gesteld worden, moet men van te voren vastleggen om onduidelijkheden over goed- of afkeur te voorkomen. Voor het TIG-lassen van dunwandige RVS-pijp voor de voedingsmiddelenindustrie kan als leidraad bijvoorbeeld de AWS D18.1 gekozen worden. Ook kan er op basis van deze AWS-code een Lasmethodebeschrijving (WPS) gemaakt worden, de code geeft ook de geldigheidsgrenzen van de LasMethodeKwalificatie (WPQ) aan.

Verder zijn er voor de voedingsmiddelenindustrie ook aanbevelingen voor de uitvoering van het laswerk, de kwaliteitsbewaking en inspectie uitgebracht door de European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDGE), waarbij met name document 9 en 16 (uitvoering van pijpkoppelingen) van belang zijn.

Gevalletje corrosieschade

Van Houten kon vanuit zijn ervaring rijkelijk gevallen van corrosieschade presenteren, als voorbeelden om van te leren. Bijvoorbeeld corrosie aan rondlassen aan brandblusleiding van 50 mm, met na twee jaar al gaten. Dit was veroorzaakt door onvoldoende doorlassing (spletten), en slechte lasnaadvoorbereiding, geen backing gas dus aanloopkleuren, en verbrand lasmetaal ("bloemkolen"). Onder afzetting van corrosieproducten was opnieuw corrosie opgetreden dus de hele leiding was aangetast, maar vooral op de lassen. "Op sommige plekken zagen we de slijpranden nog zitten, er was niks aan lasnaadvoorberei-

ding gedaan. Er bleef maar één ding over: het hele leidingwerk vervangen. Dat is een beetje sneu als je een RVS leiding hebt genomen." Geadviseerd werd om backing gas te gebruiken en na het lassen waar nodig te beitsen. "De leiding heeft buiten gelegen dus je kan er donder op zeggen dat er vervuiling in heeft gezeten. Dus moet je hem doorspoelen. De rest van de bouw komt soms een half jaar later pas, dus na de perstest moet je hem leeg laten, anders blijft er vervuild water in staan. En af en toe moet je de leiding doorspoelen met vers water."

Een ander voorbeeld betrof een 316 Ti ("de Duitsers zijn wel gek op een gestabiliseerde (titaanhoudende) kwaliteit". Na MIG/MAG-lassen met een 319 (315 Nb) toevoegmateriaal, was er al in twee jaar een lekkage. Dat was te repareren met lassen, de lassen vervolgens te beitsen, en het leidingwerk droog te blazen bij stilstand. "Of zorgen voor afschot dat je hem leeg kan laten lopen."

Een ander voorbeeld betrof spanningscorrosie in een 316L tank. Het opgeslagen product was onbekend, het was een afvalproduct van een chemisch proces. Het was na vullen tijdens opslag afgekoeld, enkele maanden opgeslagen gebleven, en toen kon men het er niet meer uit krijgen want het was te dik geworden. Met steam tracing was door de kanaaltjes aan de buitenzijde van de tank stoom doorgevoerd. "Toen bleek er aantasting te zijn opgetreden, en werden scheuren van twee millimeter diep in de wand aangetroffen. De scheuren bleken het gevolg te zijn van chloriden in het product, waardoor bij verhoogde temperatuur (steam tracing) spanningscorrosie kan optreden. De tank was door die scheuren niks meer waard. Dat is sneu voor die tankverhuurder, de tanks konden naar de schroothoop want die scheuren krijg je er nooit meer uit."

Een wat merkwaardig maar toch veel voor-

komend voorval was op een visserschip, waar een pompcompartiment uit AISI 316 tegen een deel van de wand van koolstofstaal bevestigd was. Uiteraard ontstond er al snel galvanische corrosie door het materiaalverschil in die vochtige omgeving, blijkbaar ontbrak deze basiskennis bij de ontwerper én de uitvoerder.

En eveneens welhaast onvermijdelijk kwam het verschijnsel MIC aan bod, de Microbiologically Induced/Influenced Corrosion (beide afkortingen komen voor, 'Influenced' is wat nauwkeuriger omdat het niet per sé door microbiologische activiteit in gang gezet hoeft te zijn, ook bij het aldus versterken van een al geïnitieerd corrosieproces spreekt men van MIC-red.). "Ik merk dat dat nog niet echt is doorgedrongen bij gebruikers van RVS. Dat is corrosie die veroorzaakt is door activiteit van bacteriën die zich hechten in een slijmlaag. Het geeft een volumineus corrosieproduct met uitwaaiende iridiserende kleuren, met daaronder, als je het weghaalt, vaak diepe putten. Dergelijke putvorming kan het gevolg zijn van zuren die door de bacteriën worden uitgescheiden. Reparatie geschiedt door uitslijpen en lassen, coaten, of vervangen door koolstofstaal met een coating. Het gebeurt vaak bij stilstaand water, dat kan vervuild raken waardoor versnelde bacteriegroei kan optreden. Bij een temperatuur van rond de veertig graden gaat het dan hard. "MIC is vaak te herkennen aan puisten van corrosieproduct en een okergele kleur. Daar zitten dan kleine gaatjes onder, waar vaak een hele holte onder kan zitten. Als je gaat uitslijpen komt er soms geen einde aan, want onder het oppervlak is het materiaal volledig aangetast. Je kan je zakmes erin steken. MIC gebeurt meestal preferent bij lassen, want het oppervlak is daar wat ruwer, de activiteit voor corrodieren is daar hoger. Dus: heel goed laswerk leveren, en zorgen dat je geen vervuiling en bezinksel krijgt!"

Inderdaad: bij het ontwerp worden de belangrijke beslissingen genomen: qua materiaalkeuze, vormgeving en uitvoering zoals de verbindingstechniek.

Volgende leermogelijkheid:

> Masterclass Inspectie & Corrosie
Masterclass van het Institute for International Research onder leiding van Corro-Vision
15-16 juni, Coengebouw Amsterdam
info@iir.nl / www.iir.nl/corrosiepraktijk