

Volgnummer: 2007/01

## CORROSIE PROTECTIE DOOR MIDDEL VAN DESIGN EN KEUZE VAN CONSTRUCTIE MATERIALEN

### Case: spanningscorrosie in een stoom generator van een kunstmest fabriek

In een kunstmestfabriek wordt een gasvormige proces stroom gecondenseerd in een hogedruk condensor bij een druk van 140 bar en een temperatuur van ongeveer 170°C. De condensaat oplossing is zeer corrosief. De meest agressieve component is het ammonium zout van carbamine zuur. Dit zout gedraagt zich bij betreffende temperaturen als een sterk zuur. Als gevolg hiervan dienen de toegepaste constructiematerialen aan proces zijde te voldoen aan hoge eisen in de zin van chemische samenstelling en structuur. Het zich bewust zijn van de belangrijke aspecten bij materiaalkeuze, design van apparatuur, vervaardiging en inspectie, technologisch concept en correct bedrijven van de fabriek, tezamen met periodieke corrosie inspecties, is de sleutelfactor voor het, gedurende vele jaren, veilig bedrijven van een dergelijke installatie. Constructiematerialen welke onder deze omstandigheden aan proces zijde van apparatuur veelal worden toegepast zijn austenitische roestvaste staalsoorten van het type X2CrNiMo17-13-2 (AISI 316L) en X2CrNiMoN25-22-2. Ook de pijpen van de onderhavige hogedruk condensor (stoom generator) worden veelal in deze materialen gespecificeerd. De warmte die vrijkomt bij het condensereren van de proces gasstroom wordt gebruikt voor de productie van 4,5 bar stoom (150°C).

Als er aan de shell zijde van de stoomgenerator chlorides kunnen binnendringen, bestaat een groot risico op het optreden van chloride-spanningscorrosie aan de austenitisch roestvaststalen pijpen. De scheurvorming welke dit faalmechanisme tot gevolg heeft, zal zich met name manifesteren vanuit de spleet tussen de pijpen en de pijpenplaat; de scheurvorming start derhalve vanaf de buitenkant van de pijpen. Talrijke gevallen van spanningscorrosie hebben zich inmiddels voorgedaan in dit soort stoom generatoren. Scheurvorming is tot dusver geconstateerd in zowel 316L alsook X2CrNiMoN25-22-2 pijpen.

Foto 1 toont een voorbeeld van spanningscorrosie in een AISI 316L pijp van een dergelijke stoom generator. Foto 2 geeft het typische transkristallijne karakter weer van de vertakte spanningscorrosie scheuren in de austeniet structuur van de 316L pijp. Duidelijk zichtbaar is ook dat de scheurvorming start vanaf de buitenkant van de pijp. De locatie waar de scheurvorming optreedt, wordt weergegeven in Figuur 1, zowel voor gelaste en ingewalste pijpen alsook voor alleen gelaste pijpen. In onderhavige toepassing is het walsen (expanderen) van de pijpen in de pijpenplaten niet toegestaan. Dit inwalsen zou tot gevolg hebben dat er geen lekdetectie systeem is bij het eventueel optreden van een lekkage in de las van de pijp/pijplaat verbinding. Lekkage zou kunnen optreden bij aanwezigheid van pinholes in de lassen van de pijp/pijplaat verbinding. Dit zou dan ernstige

corrosie van de C-stalen pijplaat tot gevolg kunnen hebben zonder dat dit kan worden gesignaleerd. In de meeste gevallen werd de scheurvorming geconstateerd in de top pijplaat van de stoom generator, soms ook in de bodem pijplaat. De locatie van scheurvorming blijkt afhankelijk te zijn van de oorsprong van de chloride contaminatie.

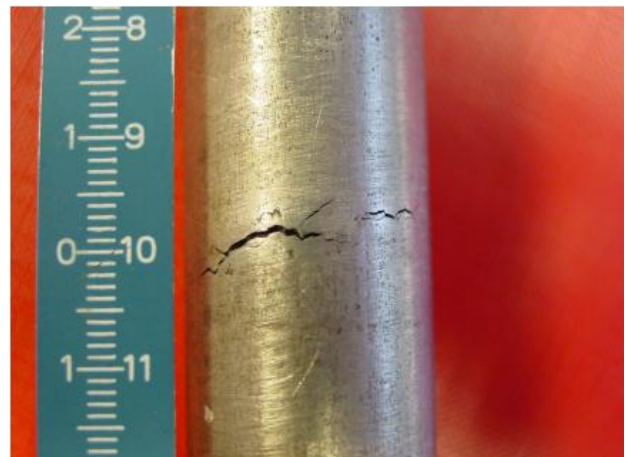


Foto 1: Uitwendige spanningscorrosie scheuren in condensor pijp startend vanaf de buitenkant

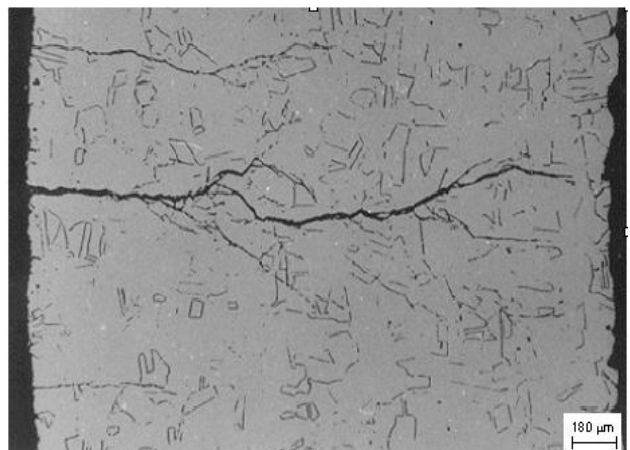
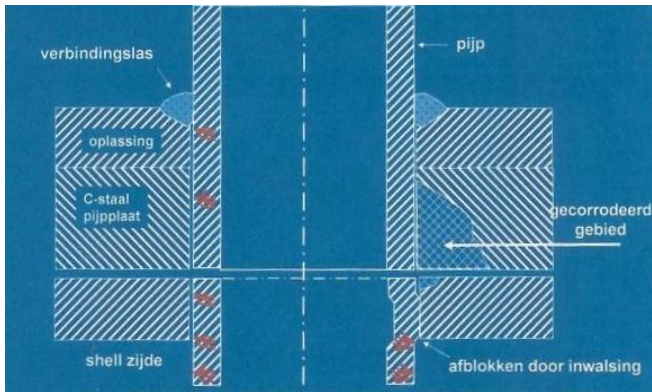


Foto 2: Microfoto van spanningscorrosie scheuren; etsmiddel: oxaalzuur



Figuur 1: De locatie van de spanningscorrosie scheuren in de pijpen van de stoom generator. Aan proces zijde zijn de C-stalen pijpplaten opgelast met austenitisch roestvast staal

Ervaring heeft geleerd dat het optreden van spanningscorrosie in de pijpen van dergelijke stoom generators de volgende oorzaken kan hebben:

- Chloride contaminatie van water dat toegepast wordt voor het afpersen, reinigen of spoelen. Het reinigen van de shell zijde dient met grote zorg te geschieden. Chloride houdende oplossingen en zuren zijn niet toegestaan.
- Chloride contaminatie bij transport en opslag in een chloride-houdende (zee-)atmosfeer. Chlorides kunnen dan binnendringen als gevolg van "ademen" door wisselende temperaturen.
- Chloride contaminatie van het ketelvoeding water, bijv. door lekkage van de vent condensor in de stoom condensaat tank. Als chloride houdend koelwater wordt toegepast in de vent condensor zullen bij een eventuele lekkage chlorides in het stoom condensaat terecht komen. Via de 4,5 bar stoom drum komen deze chlorides vervolgens terecht in de stoom generator.

Als gevolg van aanwezigheid van de spleten tussen de pijpen en de pijpenplaat kan ophopen van chlorides gemakkelijk optreden, waardoor het risico van het optreden van spanningscorrosie sterk wordt verhoogd.

Spanningscorrosie in stoom generators kan worden voorkomen door er zorg voor te dragen dat geen chlorides kunnen binnendringen, door verandering van het corrosief medium (inhibitie), door het toepassen van meer spanningscorrosie-bestendige materialen of door verandering van het design:

- Het chloride gehalte van het water dat toegepast wordt voor het afpersen, spoelen of reinigen moet lager zijn dan 1 ppm. Als een additionele preventieve maatregel wordt geadviseerd om het water te inhiberen met 2% TSP (trinatrium fosfaat).
- Gedurende transport en opslag van de stoom generator in een chloride houdende atmosfeer moet het apparaat worden geïnertiseerd met stikstof (0.3-0.5 bar overdruk).
- Het chloride gehalte van de spui stroom moet lager zijn dan 0,2 ppm. Het zuurstof gehalte moet nul zijn; dit is het geval als de spui overmaat aan zuurstof binder bevat (0,1-0,5 ppm). Als chloride contaminatie niet kan worden voorkomen dient een continue dosering van inhibitor TSP te worden overwogen.
- Toepassing van meer spanningscorrosie bestendige materialen zoals duplex rvs CrNiMoN22-5-3 of, beter nog, een hoger gelegeerd type zoals X2CrNiMoN28-6-2. Voor bestaande stoomgeneratoren ligt het accent op verandering van het medium (inhibitie en het voorkomen van binnendringen van chlorides) maar voor nieuwe apparaten wordt toepassing van duplex rvs overwogen. Inmiddels is reeds uitstekende ervaring opgedaan met deze duplex rvs types.
- Door verandering van het design van de stoom generator middels het inlassen van de pijpen met de "internal bore welding" techniek. Hierdoor zijn er geen spleten meer aanwezig en wordt de kans op het optreden van spanningscorrosie aanzienlijk verkleind.

Auteur: G. Notten (Senior Corrosion Consultant)  
 Reacties en/of vragen: e-mail: [tb@vecom.nl](mailto:tb@vecom.nl) of telefoon: +31 (0)10-5930299  
[www.vecom-group.com](http://www.vecom-group.com)