



**MCC**<sup>®</sup>

Materials & Corrosion Consultants

**CONCEPT**

20 januari 2011

## **Verlag bijeenkomst “Kontaktgroep Kruipverschijnselen”**

**30 september 2011 bij TNO (Eindhoven)**

Rob Gommans - 046 410 7709 - [gommans@m-c-c.nl](mailto:gommans@m-c-c.nl)

### **aanwezigen**

Chr.Hermse (TNO), J.W.Slijkoord (TNO), E.Korner (Technip), J.Fokkens (NRG), F.Vos (Materials Consult), J.Tulp (JJH Corrosion Engineering, P.deSmet (NEM), E.deBruycker (Laborelec), R.Bambach (Lloyd's), J.Vekeman (BIL), J.Schot (TRN), H.Schrijen (Sabic), B.Kaufman (Kema), J.Links (Dow), R.Gommans (MCC)

### **afmeldingen**

C.v.Straaten (Technip), R.Radoux (NEM), J.Heerings (HIS), P.v.Houten (Schielab), E.Schuring (ECN), J.Houben (Exxon), P.Schreurs (Sintra), M.Slabbekoorn (MME)

### **1. Opening, mededelingen, verslag vorige bijeenkomst**

Jan Links opent de bijeenkomst. Voor deze bijeenkomst zijn we vandaag te gast bij TNO te Eindhoven. Het verslag van de vorige bijeenkomst wordt ongewijzigd aangenomen. Dat verslag zal definitief worden uitgestuurd. Er zijn verder geen mededelingen.

## 2. Chr.Hermse (TNO)

### "Relaxatiescheurvorming en codes, hoe hiermee omgaan?"

(zie Bijlage 1 – alleen voor leden)

Relaxatiescheurvorming is in het verleden vaker aan de orde geweest in de Contactgroep. Het mechanisme treedt op in koud-gedeformeerde austenitische stalen in het temperatuurgebied van 500 tot 750°C. De scheuren worden gekenmerkt door een metallisch filament in het midden van de scheur. Het fenomeen wordt veroorzaakt door "te sterke korrels", waardoor de korrelgrenzen alle vervorming moeten opnemen. Met een drie-puntsbuigproef op de gebruikstemperatuur kan de gevoeligheid getest worden. Met een gloeibehandeling ("anti-SIC gloeien") kan relaxatie-scheurvorming worden voorkomen.

ASTM adviseert PWHT op 900°C bij toepassing van Alloy 800H/HT. TÜV vereist een lasreductiefactor, waardoor grotere wanddiktes nodig zijn.

Rob Gommans meldt dat het voor bepaalde toepassingen zinvol kan zijn het (Al+Ti)-gehalte te beperken tot 0,70%. Dit materiaal kan geleverd worden als 1.4958. Ook Ch.Thomans van Quest heeft hierover gepubliceerd (paper 2<sup>e</sup>, Ammonia Safety Conference 2011, AIChE).

TNO wil de mogelijkheid onderzoeken om het toepassen van PWHT kwalitatief te benaderen op basis van materiaal, gebruikstemperatuur, restraint, koudvervorming, wanddikte, (Al+Ti)-gehalte etc. toe te passen. Er wordt samenwerking gezocht met EFC en NACE.

## 3. J.Links (DOW) : "ASSET database van het MTI"

(zie Bijlage 2 – alleen voor leden)

ASSET (*Alloy Selection System for Elevated Temperatures*) is ontwikkeld in opdracht van het MTI in de USA. Hiermee kan uniforme corrosie van ongeveer 100 stalen en Ni-legeringen door gassen (o.a. O, H, S, C, N, Cl) op hoge temperatuur voorspeld. Ook kan de corrosie van meerdere gemengde gassen worden voorspeld. Het is gebaseerd op thermodynamische berekeningen (Ellingham-diagrammen). Echter, niet alle materiaal-medium-temperatuur combinaties komen voor. Ook is er informatie over laagvorming (*scale formation*) versus inwendige aantasting. Tevens heeft Jan Links een demonstratie gegeven van de software.

## 4. A.v.Berkel, (TNO) : "Sustainable chemistry bij TNO"

(zie Bijlage 3 – alleen voor leden)

Arij van Berkel (director of innovation chemicals) geeft een presentatie over de thema's en innovatiegebieden bij TNO. TNO doet werkzaamheden op drie aandachtsgebieden : (1) biobased economy, (2) process intensification, en (3) industrial risk management. Nieuwe innovaties moeten sneller dan voorheen worden gerealiseerd om mee te kunnen komen met de rest van de wereld (met name China).

## **5. R.Gommans (MCC) : “RL-berekeningen, inspecties, schade en FFS-studie aan platformer units”**

(zie Bijlage 4)

Een platformer unit bestaat uit meerdere reactoren en fornuizen en aanvoer/afvoer-leidingen tussen deze reactoren en fornuizen. Deze worden alle in het kruipgebied bedreven.

De reactoren worden vaak van 2¼Mo-1Mo staal gemaakt, de fornuizen van 9Cr-staal vanwege de inwendig optredende carburisatie, en 1Cr-½Mo-staal voor de leidingen.

Het maken van een levensduurberekening is vaak niet eenvoudig, omdat door vervangingen en revamp's een ratjetoe aan bouwjaren ontstaat, waardoor de complexiteit toeneemt. Verder zijn er specifieke problemen met het extrapoleren van kruipdata van het 9Cr-staal dat bij fornuispijpen wordt toegepast. Een en ander wordt toegelicht aan de hand van een voorbeeld dat voor een specifieke klant is uitgevoerd. Aan de hand van deze berekeningen zijn inspectieplannen opgesteld om te inspecteren op kruipschade.

Bij een andere installatie heeft lokale oververhitting van de manifolds van de fornuizen plaatsgevonden als gevolg van het verschuiven van *seal plates* van de radiatie-sectie. Daardoor ontstonden temperatuurverhogingen van 30 tot 60°C gedurende 4 maanden. Aan de hand van berekeningen is aangetoond dat deze overschrijding toelaatbaar was. Tijdens de eerstvolgende TA is met MPT en replica's aangetoond dat nauwelijks extra kruipschade is opgetreden als gevolg van deze oververhitting.

Bij weer een andere installatie zijn de fornuispijpen microscopisch onderzocht en zijn versnelde kruipproeven uitgevoerd. Uit het microscopisch onderzoek bleek dat carburisatie vanaf de buitenzijde was opgetreden en dat de oxidehuid aan de binnenzijde waarschijnlijk aan het einde van zijn levensduur was. Het uitvoeren van de versnelde kruipproeven werd bemoeilijkt door de lage spanningsniveau in de fornuispijpen. Daardoor moest naast temperatuurverhoging ook voor spanningsverhoging gekozen worden om voldoende korte breuktijden (max. 2.000 uur) te verkrijgen. Bij de extrapolatie naar de bedrijfsomstandigheden zijn diverse aannames gemaakt. De geschatte levensduur van deze fornuispijpen was minimaal 15 jaar (ook rekening houdend met voortschrijdende carburisatie).

Bij één van de eerdere installaties werd bij een inlaatnozzle op één van de reactoren kruipschade klasse 4-5 ontdekt. Het bleek dat een zijdelingse begrenzing van de inlaatleiding ontbrak, waardoor extra krachten op de nozzle werden uitgeoefend. Deze schade is lokaal uitgeslepen tot een diepte van 6 mm (wanddikte 30 mm) zonder verdere lasreparaties uit te voeren. Met behulp van FEM-berekeningen en een FFS-studie volgens API-579 is aangetoond dat dit toelaatbaar was voor een periode van minimaal 5 jaar. Deze specifieke nozzle wordt momenteel gemonitord met hoge-temperatuur rekstrookjes en SPICA.

Kortom, er treden interessante hoge-temperatuur problemen op bij platformer units. Met de juiste (mix van) onderzoeken en maatregelen kan de integriteit gewaarborgd blijven met een minimum aan inspectie- en onderzoekskosten.

## 6. Bronnen en hulpmiddelen

Jan Links noemt de website van het Japanse NIMS, alwaar men na gratis aanmelding toegang krijgt tot de materialen-database. Het webadres luidt :

[http://mits.nims.go.jp/index\\_en.html](http://mits.nims.go.jp/index_en.html)

## 7. Recente schadegevallen

### **Ben Kaufman (Kema) : “Schade aan MD-bypass leiding”**

(zie Bijlage 5)

Deze stoomleiding van 10CrMo9.10 is in bedrijf bij 55 bar en 550°C. Na ongeveer 205.000 bedrijfsuren is schade opgetreden in de langsnaadgelaste bochten. De berekende verbruiksfracties bleken laag (duidelijk veel lager dan de grens van 60% in PRD 2.3 waarboven inspecties nodig zijn). Tussen de lasrupsen blijken vrijwel volledig ferritische zones aanwezig te zijn. Het scheurverloop volgt deze zones. Waarschijnlijk is de interpass-temperatuur tijdens het lassen te hoog geweest. Ondanks de verwachting dat dit fenomeen in meerdere bochten van dezelfde charge zou optreden, is dit niet aangetroffen.

## 8. Volgende bijeenkomst, rondvraag, sluiting

### Volgende bijeenkomst

De volgende bijeenkomst zal worden gehouden op vrijdag 10 februari 2012 bij MCC te Geleen. Hierbij zullen ook andere bedrijven in het MTOC-gebouw zich presenteren; zie [www.mtoc.info](http://www.mtoc.info).

Mogelijke onderwerpen voor de volgende bijeenkomst zijn :

- Frans Vos : hoge-temperatuur corrosie / invloed van deklagen
- Rob Gommans : thermal shock schade in waste-heat boiler door metal dusting
- Staf Huysmans : misschien / nog nader te bepalen
- Peter Toonen : misschien / nog nader te bepalen

### Rondvraag

- Rob Gommans meldt dat het API een industry alert heeft doen uitgaan betreffende waterstof-aantasting beneden de Nelson curves in RP-941. John Houben vult aan dat dit o.a. gebaseerd is op schadegevallen bij lasverbindingen in koolstofstaal die aan een hoog spanningsniveau waren blootgesteld (dit is op de PVP-conferentie 2008 gepresenteerd). Waarschijnlijk gaat dit tot aanpassing van RP-941 leiden.
- Rob Gommans vraagt of iemand informatie of ervaring heeft met een ultra-sonic techniek voor het detecteren van kruipschade. Siemens heeft deze techniek ontwikkeld en beweert kruipklasse 3 te kunnen detecteren. Geen van de aanwezigen heeft ervaringen.

### Sluiting

Na het bedanken van Chrétien Hermse c.q. TNO voor de gastvrijheid en de lunch sluit Jan Links de bijeenkomst.

### Bijlagen

De bijlagen 1-3 zijn alleen voor de leden ter inzage. Alleen de bijlagen 4-5 zullen op de website van de Bond voor Materialenkennis geplaatst worden.

|           |   |
|-----------|---|
| Bijlage 1 | Chr.Hermse (TNO) : Relaxatiescheurvorming (SIC) en omgang in de codes |
| Bijlage 2 | Jan Links (Dow) : Toelichting ASSET database van het MTI              |
| Bijlage 3 | Arij van Berkel (TNO) : "Sustainable chemistry bij TNO-onderzoek.     |
| Bijlage 4 | Rob Gommans (MCC) : Hoge-temperatuur problemen bij platformer-units.  |
| Bijlage 5 | Ben Kaufman (KEMA) : schade aan MD-bypass leiding                     |