

Corrosie onder isolatie preventie

John Houben
ExxonMobil Chemical
E-mail: john.j.houben@exxonmobil.com

2005-03-24



Voorbeeld van corrosie onder isolatie, een 20 jaar oude propaan leiding, die is vervangen door roestvast staal.

1 Probleem omschrijving

Indien water kan binnendringen in de isolatie kunnen geïsoleerde apparaten en leidingen in het temperatuur gebied tussen $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ worden aangetast door corrosie onder isolatie (CUI). Zuurstof opgelost in het water veroorzaakt de corrosie bij koolstofstaal. De aanwezigheid van chloriden en zwavel verbindingen in de isolatie versnelt de aantasting. De corrosie snelheid is voor koolstofstaal een functie van de temperatuur, isolatie materiaal, conditie van de isolatie en locatie van de installatie. Kort bij zee kan regenwater tot 100 PPM chloriden bevatten hetgeen zeer hoge CUI corrosie snelheden geeft. Ook bij installaties naast koeltorens kan CUI optreden. In het temperatuur bereik tussen $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ kunnen CUI corrosie snelheden tot 1 mm/a optreden. Gemiddelde CUI corrosie snelheden van 0.5 mm/a worden gerapporteerd in Nederland.

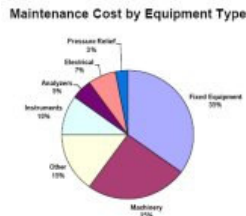
In het temperatuur gebied van $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ kunnen geïsoleerde massieve roestvaststalen toestellen en leidingen aangetast worden door externe chloride spannings corrosie. De hoge chloride concentraties in het regenwater kort bij de Noordzee kust of chloriden in isolatie materialen zijn de bronnen van de chloriden. Nitraat en silicaat ionen kunnen de initiatie van CISC voorkomen. Roestvaststalen toestellen met isolatiematerialen met voldoende natrium-silicaat zijn minder gevoelig voor CISC.

Bij metaal en operatie temperaturen boven $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ wordt zelden CUI gevonden omdat bij deze hoge temperatuur de isolatie aan het staal oppervlak droog blijft. De meest kritische toepassingen voor CUI zijn voor koolstofstaal cyclische operaties waarbij organische verfsystemen beschadigd worden en operaties waarbij het metaal beneden het dauwpunt, tussen $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ is. Dit wordt vaak "sweating service" genoemd.

2 Onderhoudskosten

De Nederlandse Proces Industrie (NPI) rapporteert dat CUI een grote onderhoudskostenpost is en een groot aantal lekkages veroorzaakt. Twee NPI leden rapporteren dat CUI de grootste oorzaak van pijpleiding lekkages is. NPI leden rapporteerde in 2004 dat 5 tot 10% van het onderhoudsbudget besteed wordt aan CUI inspecties, reparaties en preventie. Aangezien in Nederland proces installaties snel verouderen zullen de kosten alleen maar toenemen indien niet een structurele oplossing voor het CUI probleem gevonden wordt. De oplossing kan alleen maar door een systeem aanpak gevonden worden. In alle stadia moet aandacht besteed worden aan het voorkomen van CUI: ontwerp, installatie, onderhoud en inspectie; zie NACE RP 0198-2004. Toestel en leiding details,

zoals stompen en ondersteuningen moeten dusdanig ontworpen worden dat voorkomen wordt dat water kan binnendringen in de isolatie, ook als de isolatie ouder wordt.



Verdeling van de kosten

3 Verfsystemen

Historisch zijn verfsystemen, organische deklagen, gebruikt om CUI te reduceren. Inspectie bevindingen van diverse NPI leden tonen aan dat organische verfsystemen verouderen. Afhankelijk van de leeftijd en operatie conditie neemt de betrouwbaarheid af en wordt de faalkans groter. De meeste systemen falen na 5-15 jaar waarna het onbeschermde staal door CUI aangetast wordt. De externe corrosie consumeert binnen enkele jaren de corrosie toeslag waarna de uitwendige corrosie de integriteit van het toestel en de leiding in gevaar brengt. Dit gebeurt het eerst bij de relatief dunwandige kleine diameter stompen. Montagelassen die met kwalitatief minder goede oppervlakte voorbehandelingen en verfsystemen bijgewerkt worden kunnen reeds CUI vertonen na 4 jaar.

3.1 Niet - organische zink (IOZ) primers worden nog steeds door fabrikanten gebruikt voor CUI bescherming. IOZ is niet geschikt boven 60 °C omdat IOZ boven deze temperatuur kathodisch wordt t.o.v koolstofstaal en versnelde, lokale aantasting van koolstofstaal geeft.

3.2 Organische verfsystemen voor CUI preventie dienen geschikt te zijn voor toepassing met continue onderdamping. Het meest geadviseerde organische verfsysteem voor koolstof staal in het temperatuur gebied van -20 °C tot 150 °C is een 2 laag 150 µm epoxy-phenolic verfsysteem. Dit is een relatief duur verfsysteem dat ook een goede oppervlakte voorbehandeling vereist.

4 CUI inspectie strategie

Omdat organische verfsystemen slechts een beperkte levensduur van 5 tot 15 jaar hebben, dient een isolatie systeem minimaal na 10 jaar geïnspecteerd te worden voor CUI. Risk Based Inspection (RBI) werkprocessen kunnen worden gebruikt om de prioriteit van de inspecties te bepalen op basis van de risico indeling. Goede CUI inspecties zijn zeer kostbaar, vele malen duurder dan de kosten voor het originele isolatie systeem. Het is niet ongebruikelijk dat 50% van de CUI lekkages gemist worden bij een slecht uitgevoerde CUI inspecties na 10 jaar operatie.

Voor installaties die gebouwd zijn conform specificaties die CUI preventie onderkennen, b.v. CINI (Commissie Isolatie Nederlandse Industrie) met een meer lagen epoxy-phenolic verfsysteem kan met een 10% isolatie verwijdering en visuele inspectie volstaan worden om een eerste indruk te krijgen. Helaas rapporteren de meeste NPI leden dat volledige verwijdering van de isolatie de enigste betrouwbare CUI inspectie strategie is. Dit is zeer kostbaar en wil men slechts eenmaal uitvoeren, hetgeen de vraag oproept voor inspectie- en onderhoudsvrije isolatie systemen.

5 Thermisch gespoten aluminium voor koolstofstaal

Voor langdurige, meer dan 15 jaar, bescherming van koolstofstaal onder isolatie is een laag van 250 micrometer thermisch gespoten aluminium (TSA) de eerste keus. Onderzoek van de Amerikaanse marine heeft aangetoond dat TSA het enigste systeem is dat 30 jaar bescherming onder isolatie geeft in een temperatuur gebied van -100 °C tot 540 °C. Geen enkel organisch verfsysteem bestrijkt een zo groot temperatuur gebied en lange levensduur. Daarnaast is een klein defect in de TSA deklaag

geen probleem omdat de kathodische werking van aluminium het staal ook onder het defect beschermt tegen corrosie.

In Nederland, heeft Rijkswaterstaat zeer goede ervaring met TSA en worden een levensduur van 50 jaar geprojecteerd. Voor vragen over de applicatie en toepassing van TSA is de Nederlandse Vereniging voor Thermische Spuittechnieken (VTS) en de Nederlands Instituut voor Lastechniek (NIL) Technische Commissie 1c goede aanspreek punten.

6 Aluminiumfolie voor roestvaststaal

Organische verfsystemen zijn niet betrouwbaar voor langdurige bescherming van austenitisch 300 type roestvaststaal onder isolatie tegen externe chloride spanningscorrosie. De meeste leden van de NPI gebruiken aluminiumfolie ter bescherming van roestvaststaal. De aluminiumfolie wordt gewikkeld om het roestvaststalen toestel of leidingdeel. De elektrische koppeling aan het roestvaststaal geeft kathodische bescherming van het staal. Daarnaast, mits goed aangebracht voorkomt de aluminiumfolie ook inwatering tussen de aluminiumfolie en roestvaststaal. Testen van een NPI lid hebben aangetoond dat aluminiumfolie geen bescherming geeft aan koolstofstaal. Indien roestvaststaal continue nat is (sweating service) is aluminiumfolie niet de eerste keus en is TSA beter om het onderdeel te beschermen tegen CUI.

7 Personeelsbeschermende en Akoestische isolatie

Soms worden isolatiesystemen aangebracht die moeten voorkomen dat bedienend personeel in aanraking kan komen met hete leidingen of toestellen. Gezien de kostbare CUI problemen is het sterk af te raden om hiervoor conventionele isolatie systemen te gebruiken. Indien afschermingen nodig zijn verdient geperforeerde plaat die met afstandsbeugels gemonteerd wordt de voorkeur.

Bij CUI inspecties van bestaande systemen dient men zich ten eerste af te vragen of personeelsbeschermende isolatie wel nodig is. Veelal worden deze systemen voorgeschreven na bestudering van ontwerp gegevens en niet gebaseerd op operatie gegevens. De meeste NPI leden schrijven deze beschermende systemen voor indien tijdens de normale operatie de metaal temperatuur aan de buitenkant van het toestel of leiding boven 65 °C is. Een NPI lid vond dat 25% van de personeelsbeschermende isolatie permanent verwijderd kon worden bij een CUI inspectie van een unit omdat de metaal temperatuur tijdens normale operatie beneden 65 °C was.

Akoestische isolatie wordt regelmatig aangebracht bij compressoren om het geluidsniveau te reduceren. Regelmatig zijn dit systemen waar de isolatie conditie snel verslechtert t.g.v. vibraties en onderhoudswerkzaamheden aan compressoren. Voor akoestische isolatie dienen minimaal dezelfde CUI preventie maatregelen toegepast te worden als men voor thermische isolatie gebruikt.

8 Kleine diameter leidingen hebben de grootste kans op CUI lekkages

Nadat het beschermende organische verfsysteem defect geraakt is wordt het koolstofstaal aangetast door CUI met een gemiddelde corrosie snelheid van 0.5 mm/a. Data van NPI toont aan dat kleine leidingen, die ook de kleinste wanddikte hebben het snelste CUI lekkages vertonen. Vaak zijn deze kleine leidingen ook volledig op montage gemaakt en voorzien van een slechter verfsysteem.

Voor kleine diameter leidingen, dwz kleiner dan 2" (50 mm) in kritische service is het te overwegen om de leidingen in roestvaststaal uit te voeren aangezien de meerkosten t.o.v. geschilderd en geïsoleerd koolstofstaal gering is, kan oplopen tot ongeveer 25% meerprijs.

9 Referenties

1. The Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials - A System Approach; NACE Standard RP0198-2004.
2. Use of Aluminum Foil for Prevention Stress Corrosion Cracking of Austenitic Stainless Steel Under Thermal Insulation; J.A. Richardson , T. Fitzsimmons; ASTM-STP 880 ASTM 1985.

3. Protective Coating System Design For Insulated or Fireproofed Structures, P.A. Collins, J.F. Delahunt, D.C. Maatsch, ASTM STP880 ASTM 1985.
4. A Strategy for Preventing Corrosion Under Insulation of Pipeline in the Petrochemical Industry, B.J. Fitzgerald and Dr S. Winnik, Journal of Protective Coatings & Linings, April 2005.
5. Factors Affecting Corrosion of Carbon Steel Under Thermal Insulation, Peter Lazar III, ASTM-STP 880 ASTM 1985
6. Development of Risk Assessment and Inspection Strategies For External Corrosion Management - K.E. McKinney, F.J.M. Busch, A. Blaauw, A. Etheridge; NACE Corrosion 2005, Paper 05557.
7. Verslag Werkgroep "Corrosie Onder Isolatie" van de "Contactgroep Corrosie van de Nederlandse Processindustrie" J.H.P. Thiellier, Augustus 1985.
8. Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing an Overview, J.F. Delahunt, NACE Corrosion 2003, Paper 03022.
9. Issues Surrounding Insulated Austenitic SS and Cracking Under Thermal insulation - Refinery Experience in Tropical Environments, J.P. Richert, NACE Corrosion 2003, Paper 03026
10. Strategies to Prevent Corrosion Under Insulation in Petrochemical Industry Piping; B.J. Fitzgerald, P. Lazar, R.M. Kay, S. Winnik; NACE 2003, Paper 03029,
11. Advanced NDE Methodes of Inspecting Insulated Vessels and Piping for ID Corrosion and Corrosion Under Insulation; R.W. Pechacek; NACE Corrosion 2003, Paper 03031.
12. Addressing Corrosion Under Insulation - A Coating and Insulation Contractor's Perspective; J.B. Henley, NACE Corrosion 2003, Paper 03034.
13. Corrosion Under Insulation New Approaches to Coating & Insulation Materials; M.J. Mitchell; NACE Corrosion 2003, Paper 03036.
14. The Problem of Corrosion Under Thermal Insulation; T. Bovard, NACE Materials Performance, June 2002.
15. U.S. Army Corps of Engineers, Thermal Spraying: New Construction and Maintenance; EM 1110-2-3401-29 January 1999.
16. Corrosion Under Thermal Insulation, R. Norsworthy and P.J. Dunn, NACE MP September 2002.
17. Preventing Corrosion under Insulation in Chemical Manufacturing Facilities, B Rutherford, July 1998 Journal of Protective Coatings & Linings.
18. Inorganic Zinc Primers under Insulation, Problem Solving Forum January 1985, Journal of Protective Coatings & Linings.
19. Effect of Distance from Sea on Atmospheric Corrosion Rate, S. Feliu and M. Morcillo, NACE Corrosion 1999, page 889.