



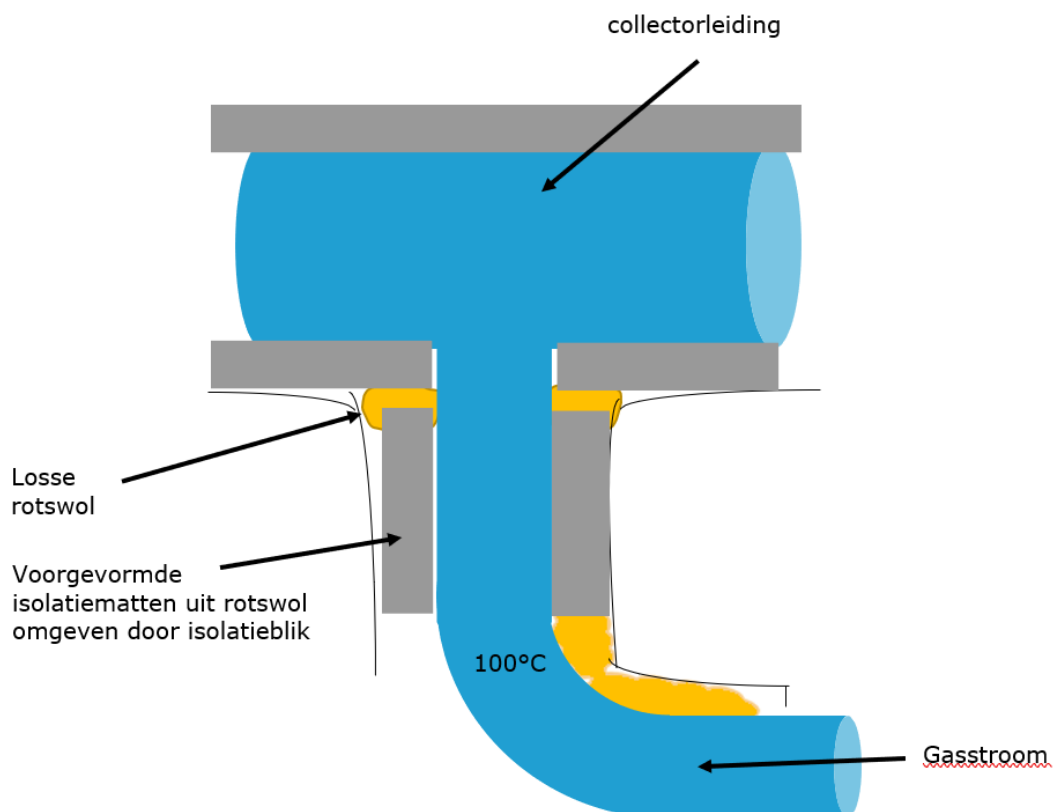
Brand na lek veroorzaakt door corrosie onder isolatie

Aan een luchtgekoelde warmtewisselaar van een meertrapscompressor voor een ontvlambaar gas deed zich een lek voor. Het gas kwam vrij onder hoge druk en temperatuur en ontstak met een brand tot gevolg. Het lek werd veroorzaakt door corrosie onder isolatie als gevolg van condensatie van waterdamp die geproduceerd werd op een lager gelegen deel van de leiding.

Beschrijving van de installatie

Het lek ontstond in een DN100 leiding van een luchtgekoelde warmtewisselaar waarin een gasstroom komende van de compressor werd gekoeld. De gasstroom bestond ongeveer voor 75 mol% uit waterstof en had een temperatuur van 100°C en een druk van 97 bar.

De leiding bestond uit koolstofstaal en was geïsoleerd met rotswol matten omgeven door metalen schalen (isolatieblik). Ter hoogte van de overgang tussen de isolatiematten van enerzijds de verticale leiding en anderzijds de horizontale collectorleiding was losse rotswol aangebracht.



Relaas van de feiten

In één van de verticale pijpleidingen, richting de ingang van de luchtkoeler, die intact op de horizontale collectorleiding ontstond een lek waardoor het gas vrijkwam. Het vrijgekomen gas is ontstoken en er volgde een brand. De brand werd snel onder controle gebracht door het stilleggen van de compressor en het ontspannen van het gassysteem naar de fakkel. Het systeem werd aansluitend vrij gemaakt van brandbare stoffen door spoeling met stikstof. De brand veroorzaakte enkel materiële schade.

Na de brand werd er in het bovenste deel van de leiding waarin het lek optrad, lokaal ernstige uitwendige corrosie vastgesteld, vlak onder de aftakking op de bovenliggende collectorleiding. Door sterke lokale wanddikteafname ontstond een gat in de leiding met een diameter van ongeveer 5 cm. Rond het lek werd een dikke laag roest aangetroffen. De resterende wanddikte ter hoogte van het lek was nog ongeveer 1 mm. De DN100-leiding was oorspronkelijk 2,3 mm dik.



Oorzaak van het lek

Het lek werd veroorzaakt door externe corrosie van het type 'corrosie onder isolatie' (CUI). Er waren geen interne corrosiemechanismen die aanleiding konden geven tot wanddikteafname (hetgeen ook bevestigd werd door wanddiktemetingen in de delen van de leidingen die geen externe corrosie vertoonden).

De omstandigheden waarbij CUI zich kan manifesteren, waren hier aanwezig¹:

- Een koolstofstalen leiding bedreven op een temperatuur tussen -12°C en 175°C , specifiek binnen de kritische zone tussen 77°C en 110°C ²

¹ Volgens API 574: 7.4.4.1 *Insulated Piping Systems Susceptible to CUI*

² Volgens API RP 583: Corrosion Under Insulation and Fireproofing

- Een geïsoleerde leiding met mogelijkheid tot waterindringing (zie verder)
- De verlaag van de leiding was van lage kwaliteit, in het bijzonder ter hoogte van de lussen

CUI was als potentieel corrosiemechanisme geïdentificeerd maar niet op die locatie, omdat men daar geen accumulatie van vocht verwachtte. Bij steekproeven op gelijkaardige locaties werd in het verleden nooit CUI vastgesteld. Een belangrijke vraag in het onderzoek was dus de oorsprong van het water op de plaats van het lek.

In het algemeen kan waterindringing ontstaan door openingen of spleten in de metalen bekleding rond de isolatie. Waterindringing langs de bovenzijde van de leiding (dus boven de locatie waar het lek is opgetreden) werd echter als onwaarschijnlijk beschouwd:

- De isolatie op de andere leidingen van de warmtewisselaar is in goede staat en vertoont geen mogelijke bronnen van waterindringing.
- Bij voorgaande inspecties naar CUI zijn ter hoogte van de lek geen locaties met een verhoogd risico op het voorkomen van CUI (zogenaamde 'CUI susceptible locations') vastgesteld.
- De naden tussen de isolatiebeplating bevinden zich niet boven de locatie waar het lek optrad.

Bovendien werd verwacht dat bij waterindringing langs boven, de corrosie zich zou manifesteren aan de onderste bocht van de leiding (het laagste punt met mogelijke wateraccumulatie).

In tegenstelling tot deze algemene verwachting ontstond de corrosie onder isolatie op het bovenste deel van de verticale leiding.

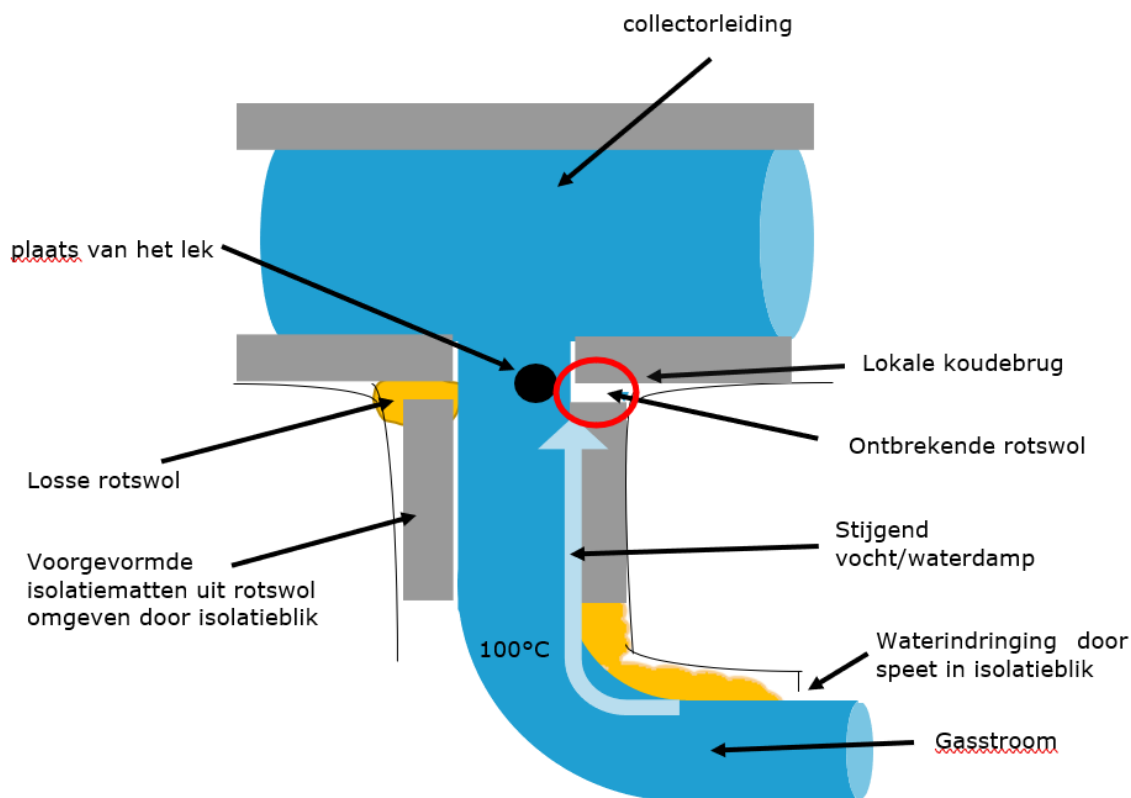
Waterindringing langs de onderzijde (dus onder de locatie waar het lek is opgetreden) was wel mogelijk via de overgang tussen het geïsoleerde deel van de leiding en het niet-geïsoleerd deel van de leiding. Bij deze overgang was een spleet in het isolatieblik aanwezig.

De meest waarschijnlijke hypothese die werd weerhouden om te verklaren waarom deze waterindringing aanleiding gaf tot het ontstaan van CUI op het hoger gelegen deel van de leiding, is het verdampen van het ingesijpelde water onderaan de leiding en het condenseren van deze waterdamp door de aanwezigheid van een koudebrug in de isolatie ter hoogte van de locatie van het lek.

De verdamping van het ingesijpelde water was mogelijk door de hoge temperatuur van de leiding ter hoogte van de onderste bocht.

Het opnieuw condenseren van de waterdamp hogerop kan verklaard worden door het gebrek aan isolatie tussen de isolatiematten van enerzijds de verticale leiding en anderzijds de horizontale collectorleiding. Hierdoor ontstond ter hoogte van deze overgang lokaal een koudebrug in de isolatie waarbij de waterdamp in de isolatie condenseert en aanleiding gaf tot corrosie.

Dit mechanisme wordt verduidelijkt op de volgende afbeelding:



Inspectieprogramma

Het bedrijf beschikt over een CUI-inspectieprogramma. De identificatie van CUI-vatbare locaties ('CUI susceptible locations') is een onderdeel van dit inspectieprogramma. De betrokken leiding maakte deel uit van een leidingskring die voor het incident werd onderworpen aan een identificatie en evaluatie i.v.m. het risico op CUI. Na aanleiding van deze analyse werd een visuele inspectie op leidingskring uitgevoerd om de CUI-vatbare locaties te identificeren. Hierbij zijn 3 mogelijke locaties geïdentificeerd doch niet ter hoogte van het leidingstuk waar het lek zich voordeed.

Bij één van de weerhouden locaties (een bocht) werd ook effectief afgeïsoleerd waarbij plaatselijk zware corrosie en wanddikteafname werd vastgesteld. De vastgestelde schade werd hersteld maar het onderzoek naar het voorkomen van CUI werd echter niet uitgebreid door het afisoleren van bijkomende CUI-vatbare locaties.

Na het incident is ook bij een andere verticale pijpleiding onder de collectorleiding CUI vastgesteld, gelijkaardig aan de CUI die zich manifesteerde bij de leiding die aanleiding gaf tot het lek. Ook bij deze locatie waren er aanwijzingen van waterindringing aan de onderzijde van de leiding.

Noodzaak tot isoleren

Bij het onderzoek van het incident bleek dat de isolatie van de betrokken leiding niet werd aangebracht vanuit het thermisch oogpunt maar wel als akoestische isolatie alsook voor personenbeveiliging (verhinderen van de aanraking van hete oppervlakken). Voor personenbeveiliging bestaan alternatieve oplossingen (bijv. geperforeerde beschermingskooien rond de leiding). Na het verwijderen van een deel van de isolatie bleek de bijkomende geluidsoverlast bovendien erg beperkt.

De isolatie van de volledige leidingskring werd dan ook verwijderd zodat CUI volledig kan uitgesloten worden.

Lessen

- De locatie waar CUI zich voordoet, bevindt zich niet noodzakelijk ter hoogte van de plaats van de waterindringing. Het water kan zich binnen de isolatie verspreiden (bijv. in de vorm van waterdamp).
- Koudebruggen in de isolatie kunnen zorgen voor lokale condensvorming en de vorming van CUI
- Specifieke aandacht dient besteed te worden aan de waterdichte afwerking bij de overgang van een geïsoleerd deel van de leiding naar een niet-geïsoleerd deel van de leiding.
- Overweeg het verwijderen van isolatie indien niet noodzakelijk vanuit thermisch oogpunt.
- Indien bij het afisoleren CUI wordt vastgesteld, dient het onderzoek uitgebreid te worden en dienen bijkomende inspectiepunten afgeïsoleerd te worden.
- Een goed aangebrachte, kwalitatieve verflaag van de leiding (ook ter hoogte van de lassen) is belangrijk om CUI te beperken.

Deze nota verschijnt in de reeks "Lessen uit ongevallen". In deze reeks worden incidenten en ongevallen beschreven die zich in Belgische Seveso-bedrijven voordeden en onderzocht werden door de Afdeling van het toezicht op de chemische risico's. De bedoeling van deze nota's is het toegankelijk maken van lessen uit deze incidenten en ongevallen voor een groot publiek.

Deze nota werd opgesteld in samenspraak met het bedrijf waar het incident of ongeval zich voordeed. Om redenen van privacy en confidentialiteit werden gegevens die een identificatie van het betrokken bedrijf mogelijk maken en die niet nodig zijn voor de duidelijkheid van de lessen, niet opgenomen in de tekst (zoals de plaats en datum van het ongeval en bepaalde technische gegevens van de installatie).

Meer "Lessen uit ongevallen" en informatie over preventie van zware ongevallen vindt u op: www.werk.belgie.be/nl/acr

Deze nota mag vrij verspreid worden op voorwaarde dat het om de volledige nota gaat.

Cette note est aussi disponible en français.

Kenmerk: CRC/ONG/052-N

Verantwoordelijke uitgever: FOD Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg

Redactie afgesloten op 13 april 2023.