

LASSEN TENIETGEDAAN DOOR CORROSIË

SCHADEGEVALLEN EN AANBEVELINGEN

Het komt vaak voor dat schadegevallen van gelaste constructies samengaan met corrosie. Hierbij kan de vraag gesteld worden of de oorzaak dan de corrosie is, of is de foutoorzaak te zoeken in het concept of uitvoering van de las. Het Belgisch Instituut voor Lastechniek doet schadeanalyses van lassen, en richt zich nu ook specifiek naar schadeanalyses van corrosie. Dit geeft meer inzicht in de types van corrosie, de oorzaken en aanbevelingen ter preventie. Dit artikel bespreekt enkele schadegevallen van corrosie die samengaan met lassen. Er worden ook aanbevelingen gegeven voor een goed ontwerp en een goede uitvoering van de laswerken.

 Dr. ir. Nele Van Caenegem, BIL

CONCEPT

De corrosieschade begint reeds aan de tekeningtafel. De ontwerper moet rekening houden met de omgevingscondities en een goede materiaalkeuze maken. Ook in de combinatie van materialen moet hij het risico op galvanische corrosie in gedachten houden. In het ontwerp moeten hoeken en ogen, waarin zich vuil en water kan ophopen, vermeden worden (**Figuur 1**). Het is beter een schuin aflopende vorm te gebruiken. Het risico van vuilophoping wordt ook verkleind door afgeronde hoeken. Stilstaand water in een gootje kan voorkomen worden door een helling te gebruiken of afvoergaten te voorzien. In constructies kan condens vermeden worden door ventilatie te voorzien. De ontwerper dient in gedachten te houden dat elke hoek en bocht goed bereikbaar moet zijn voor latere inspecties, voor eventuele verflagen of mogelijke vervangingen. Scherpe bochten of vernauwingen dienen vermeden te worden bij leidingen die gassen of vloeistoffen transporteren. Het ontwerp van de las is ook van belang: de keuze van een hoeklas, een stompe las, volledige of onvolledige penetratie. Spleten in de las kunnen leiden tot versnelde

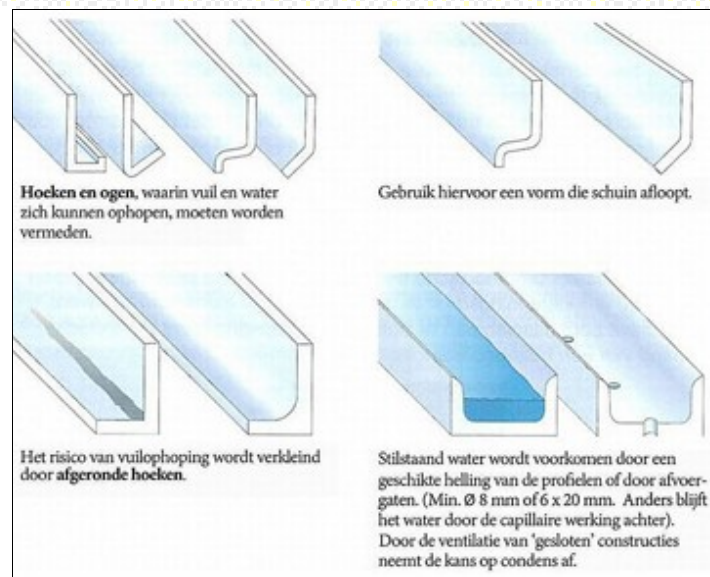
corrosie (**Figuur 2**). Daarom is een volledige doorlassing beter dan een hoeklas. Bij een overlaps dient de tegenzijde ook dichtgelast te worden.

UITVOERING

Na het concept moet erop toegezien worden dat de materiaalkeuze overeenkomt met het geleverde materiaal. Het komt vaker voor dat men denkt een AISI 316 te gebruiken, maar er is een AISI304 geleverd. De aankoper kan omwille van kostenbesparing of beschikbaarheid een andere keuze gemaakt hebben dan de ontwerper. De laskwaliteit kan ook aan de basis liggen van mogelijke toekomstige corrosieproblemen. Ruwe lassen en kraters/porositeiten in de las geven aanleiding tot versnelde corrosie door het veroorzaken van turbulenties, erosie, ophopingen ... Een nabewerking van de las, zoals vlaklijpen, beitsen en passiveren bij rvs, beperkt de kans op corrosie. Een visuele controle van de las kan het risico reeds weergeven, vóór ingebruikname van de gelaste constructie.

GBRUIK

Er moet bij het gebruik ook op toegezien worden dat de



Figuur 1: conceptuele aanbevelingen

gebruiksomstandigheden zoals bekeken bij het ontwerp, ook gerespecteerd blijven. Het komt vaker voor dat men temperaturen, drukken of snelheden opdrijft om tot een beter procesrendement te komen, dit ten koste van de installatie. Hieronder bespreken we enkele cases.

FOUTIEF CONCEPT

Spleetcorrosie

Passiveerbare metalen (zoals rvs) zijn gevoeliger aan spleetcorrosie dan gewoon constructiestaal (koolstofstaal). **Figuur 3** toont een doorsnede over de lasnaad van een rvs-boiler. Deze is geconstrueerd met een overlapsnaad, waarbij in de opstaande kant vuilophoping en waterstilstand ontstaat. Het is aan te bevelen een stompe lasnaad te gebruiken. Een ander voorbeeld van spleetcorrosie is bij het gebruik van puntlassen van twee platen op elkaar. In een corrosief milieu is het aangewezen een afdichtende las toe te passen.

Galvanische corrosie

Twee verschillende en aan elkaar gekoppelde metalen in een elektrolyet vormen een zogenaamd galvanisch koppel. Het minst edele zal versneld

corroderen. Contact (in een vloeistof) tussen een edel en onedel metaal dient vermeden te worden. Waar het toch moet, kan een isolatiemateriaal tussen beide toegepast worden. Wanneer direct contact onvermijdelijk is, dient het metaal met het kleinste oppervlak het meest edel te zijn.

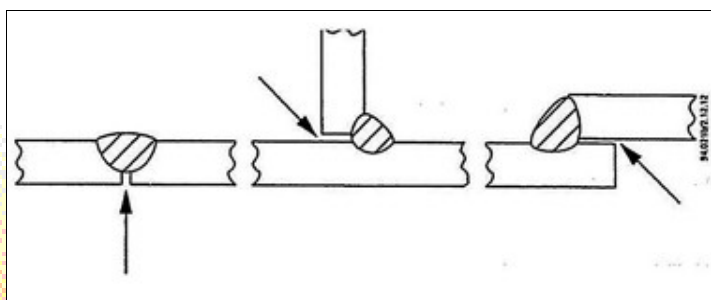
SLECHTE UITVOERING

Figuur 4 toont roestvorming langs de polijstlijnen op een rvs-plaat. Eenzelfde slijpschijf werd gebruikt voor het slijpen van gewoon koolstofstaal als voor het rvs. De ijzerdeeltjes op het rvs oppervlak beginnen te roesten, en tasten de passivatielaag van het rvs aan. Een bewerkingsatelier voor rvs dient gescheiden te zijn van verwerking van gewoon koolstofstaal. Op zijn minst dienen aparte tools gebruikt te worden.

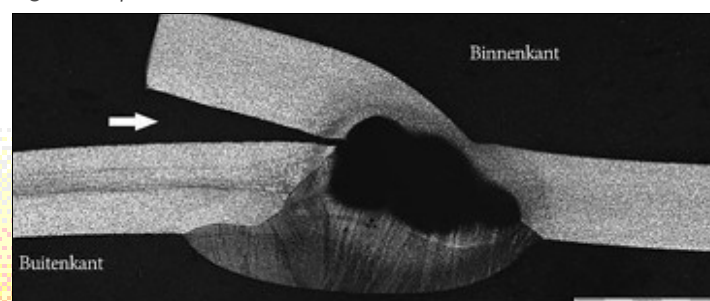
Impactcorrosie

Figuur 5 is ook een voorbeeld van corrosie veroorzaakt door slechte laskwaliteit. Er is een onregelmatige doorlassing te zien (geen doorlassing en overmaat aan materiaal). Dit veroorzaakt turbulenties van de vloeistof, en leidt tot impactcorrosie: aantasting van het materiaal net

Figuur 2: spleten bij lasontwerp



Figuur 3: spleetcorrosie in rvs-boiler



voorbij de lasnaad.

Interkristallijne corrosie

Bij opwarming van een austenitische rvs tussen 450°C en 850°C (of dus trage afkoeling bij het lassen) kunnen chroomcarbiden aan de korrelgrenzen gevormd worden. Hierdoor kan het Cr-gehalte in de korrels onder de 12% komen, hetgeen het minder corrosieresistent maakt. Dit kan aanleiding geven tot interkristallijne corrosie. Om deze vorm van corrosie te vermijden, kan de verblijfstijd in het kritieke temperatuursgebied geminimaliseerd worden. Gevormde carbiden kunnen bij een gloeibehandeling bij hoge temperatuur (1.020°C - 1.150°C) opnieuw opgelost worden, en door een snelle afkoeling kan de vorming van chroomcarbiden grotendeels vermeden worden. Daarnaast kan het gehalte aan koolstof in het rvs verlaagd worden (< 0,03%) zodat er geen carbiden kunnen gevormd worden: bv. een AISI 304L. Toevoeging van stabiliserende elementen (Ti, Nb) zal ook vermijden dat zich chroomcarbiden vormen. Er zullen eerder carbiden (en nitriden, carbo-nitriden) gevormd worden van Ti en Nb: bv. een AISI 316Ti.

Spanningscorrosie

Spanningscorrosie treedt op wanneer een gepaste combinatie van lasspanningen, milieu, materiaal en temperatuur aanwezig zijn. Afhankelijk van de combinatie milieu en metaal kunnen deze scheuren interkristallijn (langs de korrelgrenzen) of transkristallijn (dwars door de korrels) verlopen. De combinatie van lasspanningen en een verhoogde temperatuur kunnen in koolstofstaal in een caustisch milieu aanleiding geven tot interkristallijne spanningscorrosie (Figuur 6). In rvs kunnen spannings-scheuren transkristallijn lopen, veroorzaakt door chloriden bij een temperatuur hoger dan 60 °C. Een oplossing voor dit probleem is één van de vier parameters aanpakken (milieu, materiaal, temperatuur en spanningen). Lasspanningen kunnen verlaagd worden door een spanningsarmgloeibehandeling na het lassen.

FOUTIEF GEBRUIK

Uniforme corrosie

Uniforme corrosie komt vaak voor na een aanpassing van het milieu. Vaak gebeurt deze aanpassing zonder dat de gebruiker er goed beseft van heeft. Een voorbeeld is een koelinstallatie in rvs die reeds jaren goed dienst heeft gedaan.

Na een verhuis treden er lekken op in de installatie.

Het leidingnetwerk van de koelinstallatie was op de nieuwe locatie vervaardigd uit gewoon koolstofstaal.

Dit heeft opnieuw contaminatie gegeven op het rvs.

Een tweede voorbeeld is de

aanpassing van een gesloten watercircuit, dat arm is aan zuurstof, naar een open circuit. Het zuurstofhoudende water geeft uniforme corrosie op gewoon koolstofstaal.

Microbiologische corrosie

Microbiologische corrosie op rvs is een vorm die bij voorkeur optreedt aan ruwe lasnaden, of in de warmtebeïnvloede zone (WBZ). Enerzijds omdat de WBZ ook is nageslepen en een ruw oppervlak vertoont, anderzijds omdat de weerstand tegen corrosie verlaagd is in de WBZ door vorming van chroomcarbiden.

Deze vorm kan voorkomen in rvs-leidingen die na het lassen een druktest hebben ondergaan. Wanneer voor deze druktest water is gebruikt dat ijzer bevat (bv. putwater, water uit koolstofstalen leidingen) en de leiding achteraf niet werd gedroogd, kunnen ijzeroxiderende bacteriën enorme schade aanrichten. Aan het oppervlak kan slechts een kleine perforatie zichtbaar zijn, terwijl bij een langsdoorsnede weggevretten gangen kunnen zichtbaar zijn (Figuur 7a). Figuur 7b toont een metallografische dwarsdoorsnede die de kleine perforatie aan het oppervlak toont en de grotere krater onder het oppervlak.

Om deze vorm te vermijden is het aangewezen om na de druktest, het materiaal goed te drogen. Wanneer deze vorm optreedt, kan de corrosie stopgezet worden door het systeem op te warmen tot 60 °C, en het medium (dat de ijzeroxiderende bacteriën bevat) over een uv-filter te laten lopen.

CONCLUSIE

Bovenstaande schadegevallen tonen dat het van belang is het risico op corrosie steeds in gedachten te houden, in elke stap van de constructie.

Het begint bij het ontwerp waar een gepaste materiaalkeuze moet gemaakt worden en waar een goede lasnaad geometrie moet voorgesteld worden.

Reeds visueel kan bij de controle van de laskwaliteit met een kritisch oog het risico op corrosie ingeschat worden.

De uitvoering van laswerkenzaamheden dient zorgvuldig te gebeuren, waarbij voorgeschreven voorwarm-temperaturen, afkoelnelheden, warmtebehandelingen (PWHT) ... dienen gerespecteerd te worden. □

Figuur 4: ijzercontaminatie op het rvs

Figuur 5: impact corrosie

Figuur 6: interkristallijne spanningscorrosie

Figuur 7a: macrofoto van een doorsnede van de plaat

Figuur 7b: metallografische dwarsdoorsnede

