

# Lassen tenietgedaan door CORROOSIE

SCHADEGEVALLEN VAN GELASTE CONSTRUCTIES GAAN VAAK SAMEN MET CORROOSIE. HIERBIJ RIJST DE VRAAG OF DE OORZAAK DE CORROOSIE ZELF IS, OF HET CONCEPT OF UITVOERING VAN DE LAS. HET BELGISCH INSTITUUT VOOR LASTECHNIEK (BIL) DOET SCHADEANALYSES VAN LASSEN, EN RICHT ZICH NU OOK SPECIFIEK OP SCHADEANALYSES VAN CORROOSIE. DIT GEEFT MEER INZICHT IN DE TYPES VAN CORROOSIE, DE OORZAKEN EN AANBEVELINGEN TER PREVENTIE. DIT ARTIKEL BELICHT ENKELE SCHADEGEVALLEN VAN CORROOSIE DIE SAMENGAAN MET LASSEN. BOVENDIEN WORDEN ER AANBEVELINGEN GEGEVEN VOOR EEN GOED ONTWERP EN EEN GOEDE UITVOERING VAN DE LASWERKEN.

ir. Nele van Caenegem IBS-BIL

**C**orrosieschade begint al aan de tekeningtafel. De ontwerper moet rekening houden met de omgevingscondities en een goede materiaalkeuze maken. Ook in de combinatie van materialen moet men het risico op galvanische corrosie in gedachten houden. In het ontwerp moeten hoeken en ogen waarin zich vuil en water kan ophopen, worden vermeden. 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 worden voorkomen door een helling te gebruiken of met afvoergaten. In constructies kan condens worden vermeden door ventilatie. De ontwerper moet in gedachten houden dat elke hoek en bocht goed bereikbaar moeten zijn voor latere inspecties, eventuele verflagen of mogelijke vervangingen. Scherpe bochten of vernauwingen moeten worden vermeden 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

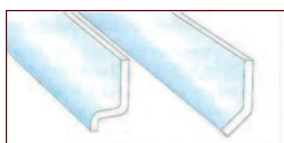
versnelde corrosie (figuur 2). Daarom is een volledige doorlassing beter dan een hoeklas. Bij een overlappas moeten beide kanten worden dichtgelast.

## Uitvoering

Na het concept moet er op worden toegezien dat het geleverde materiaal overeenkomt met de oorspronkelijke keuze. Het komt bijvoorbeeld regelmatig voor dat men denkt een AISI 316 te gebruiken, terwijl er in werkelijkheid een AISI 304 is geleverd. De uitvoerder kan omwille van kostenbesparing of beschikbaarheid een andere keuze hebben gemaakt dan de ontwerper. De laskwaliteit kan ook aan de basis liggen van mogelijke toekomstige corrosieproblemen. Ruwe lassen, kraters en porositeiten in de las geven aanleiding tot versnelde corrosie door het veroorzaken van turbulenties, erosie en ophopingen. Een nabewerking van de las, zoals vlakslijpen, beitsen en passiveren bij RVS, beperkt de kans op corrosie. Een visuele controle van de las kan het risico al weergeven, vóór ingebruikname van gelaste constructie.



Hoeken en ogen waarin vuil en water zich kunnen ophopen moeten worden vermeden.



Gebruik hiervoor een vorm die schuin afloopt.



Het risico van vuilophoping wordt verkleind door afgeronde hoeken.

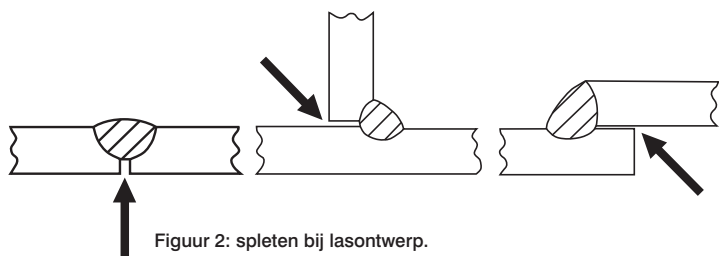


Stilstaand water wordt voorkomen door een geschikte helling van de profielen of door afvoergaten (min. ø 8 mm of 6 x 20 mm, capillaire werking). Door ventilatie van 'gesloten' constructies neemt de kans op condens af.

Figuur 1: aanbevelingen in het ontwerp (links fout, rechts goed)

### Gebruik

Er moet bij het gebruik ook op worden toegezien dat de gebruiksomstandigheden zoals bekeken bij het ontwerp, ook gerespecteerd blijven. Het komt voor dat men temperaturen, drukken of snelheden opdrijft om tot een hoger procesrendement te komen, ten koste van de installatie. Hier bespreken we enkele cases.



Figuur 2: spleten bij lasontwerp.

### Foutief concept

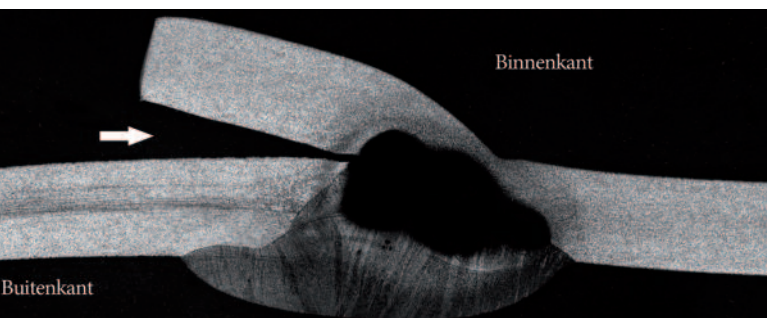
#### Spleetcorrosie

Passiveerbare metalen (zoals RVS) zijn gevoeliger voor spleetcorrosie dan gewoon constructiestaal (koolstofstaal).

Figuur 3 toont een doorsnede over de lasnaad van een RVS-boiler. Deze is geconstrueerd met een overlapnaad, waarbij in de opstaande kant vuilophoping en waterstilstand ontstaat. Het is verstandig om 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 raadzaam om een afdichtende las toe te passen.

#### Galvanische corrosie

Twee verschillende en aan elkaar gekoppelde metalen in een elektrolyet vormen een galvanisch koppel. Het minst edele metaal zal versneld corroderen. Contact (in een vloeistof) tussen een edel en onedel metaal moet worden vermeden. Waar het toch moet, kan een isolatiemateriaal tussen beide worden toegepast. Wanneer direct contact onvermijdelijk is, moet het metaal met het kleinste oppervlak het meest edel zijn.



Figuur 3: spleetcorrosie in RVS-boiler

### Slechte uitvoering

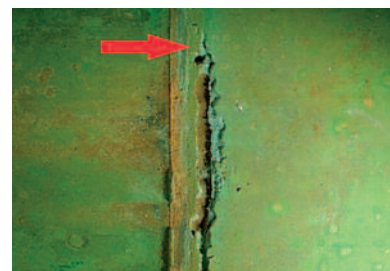
Figuur 4a toont roestvorming langs de polijstlijnen op een RVS-plaat. Eenzelfde slijpschijf werd gebruikt voor het slijpen van gewoon koolstofstaal als voor het RVS. De ijzerdeeltjes op het RVS oppervlak beginnen te roesten, en tasten de passivatielaag van het RVS aan. Een werkplaats voor RVS moet gescheiden zijn van verwerking van gewoon koolstofstaal. Op zijn minst moeten aparte gereedschappen worden gebruikt.



Figuur 4a: ijzercontaminatie op het RVS

#### Impactcorrosie

Figuur 4b 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 voorbij de lasnaad.



Figuur 4b: impact corrosie

#### 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 worden gevormd. Hierdoor kan het Chroom gehalte in de korrels onder de 12 procent 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 worden geminimaliseerd. Gevormde carbiden kunnen bij een gloeibehandeling bij hoge temperatuur (1020°C tot 1150°C) opnieuw worden opgelost en door een snelle afkoeling kan de vorming van chroomcarbiden grotendeels worden vermeden. Daarnaast kan het gehalte aan koolstof in het RVS worden verlaagd (<0.03 procent) zodat er geen carbiden kunnen worden gevormd

(bijvoorbeeld 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: vb 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 (figuur 5). De combinatie van lasspanningen en een verhoogde temperatuur kunnen in koolstofstaal in een bijtend milieu, aanleiding geven tot interkristallijne spanningscorrosie. In een RVS staal kunnen spanningscheuren 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 worden verlaagd door een spanningsarm te gloeien 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 jaren prima heeft gefunctioneerd. Na een verhuizing 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 is verlaagd 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 en de leiding erna niet werd gedroogd, kunnen ijzeroxiderende bacteriën enorme schade aanrichten. Aan het oppervlak kan slechts een kleine perforatie zichtbaar zijn, terwijl bij een langsdoorsnede weggevreten gangen zichtbaar kunnen zijn (figuur 6a).

Figuur 6a: macrofoto van een dwarsdoorsnede van de plaat



Figuur 6b 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 verstandig om na de druktest, het materiaal goed te drogen. Wanneer deze vorm optreedt, kan deze vorm van corrosie worden stopgezet door het systeem op te warmen tot 60°C, en het medium (dat de ijzeroxiderende bacteriën bevat) over een UV filter te laten lopen.

Figuur 6b: metallografische dwarsdoorsnede



### 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 worden gemaakt en waar een goede lasnaadgeometrie moet worden voorgesteld. Bij de controle van de laskwaliteit kan visueel, met een kritisch oog, het risico op corrosie worden ingeschat. De uitvoering van laswerken moet zorgvuldig gebeuren, waarbij voorgeschreven voorwarmtemperaturen, afkoelnelheden en warmtebehandelingen (PWHT) moeten worden gerespecteerd.

Figuur 5: interkristallijne spanningscorrosie

