

Courante schadefenomenen bij roestvast staal

i Belgisch Instituut voor Lastechniek (BIL)
Jens Conderaerts

Roestvast staal (RVS) wordt breed toegepast door zijn goede corrosieweerstand in diverse omgevingen. Niettemin zijn sommige omstandigheden nefast voor roestvast staal. Aan de hand van enkele case studies lichten we mogelijke problematische omgevingen toe.

INLEIDING: WAT IS ROEST- VAST STAAL?

Per definitie is roestvast staal een staal met minimum 10,5 gew.% chroom (Cr) en maximum 1,2 gew.% koolstof (C) (Bron: NBN EN 10088-1 (2014)). Dankzij de aanwezigheid van chroom vormt roestvast staal een passieve film van chroomoxide (Cr_2O_3) op het oppervlak. Bij beschadiging zal de film zich herstellen: een zelfherstellend effect met name.

Naar microstructuur bestaan er diverse types, onder andere ferritische, austenitische, martensitische en duplex (austenitisch-ferritisch) RVS. Tabel 1 geeft enkele voorbeelden van mogelijke RVS-types. De austenitische types zijn doorgaans meest bekend, met types 304 en 316 – met Molybdeen (Mo) gelegeerd – als typevoorbeelden.

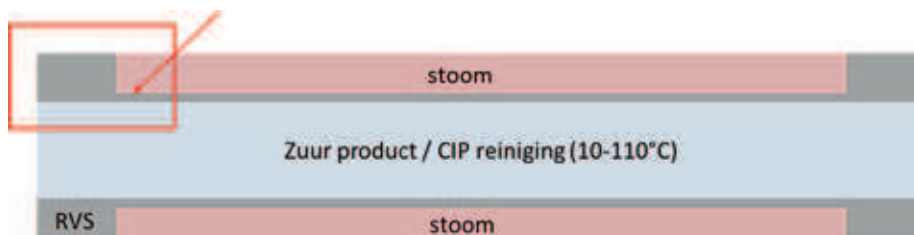
Toepassingen van RVS worden gevonden in de atmosfeer en in de industrie. Jammer genoeg treedt in sommige situaties plots falen op. Het BIL onderzoekt zo'n 100 schadegevallen per jaar. De volgende case studies komen voort uit BIL-onderzoeken uit het verleden.

CASE STUDY: SPANNINGSCORROSIE BIJ AUSTENITISCH RVS

De eerste case betreft een buiswarmtewisselaar uit RVS 316(L) in de voedingsindustrie. Figuur 1 toont een situatieschets: aan de buitenzijde bevindt zich stoom om de binnenzijde op te warmen. Aan de binnenzijde stroomt aangezuurd product. Deze zijde wordt ook via Cleaning in Place

Type	Microstructuur	Samenstelling (max. gewichts %)				
		C	Cr	Mn	Ni	Mo
S20100 "201"	Austeniet	0,15	16 - 18	5,5 - 7,5	3,5 - 5,5	
S30400 "304"	Austeniet	0,08	18 - 20	2	8 - 10,5	
S31600 "316"	Austeniet	0,08	16 - 18	2	10 - 14	2 - 3
S40500 "405"	Ferriet	0,08	11,5 - 14,5	1		
S41000 "410"	Martensiet	0,15	11,5 - 13	1		
S31803 "2205"	Duplex	0,03	21 - 23	2	4,5 - 6,5	2,5 - 3,5

▲
Tabel 1: Voorbeelden van verschillende types roestvast staal met AISI-nummering naargelang microstructuur en bijhorende typische samenstelling.



▲
Figuur 1: Schematische weergave van buiswarmtewisselaar met producten aan binnen- en buitenzijde van het RVS. De rode pijl duidt de locatie met lek aan. De rode omkadering situeert het beeld in Figuur 2.

(CIP) gereinigd. Een lek werd vastgesteld. Een beeld van de lekzone wordt getoond in Figuur 2 en Figuur 3. Metallografisch onderzoek toont beduidende putvormige aantastingen en diverse vertakte scheuren (Figuur 4). De corrosieproducten bestaan in hoofdzaak uit chroomoxides en vertonen aanwezigheid van chlorides.

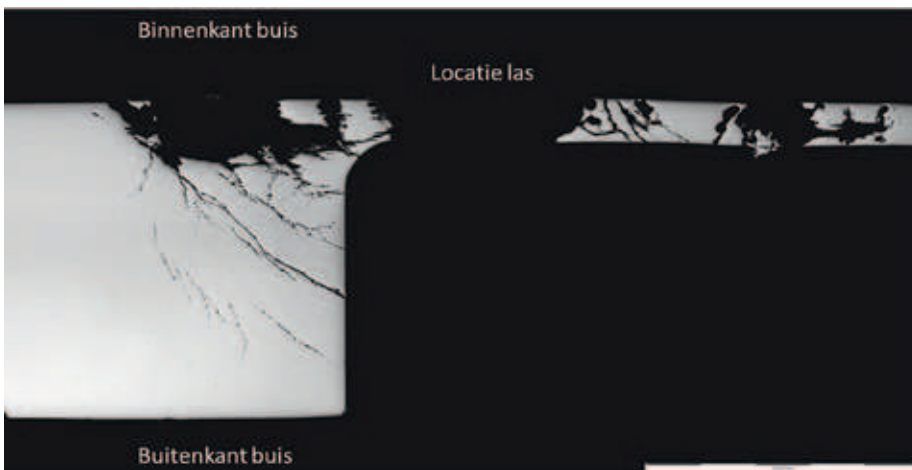


▲
Figuur 2: Macroscopisch beeld van gefaalde zone (zijde stoom)

Uit de vaststellingen blijkt dat het onderdeel gefaald is door putcorrosie in combinatie met spanningscorrosie bij roestvast staal. Spanningscorrosie bij austenitisch RVS kan zich voordoen als drie condities tegelijk voldaan zijn: een combinatie van een gevoelig materiaal (austenitisch RVS)



▲
Figuur 3: Macroscopisch beeld van gefaalde zone (zijde aangezuurd product / CIP). De rode lijn duidt de positie aan van metallografisch onderzoek.



Figuur 4: Metallografisch beeld over zone met lek. Diverse putvormige aantastingen en meerdere scheuren zijn zichtbaar. De aantasting startte aan de binnenkant van de buis.

onderhevig aan trekspanningen (bijvoorbeeld residuele spanningen na het lassen) bij een temperatuur hoger dan 50°C en aanwezigheid van chlorides.

Het fenomeen kan zich ook voordoen aan de buitenzijde van geïsoleerde RVS reservoirs, waar chlorides afkomstig zijn van het isolatiemateriaal. Men spreekt dan ook wel eens van Corrosie onder Isolatie (Corrosion Under Isolation: CUI).

Spanningscorrosie kan vermeden worden door elimineren van één van de drie voorwaarden. Een ander materiaal kan gekozen worden dat niet of minder gevoelig is aan SCC, bijvoorbeeld titanium, nikkellegering, koolstofstaal, kunststof,... In geval van CUI zal vaak geopteerd worden om de buitenzijde te bedekken met aluminiummetallicatie (Thermal Sprayed Aluminium). Een andere optie is de omgeving wijzigen. De hoeveelheid benodigde chlorides voor SCC is echter relatief weinig, waardoor het soms onmogelijk is om in een veilige situatie te zitten. Een derde optie is om de aanwezige trekspanningen te verwijderen, bijvoorbeeld door een warmtebehandeling van de gelaste zone.

CASE STUDY: MICROBIOLOGISCH BEÏNVLOEDE CORROSIE (MIC) BIJ RVS

Een ander schadefenomeen werd vastgesteld op de bodem van een dubbelwandig vat, bedoeld om voedingsmiddelen op temperatuur te bewaren (Figuur 5). De dubbele wand was gevuld met stadswater. Diverse lekken traden op. Een detailbeeld

toont de roodbruine corrosieproducten rondom een kleine perforatie aan het oppervlak (Figuur 6). Metallografisch onderzoek toont de grote holte onder de kleine perforatie aan het oppervlak (Figuur 7). De corrosieproducten bevatten in hoofdzaak ijzer- en chroomoxides. Chlorides worden hier niet opgemerkt. Via DNA-analyse van de corrosieproducten kon een hoge aanwezigheid van microbiologische activiteit worden aangetoond.

Het fenomeen wordt toegeschreven aan microbiologische beïnvloede corrosie (MIC) van roestvast staal. Dergelijk fenomeen kan tot snelle perforatie leiden, snelheden van 1 mm/maand zijn niet ongebruikelijk. Nadelig is verder het gebruik van gecontamineerd water (kanaalwater, putwater), en het gebrek aan stroming van

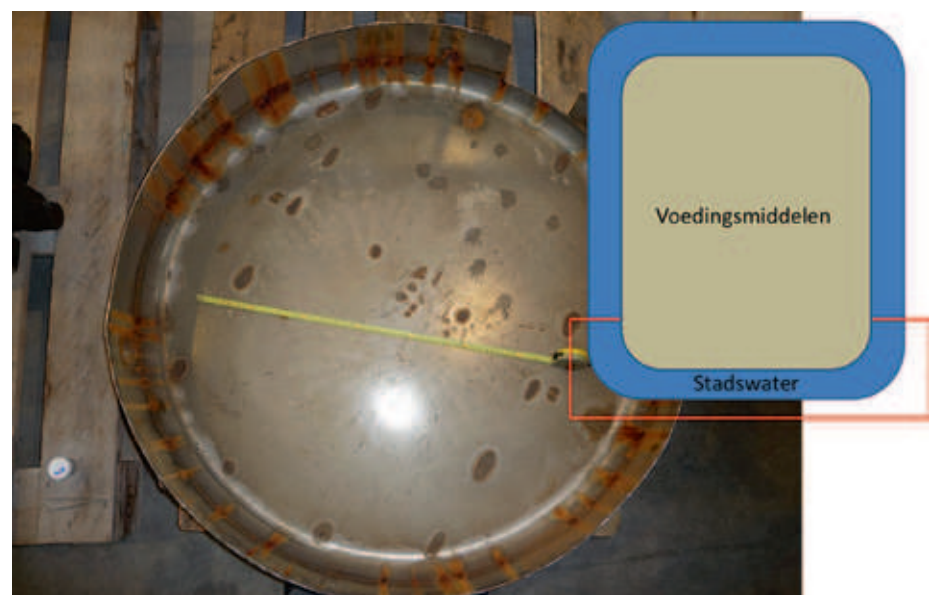
het water. De ideale temperatuur bedraagt zo'n 15 tot 30°C maar in principe kan dit ook bij temperaturen vanaf 5°C tot 60°C. Bij hogere temperaturen wordt doorgaans geen biofilm gevormd.

Het fenomeen doet zich vaak voor bij druktesten van RVS installaties, waar na laswerken een druktest wordt uitgevoerd om de mechanische integriteit aan te tonen. Na de druktest wordt het water niet of onvoldoende afgelaten, zodat stilstaand water achterblijft in de installatie. In het water kan MIC zich voordoen. Het wordt daarom ten sterkste aangeraden om proper water te gebruiken en na de druktest het water af te laten en de installatie te drogen.

Indien MIC wordt vastgesteld in een leidingssysteem is het aangewezen om de installatie te desinfecteren, bijvoorbeeld met biocidhoudende vloeistoffen. Een ander desinfecterend middel is een laag geconcentreerde oplossing van salpeterzuur. Bijkomend voordeel is dat eventueel aanwezige corrosieproducten kunnen verwijderd worden. Nadeel is de toxiciteit van deze vloeistof; dergelijke behandeling moet uitgevoerd worden door gespecialiseerde firma's en de gebruikte oplossingen moeten behandeld en waar nodig afgevoerd worden volgens de lokale regelgeving.

BESLUIT

Roestvast staal heeft in vele omstandigheden een uitzonderlijk goede corrosie-

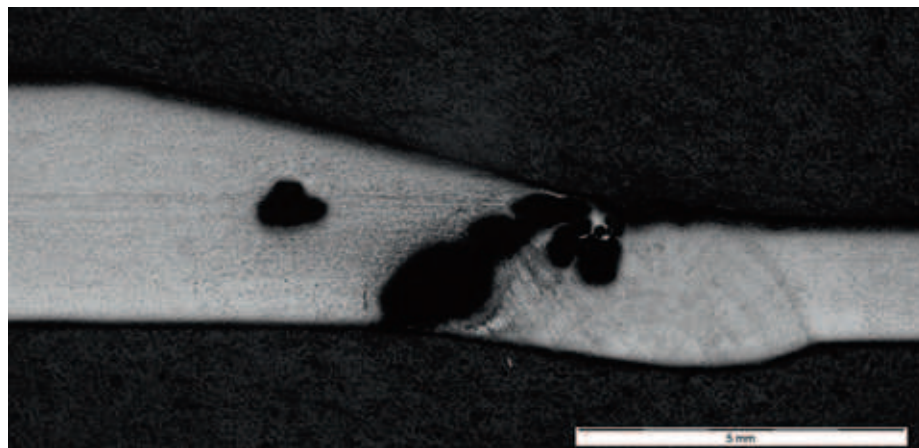


Figuur 5: Ontvangen onderdeel en situatieschets van dubbelwandig vat met aanduiding van ontvangen onderdeel (rood)



Figuur 6: Macroscopisch beeld van aantasting

weerstand. Verschillende fenomenen kunnen echter leiden tot plots en onverwacht



Figuur 7: Metallografische snede over het lek: Aantasting nabij de lasverbinding wordt vastgesteld.

falen, waaronder:

- Spanningscorrosie bij austenitisch RVS: een combinatie van trekspanningen, temperaturen doorgaans boven 50°C en chlorides.
- Microbiologisch beïnvloede corrosie bij RVS, veelal veroorzaakt door stilstaand en gecontamineerd water
- Perforatiesnelheid tot 1,5 mm / maand
- Bij druktesten: gebruik niet-gecontamineerd water en dreneer en droog onmiddellijk na afloop van de druktest

L'inox ne rouille pas? Un mythe qu'il faut combattre

i Chimiderouil
François-Xavier Holvoet

Même si le nom acier inoxydable peut prêter à confusion, il y a deux préjugés que nous souhaiterions éclaircir ici:

- l'inox est un seul et unique matériau
- l'inox ne rouille pas

En pratique, la situation est bien plus complexe que cela. D'une part, la notion d'acier inoxydable est bien plus vaste qu'un seul produit. Il y a une multitude d'aciers inoxydables qui devront être choisis en fonction de l'utilisation et de l'environnement dans lequel le matériau sera utilisé. D'autre part, bien que les aciers inoxydables présentent une meilleure résistance à la corrosion, ils ne sont toutefois pas totalement résistants à la corrosion et peuvent donc être détériorés suite à une mauvaise utilisation, une utilisation dans une atmosphère non adéquate ou un mauvais ou une absence de traitement avant mise en service

(décontamination, décapage, passivation chimique).

Cet article va essayer de baliser rapidement ces 2 sujets.

LE CHOIX DE L'INOX

Ce qui définit un inox est avant tout: une teneur en chrome supérieure à 10,5 % et une teneur en carbone inférieure à 1,2 %.

Rentrant dans de ces critères, un acier possède alors un caractère «auto-passivant», c'est-à-dire que sa surface va, au contact de l'atmosphère, former une couche d'oxyde de chrome qui va protéger le cœur du matériau de la corrosion. Cette couche protectrice est appelée la couche passive et elle a de plus la propriété de se



régénérer en cas d'endommagement de celle-ci.

En plus de ces critères de base, on peut bien entendu jouer sur d'autres paramètres afin de modifier l'épaisseur de cette couche, sa résistance, son pouvoir «auto-régénérant». On peut également privilégier d'autres propriétés du métal tel sa résistance mécanique, sa soudabilité.

On le voit donc, parler «simplement» de l'inox est un peu réducteur et en fonction des spécifications de votre projet, faire le bon choix de la nuance de l'acier aura un impact important sur le succès et la tenue dans le temps de celui-ci. Le choix de la nuance doit être un compromis entre résistance mécanique, chimique et prix bien entendu.

LE PROBLÈME DE CORROSION DE L'INOX

On l'a donc vu, les aciers inoxydables doivent leur résistance à la corrosion à la