

# Roestvast staal in relatie tot de gezondheid

Gezegd kan worden dat roestvast staal een veilig materiaal is voor mens en dier. Als zodanig is het niet nodig om een artikel te publiceren over het onderwerp zoals in de titel omschreven. Toch is het interessant om bepaalde zaken eens nader te bezien en kunnen we stellen dat er twee hoofdgroepen van eventuele bedreigingen zijn te weten een van binnenuit en een van buitenaf.

N.W. Buijs, Van Leeuwen Stainless

Roestvast staal is een algemeen begrip van alle RVS-soorten. Het aantal verschillende legeringen bedraagt vele honderden typen. Toch zijn voor de voedingssector slechts twee hoofdgroepen relevant en dat zijn de austenitische AISI 304- en 316-families. Deze twee 'werkpaarden' hebben door de jaren heen op dit gebied hun grote nut bewezen. Roestvast staal heeft een oppervlak dat bijzonder goed te reinigen is maar het geeft bacteriën en andere micro-organismen ook de kans om zich daar op te nestelen en daarom is het interessant eens wat dieper op deze materie in te gaan.

## Roestvast staal

Roestvast staal is een legering op ijzerbasis die een zekere vastheid geniet tegen corrosie mits men aan de voorwaarden voldoet. Het is bepaald niet onderhoudsvrij want het is geen edel metaal zoals goud of platina. Het gedraagt zich edel dankzij een afgesloten oxidehuid. Er gaat nog steeds veel materiaal verloren door foutieve materiaalkeuzes, verkeerde verwerkingsmethodes en vooral door onkunde. Roestvast staal is in principe een 'afgesloten hof' voor bestanddelen die uit willen treden of binnen willen dringen.

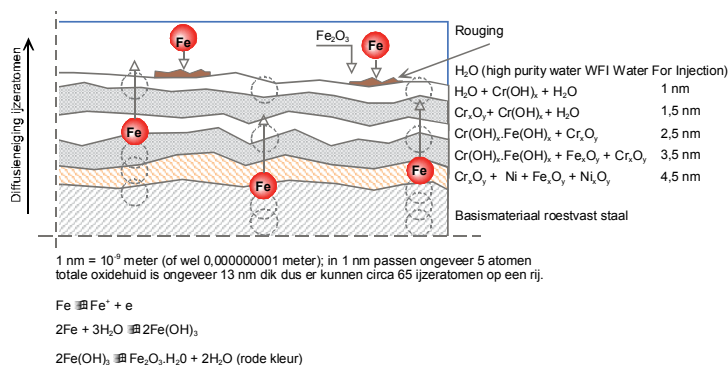
## Bedreigingen van binnenuit

Roestvast staal heeft een dichte gesloten oxidehuid van 10 tot 15 nanometer dik die veel complexer is opgebouwd dan men veelal aanneemt. Men zou deze huid een beetje kunnen vergelijken met de schil van een appel. Als deze schil verwijderd is dan oxideert het vruchtvlies van de appel in een rap tempo (zie afbeelding 1).



Afbeelding 1. Zoals een schil een appel beschermt tegen oxidatie zo zal de oxidehuid op roestvast staal het materiaal beschermen tegen corrosie en het uit treden van metaalatomen.

Met deze schil gebeurt dit niet en dat is op zich best opmerkelijk dat zo'n schilletje van slechts ongeveer 0,1 mm in staat is de appel te behoeden voor oxidatie. De schil vormt dus een goed afsluitend laagje dat inherent verbonden is aan het vruchtvlies c.q. substraat. Met roestvast staal is dit in feite ook het geval hoewel deze huid duizenden maal dunner is. Over het algemeen spreekt men bij roestvast staal over een chroomoxidehuid maar in de praktijk blijkt dit wat te simpel gesteld te zijn. Op afbeelding 2 ziet men dat deze oxidehuid wel uit vijf verschillende laagjes bestaat. De twee toplagen bevatten geen ijzerverbindingen en vormen de ultieme afsluiting zodat er geen metaalatomen uit kunnen treden. Indien deze huid mechanisch wordt beschadigd zal zuurstof ter plaatse zorgen voor een nieuwe oxidehuid waardoor roestvast staal zichzelf a.h.w. repareert. Toch blijkt dat deze absolute dichtheid bepaalde grenzen kent want bij zeer zuiver water komt er een merkwaardig diffusieproces op gang. Onder het zuivere water wordt veelal WFI-water en 'polished water' bedoeld. Eerstgenoemd watertype wordt vooral bereid voor injectievloeistoffen ten behoeve van de farmaceutische sector. Indien water hoogzuiver is dan is de opnamedrang van andere stoffen uitzonderlijk groot. Allerlei metaalatomen waaronder ijzer zullen bij een bepaalde temperatuur toch een weg weten te vinden om door de extreem dichte oxidehuid te dringen c.q. te diffunderen. Uitgetreden ijzeratomen oxideren dan en boven 60°C converteert dit in ijzerhydroxide en dat slaat als een rood depositie neer op het oppervlak. Dit noemt men in de praktijk 'rouging'.



Afbeelding 2. Schematische weergave van de oxidehuid waarbij ijzeratomen dankzij het WFI-water een weg naar buiten vinden.

Rouging is afgeleid van het Franse woord 'rouge' hetgeen rood betekent. Daarom moet men in de farmaceutische sector regelmatig 'derougen' om het blanke RVS-oppervlak weer terug te krijgen. Gelukkig doet zich dit probleem nagenoeg niet voor in de voedingssector tenzij men werkt met polished water. Toch is rouging het bewijs dat de oxidehuid van roestvast staal bepaalde grenzen heeft. Overigens wordt er al jaren gezocht om het rougingprobleem uit de wereld te helpen en wordt er enige vooruitgang geboekt door de oxidehuid te verdikken en te verdichten. Afgezien van enkele corrosietypen die door bedreigingen van binnenuit kunnen ontstaan zoals interkristallijne corrosie en lasbederf hoeft men verder eigenlijk niets te vrezan op dit gebied. Zelfs bekende metaallergieën zoals dat veroorzaakt kan worden door bijvoorbeeld nikkel zullen dankzij de dichte oxidehuid niet plaatsvinden. Ook mogelijke gevaren ten aanzien van giftige dampen zoals die ontstaan, kunnen door het metaal mangaan zullen dankzij deze oxidehuid niet aan de orde zijn. Daarom is onder meer door drinkwaterinstituten vastgesteld dat roestvast staal geen schadelijke stoffen emitteert in drinkwater en is dit materiaal zelfs het meest veilige materiaal om drinkwater in te transporteren. Dit is tegenstelling tot bijvoorbeeld koper dat koperionen afgeeft of bepaalde kunststoffen die bepaalde ongewenste stoffen laat diffunderen. Daarom kan men stellen dat voedingsproducten niet gecontamineerd raken door roestvast staal tenzij er corrosie ontstaat. Corrosieproducten kunnen wel schadelijk zijn maar er wordt van uitgegaan dat men de processen en materialen zo kiest dat dit niet zal optreden. Mocht dit toch onverhoopt het geval zijn dan dient men passende maatregelen te nemen.



Afbeelding 3. Een RVS-pompwaaier die door rouging rood geworden is.

## Bedreigingen van buitenaf

Naast allerlei chemische belastingen waardoor corrosie kan ontstaan zijn er ook organismen die zich op het RVS-oppervlak willen afzetten. Deze zullen dan zonder meer de kwaliteit van de voedingstromen ondermijnen. Hierbij wordt primair gedacht aan bacteriën en andere micro-organismen. Een corrosievorm die in relatie hiermee staat is microbiel geïnduceerde corrosie (MIC) waarbij sulfaatreducerende bacteriën zich tijdens het afsterven omzetten in sulfiet dat zich weer om zal zetten tot zwaveligzuur en zelfs zwavelzuur. Roestvast staal is daar niet tegen bestand en daarom zal een ernstige aantasting het gevolg zijn. Op afbeelding 4 ziet men een voorbeeld van MIC. Het zwavelzuur heeft de minst edele plaats in oplossing laten gaan en dat is de langснаadlas. De omgeving daar omheen is aangeëetst waardoor het blank wordt met een roestrand er omheen. Toch is het ook nuchter te stellen dat deze vorm van corrosie niet snel ontstaat in de voedingsector maar veeleer in waterzuiveringen en zwembaden. Andere bedreigingen door corrosie zal verder niet behandeld worden in dit artikel omdat daar reeds veel over gepubliceerd is.



Afbeelding 4. De langснаadlas van een RVS-buis is aangevreten door zwavelreducerende bacteriën.

We beperken ons nu tot de organismen die zich op het oppervlak willen nestelen. De neiging van schadelijke deeltjes die zich ongewenst op het oppervlak willen hechten is sterk afhankelijk van de oppervlakteconditie. Bij onderzoek van dergelijke deeltjes met de afmeting tussen 0,1 en 0,3  $\mu\text{m}$  bleek dat er per  $\text{cm}^2$  na 20 minuten de volgende hoeveelheid was afgezet:

- \* Mechanisch geslepen K400 circa 20.000 deeltjes
  - \* Chemisch gebeitst circa 15.000 á 16.000 deeltjes
  - \* Elektrolytisch gepolijst circa 500 á 1000 deeltjes
- Duidelijk is te zien hoezeer een elektrolytisch gepolijst oppervlak een sterke positieve invloed heeft op het tegengaan van deze ongewenste depositen.

## Beitsen

Bij beitsen wordt de oxidehuid en andere ongewenste bestanddelen gestript van het oppervlak en

daarna bouwt men deze huid weer op met behulp van passiveren. Deze actie verbetert de corrosiebestendigheid maar men kan er meestal niet aan ontkomen dat de korrelgrenzen iets zwaarder worden aangeëst dan de matrix. Dat komt omdat op de korrelgrenzen meer dislocaties en roosterfouten aanwezig zijn die een nadelig potentiaalverschil opleveren. Daarom ontstaan er zeer kleine kanaaltjes tussen de kristallen waar bacteriën zich gemakkelijker kunnen afzetten. Indien men dit oppervlak elektrolytisch polijst dan verkrijgt men een dichte oxidehuid die qua oppervlak wel 2 tot 3 keer zo klein is dan een gebeitst oppervlak. Tevens reinigt men laatstgenoemd oppervlak veel sneller dan een gebeitst oppervlak en dat komt de productie ten goede.

### Slijpen en mechanisch polijsten

Bij slijpen en mechanisch polijsten worden niet alleen de scherpe punten van het oppervlak verwijderd maar deze punten zullen ook gaan uitdijen waardoor ze de restanten van de poriën als het ware dichtsmoren. Dit komt door de gunstige ductiliteit van het austenitische roestvast staal. Meet men dan de 'gladheid' van zo'n oppervlak dan meet men eigenlijk een schijngladheid want deze poriën gaan openstaan zodra het materiaal warmer wordt. Dit komt vooral door de hoge uitzettingscoëfficiënt van het roestvast staal. Tijdens het openstaan komt er allerlei vuiligheid naar buiten en kunnen bacteriën naar binnen kruipen en muteren. Daarom is het af te raden dat voeding in contact komt met geslepen oppervlakken. Dit dient men overigens niet te verwarren met bijvoorbeeld geslepen buizen en kokerprofielen die slechts uitwendig zijn geslepen en derhalve niet in contact komen met voedingsstromen. De reden dat de corrosiebestendigheid van een elektrolytisch gepolijst RVS-oppervlak beter is dan van een onbehandelde 2B finish komt door de lagere ruwheid en doordat er tijdens dit polijsten meer ijzeratomen dan chroomatomen in oplossing gaan waardoor er een chroomverrijking aan het oppervlak komt. Dit verhoogt de weerstand tegen corrosie in het bijzonder. Ook de gevoeligheid voor het afzetten van allerlei organismen is in het geding. Na bijvoorbeeld 20 minuten zijn er op geslepen roestvast staal (K400) bij 30 °C maar liefst 100.000 deeltjes per cm<sup>2</sup> ontstaan terwijl dit bij elektrolytisch gepolijst slechts zo'n kleine 100 zijn. Ook ziet men dat de temperatuur een behoorlijke grote invloed heeft op de vorming van dergelijke ongewenste deeltjes. In de praktijk hoort men nog wel eens dat des te gladder het oppervlak is des te beter de reinigbaarheid wordt. Toch blijkt dit een misverstand te zijn want ook dit heeft bepaalde

grenzen. Zodra het oppervlak te glad wordt dan worden de adhesiekrachten zo groot dat de bacteriën moeilijker verwijderbaar zijn. Vooral als de ruwheid onder de 0,25 µm komt dan zuigen de bacteriën en andere micro-organismen zich als het ware als bloedzuigers vast aan het oppervlak. Het zal duidelijk zijn dat dit moeilijker te reinigen is.

### Sanitair werken

Om de gezondheid van de consument zoveel mogelijk te waarborgen dient een voedselproducent sanitair te werken. Daarom hanteert deze sector een aantal begrippen zoals het hygiënisch en aseptisch werken alsmede CIP, WIP, SIP, COP e.d.

### ASME BPE-normering

Een bekende en veel gebruikte norm in de bioprocure-industrie en farmaceutische sector is de ASME BPE. BPE staat voor Bio Processing Equipment. Zij richt zich vooral op het sanitair en hygiënisch ontwerp en alles wat in contact komt met het product en grondstoffen alsmede op kritische delen zoals WFI-apparatuur, filtratie, productopslag e.d. Deze norm richt zich bovendien op steriliseren, schoonmaakbaarheid, materialen zoals roestvast staal, elastomeren, kunststoffen, lassen, oppervlakte afwerking, ruwheid, verbindingen (zoals Triclams), afdichtingen, grootte van dead legs e.d.

### EHEDG

De EHEDG is een Europese organisatie die internationale richtlijnen opstelt voor het ontwerp en het gebruik van hygiënische en aseptische procesapparatuur. Bovendien organiseert zij cursussen op het gebied van hygiënisch en aseptisch ontwerpen. De EHEDG is op initiatief van een aantal grote Europese voedselproducenten opgericht, omdat de bestaande Europese machinerichtlijnen onvoldoende zekerheid geven voor de hygiëne van procesapparatuur. De EHEDG is derhalve geen norm maar het is pure noodzaak ontstaan om de voedselveiligheid op en hoger peil te brengen.

### Slot en conclusies

Het oppervlak van roestvast staal speelt een significante rol rond de beheersing van de kwaliteit van het te bereiden product. Bij normaal en juist gebruik van roestvast staal zal de oxidehuid geen schadelijke stoffen uitscheiden en/of doorlaten en daarom ook geen voedingsmiddelen contamineren. Roestvast staal is daarom een uitstekend materiaal ten behoeve van de zuivel- en voedingsector. ■