

## Passiveren

### Wat is roestvast staal?

Roestvast staal is de groepsnaam van een aantal ijzerlegeringen met als voornaamste bestanddelen chroom en nikkel, met als hoofdeigenschap een grote weerstand tegen corrosie. Deze zullen dus niet zo gauw roesten of door bepaalde chemicaliën worden aangetast. De benaming roestvrij is niet helemaal juist, beter is roestvast of corrosievast staal.

### Typen roestvast staal.

Men kan bij roestvast staal drie hoofdgroepen onderscheiden, namelijk:

ferritisch

martensitisch

austenitisch (het meest voorkomend bij ATM, deze zijn corrosievaster dan de rest)

De eerste twee groepen vat men samen onder de naam chroomstalen en de derde groep noemt men chroomnikkelstalen.

### Waarom is roestvast staal roestvast?

Herhaalde onderzoeken hebben aangetoond dat het roestvast zijn van de roestvaste staalsoorten wordt verkregen door een bepaald chroomgehalte.

Wanneer men staalsoorten met een opklimmend chroomgehalte met elkaar vergelijkt, dan blijkt een vrij plotselinge en duidelijk waarneembare verandering van de eigenschappen op te treden bij 12% chroom.

Een toename van het chroomgehalte geeft een sterke daling van de corrosie in de atmosfeer.

Er zijn voor dit verschijnsel diverse verklaringen opgesteld.

De eerste verklaring is dat op alle staalsoorten een dunne, doorzichtige oxidefilm aanwezig is, die zich aan de lucht vormt. Door een zeker gehalte aan chroom wordt deze oxidefilm steeds dichter en geslotener en bij een chroomgehalte van 12% en hoger is de oxidefilm geheel gesloten, zodat het onderliggend metaal tegen corroderende invloeden wordt beschermd. Het roestvaste staal is dan passief. Deze oxidefilm is doorzichtig en uiterst dun; deze omvat slechts enkele atoomlagen. Deze laag is niet altijd aanwezig. Heeft men het roestvaste staal namelijk mechanisch bewerkt of chemisch gebeitst, dan is de oxidelaag geheel of gedeeltelijk verdwenen en het duurt dan enige tijd voordat deze zich weer spontaan heeft hersteld. In die soms zeer korte tijd is het roestvaste staal niet roestvast. De vormingssnelheid is sneller naarmate het chroomgehalte hoger is. Voorts is gebleken dat bepaalde legeringselementen de vorming van deze passieve laag kunnen versnellen. De hier beschreven passiviteit kan alleen worden bereikt op metallisch blank roestvast staal. Wanneer een dikke oxidelaag, zoals een gloei- of walshuid, aanwezig is, of wanneer er vuil of corrosieproducten het roestvaste staal bedekken en dus van de lucht afsluiten, kan zich op die plaats geen passieve toestand instellen.

### Factoren die de corrosie van roestvast staal beïnvloeden.

de samenstelling

het type

de structuur

het milieu

vervuiling

ruwheid van het oppervlak

### Corrosievormen van roestvast staal.

Roestvast staal zal, onder de juiste omstandigheden gebruikt en in het juiste type toegepast, in veel gevallen in het geheel geen corrosieverschijnselen vertonen. Ook deze groep materialen

heeft echter zijn grenzen en als deze worden overschreden zal zich toch corrosie voordoen.  
Er zijn verschillende vormen zoals:

Oppervlaktecorrosie

Hoge temperatuurcorrosie

Pitting (Putcorrosie)

Interkristallijne corrosie

Knife line attack

Spleetcorrosie

Spanningscorrosie

Corrosievermoeiing

Andere corrosievormen

1. Oppervlaktecorrosie is een proces dat zich redelijk gelijkmatig afspeelt over het hele oppervlak. Dit soort corrosie kan optreden in zuren. Het materiaal wordt geleidelijk dunner. Dit soort corrosie is voorspelbaar, omdat men de corrosiesnelheid door een eenvoudige dompelproef in het betreffende milieu en onder de heersende omstandigheden kan uitvoeren.

2. Wanneer gewoon staal langzaam wordt verhit vertoont het aanloopkleuren van geel tot blauw, die afhankelijk zijn van de toegepaste temperatuur. Ook roestvast staal vertoont zulke kleuren, maar om dezelfde kleur te krijgen als bij gewoon koolstofstaal is een veel hogere temperatuur nodig. Chroom is het voornaamste legeringsbestanddeel dat oxidatieweerstand geeft. Er vormt zich een beschermende  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  - film door selectieve oxidatie van het chroom. Om de bescherming in stand te houden is het belangrijk dat voldoende chroom aanwezig is. Het blijkt dat voor echt langdurige oxidatieweerstand het chroomgehalte in de buurt van 25% moet liggen als het materiaal regelmatig temperaturen van 1000 graden bereikt.

3. Pitting is een plaatselijke aantasting van materialen, waardoor putten of poriën ontstaan, die in veel gevallen leiden tot perforatie. Verreweg de meeste putcorrosie van roestvast staal wordt veroorzaakt door chloride of chloor. Vooral hypochloriet (bleekwater) is bijzonder agressief.

4. Interkristallijne corrosie is corrosie langs de korrelgrenzen (kristalgrenzen) van het metaal. De kristallen komen daardoor los te liggen en het materiaal verliest zijn samenhang. Bij deze corrosievorm hoeft maar weinig materiaal te corroderen om toch een sterke aantasting te veroorzaken. Interkristallijne corrosie treedt vooral op als gevolg van warmte-effecten.

5. Met de naam "knife line attack" wordt een vorm van messcherpe aantasting aangeduid, die zich soms dicht naast de lasnaden van met niobium gestabiliseerd roestvast staal voordoet. Het schijnt dat ook hier de vorming chroomcarbide voor dit corrosieverschijnsel verantwoordelijk is. Er zijn twee remedies:

Het gebruik van niet-gestabiliseerd roestvast staal

Een dubbele gloeibehandeling: 2 uur op 1060 graden, afschrikken in water en 2 uur op 870 graden weer gevolgd door afschrikken.

6. Spleetcorrosie treedt op in spleten, waar twee onderdelen van een constructie zijn samengevoegd, in puntlasnaden, in boutverbindingen, maar ook onder vuilafzetting. De maatregelen om dit te voorkomen zijn van constructieve aard: voorkom spleten. De keuze van een goed type roestvast staal is eveneens belangrijk.

Een andere mogelijkheid is het schilderen van kathodische oppervlakken in de omgeving van spleten.

7. Spanningscorrosie uit zich als plotseling optredende scheuren als gevolg van inwendige of aangelegde spanning in het materiaal, gecombineerd met een corrosieve omgeving. De voornaamste oorzaken zijn: "chloride cracking" veroorzaakt door chloride-oplossingen bij hoge temperaturen en "caustic cracking" door alkaliën in hoge concentratie en bij hoge temperatuur.

Het bestrijden van spanningscorrosie kan op drie manieren:

Verminder inwendige of externe spanning

Kies gunstiger omstandigheden (temperatuur, milieu)

Gebruik staalsoorten met een hoger gehalte aan nikkel en/of molybdeen.

8. Corrosievermoeiing is een verschijnsel dat optreedt bij een mechanische wisselbelasting in een corrosieve omgeving. Dit corrosieve milieu laat een vermoeiingsbreuk ontstaan die anders niet of pas na veel langere tijd zou optreden.

9. Erosieve corrosie is een corrosievorm die versneld wordt door bijvoorbeeld vloeistoffen met een hoge stromingssnelheid, waarin harde, slijtende deeltjes voorkomen. Dit komt vooral voor in pijpleidingen.

Galvanische corrosie, wordt veroorzaakt door twee aan elkaar gekoppelde metalen die een verschillende edelheid hebben. Dit komt bij roestvast staal weinig voor, omdat dit in passieve toestand zelf als een edel metaal reageert.

Cavitatie corrosie treedt op in zeer snel stromende vloeistoffen, waarin luchtledige holten ontstaan, die direct daarna weer dichtklappen. Het komt voor in leidingen, pompen en op scheepsschroeven met roestvast stalen bladranden.

### Mechanische oppervlaktebehandelingen.

Onder mechanische oppervlaktebehandelingen verstaat men bewerkingen waarbij kracht op het oppervlak wordt uitgeoefend. Deze kracht bewerkt aan het roestvaste staaloppervlak verspaning (slijpen), dan wel vervorming (polijsten). Voor roestvast staal zijn van belang:

slijpen

borstelen

polijsten

trommelen

stralen

In het algemeen wordt na een mechanische oppervlaktebehandeling gepassiveerd.

### Reinigen.

Op het oppervlak van roestvast staal kunnen diverse verontreinigingen voorkomen, die moeten worden verwijderd, hetzij om een volgende bewerking mogelijk te maken, dan wel voor de afwerking van een eindproduct. De voornaamste groepen verontreiniging die op roestvast staal kunnen worden aangetroffen zijn:

Conserveringsoliën en -vetten. Ter bescherming tegen corrosie tijdens opslag of transport.

Oliën en vetten gebruikt voor mechanische bewerkingen.

Resten slijp- en polijstpasta.

Lijmresten van beschermfolie.

Oude verflagen.

Kool- en verbrandingsresten van (vloeibare) brandstoffen in verbrandingsmotoren.

Oxidehuid bijvoorbeeld walshuid.

Corrosieproducten, veroorzaakt door fout gebruik of verkeerde materiaalkeuze.

Oude conversielagen, zoals fosfaatlagen of oxalaatlagen.

Vreemde metaaldeeltjes.

Vloeimiddelen van zacht en hard solderen.

### Beschikbare reinigingsmethoden.

Het aantal beschikbare reinigingsmethoden voor roestvast staal is groot. Veel van deze methoden zijn algemeen bekend en worden in de metaalindustrie ook op andere metalen toegepast.

Daarnaast bestaan er echter methoden die speciaal voor roestvast staal zijn ontwikkeld. De volgende methoden komen voor roestvast staal in aanmerking:

Solventreiniging (reinigen in oplosmiddel)

Dampontvetten

Alkalisch reinigen in diverse uitvoeringsvormen

Reinigen met detergenten en chelateermiddelen

Emulsiereiniging

Stoom- en heetwaterreinigen ("steam cleaning")  
Reinigen met hogedrukwater  
Ultrasoon reinigen

#### Keuze van reingingsproces.

Conserveeringsoliën en -vetten kan met alle hierboven vernoemde methoden

Bewerkingsoliën en -vetten

alkalisch reinigen

stoomreinigen

ultrasoon reinigen

Slijp- en polijstpasta

alkalisch reinigen

ultrasoon

Lijmresten

solventreinigen

soms dampontvetten

Oude verflagen

speciale verfabijtmiddelen

Kool- en verbrandingsresten

speciale reinigingsmethoden

Oxidehuid

mechanisch reinigen

beitsen

speciale reinigingsmethoden

Corrosieprodukten

zelfde methoden als bij oxidehuid

Oude conversielagen

zelfde methoden als bij oxidehuid

Vreemde metaaldeeltjes; niet hechtend

alkalisch reinigen

stoomreinigen

ultrasoonreinigen

hechtend

methoden vernoemd onder oxidehuid

passiveren in salpeterzuur

Vloeimiddelen

Indien alleen hars

solventreinigen

alkalisch reinigen

Indien geen resultaat

beitsen

#### Beitsen en Passiveren.

Het beitsen van roestvast staal in min of meer verdunde zuren of zuurmengsels heeft tot doel het verwijderen van de tijdens warmtebehandelingen ontstane oxide op het oppervlak van het werkstuk (bv. gloeihuid, walshuid, smeedhuid, aanloopkleuren). Dit verwijderen kan eventueel ook mechanisch door stralen of slijpen, maar aan de chemische verwijdering door beitsen wordt vooral voor grote oppervlakken of voorwerpen meestal de voorkeur gegeven. In het algemeen is het gebruikelijk gebeitst roestvast staal na het spoelen een passiverbewerking te laten ondergaan, ter verbetering van de corrosieweerstand. Ook bij roestvast staal bestaat de gloeihuid voornamelijk uit ijzeroxiden en wel uit drie lagen van verschillende dikte en van verschillende samenstelling. Naast ijzeroxiden komen in deze laag ook chromoxiden en, in het geval van

austenitische roestvaste staalsoorten, ook nikkeloxiden voor. Daardoor en omdat de oxidelaag is ontstaan bij hoge temperatuur, is deze heel moeilijk oplosbaar in zuren. Toch moet de oxidelaag verwijderd worden zonder dat het metaaloppervlak te sterk wordt aangetast. Nu is de oxidelaag vrij poreus en het beitszuur kan daardoor gemakkelijk door de poriën heen dringen op het metaaloppervlak. Van het metaal wordt een kleine hoeveelheid in het zuur opgelost waardoor de oxidelagen hun hechting verliezen, zodat zij makkelijk door borstelen, spuiten met een waterstraal of een andere behandeling kunnen worden verwijderd. Om aantasting van het metaaloppervlak door de beitsvloeistof te voorkomen, moet men de voorwerpen niet langer dan nodig is in het beitszuur laten. Gewaarschuwd moet worden voor "overbeitsen" bij roestvaste stalen, hetgeen putvormige aantasting van het metaal kan veroorzaken, zodat het niet meer bruikbaar is. De meest voorkomende beitszuren zijn gebaseerd op zwavelzuur, salpeterzuur, zoutzuur en fluorwaterstofzuur.

### **Spoelen.**

Spoelen is vaak nog een verwaarloosde bewerking bij oppervlaktebehandelingen. Toch is spoelen één van de belangrijkste bewerkingen voor het verkrijgen van een goed eindresultaat.

### **Beitsen met Beitspasta.**

Bij grotere voorwerpen, die vervaardigd zijn uit blank roestvast staal en waaraan gelast is, is beitsen van het gehele oppervlak vaak lastig en soms zelfs ongewenst. Men wil alleen de lasnaden reinigen. Het gebruik van beitspasta kan dan uitkomst geven. Met de pasta wordt de lasnaad behandeld, waarbij de oxidehuid (mechanisch) wordt verwijderd.

### **Passiveren.**

Onder normale omstandigheden hoeft roestvast staal niet gepassiveerd te worden, omdat het door zijn samenstelling, vooral het chroomgehalte, zelf een uiterst dunne, maar gesloten oxidehuid vormt. Als door bewerking zoals beitsen of verspannen deze passieve huid is verdwenen, vormt zich, al naar de samenstelling van het roestvaste staal in een periode van enige minuten tot enige dagen een nieuwe passieve laag. Aanvankelijk is de passiviteit nog niet volledig; de dunne oxidefilm ontwikkelt zich aanvankelijk snel, maar tegen het eind veel langzamer. Gedurende die periode is het roestvaste staal minder corrosievast. De passiveringsbewerking heeft tot doel de passiviteit snel te herstellen, voordat zich roest heeft kunnen vormen. Er is echter nog een andere reden waarom men passiviert. Meestal wordt dit uitgevoerd in een salpeterzuuroplossing, waarmee dan tevens sporen van ijzer en andere vreemde metalen, die op het oppervlak zijn achtergebleven, verwijderd. In veel gevallen is deze eindreiniging zelfs belangrijker dan het herstellen van de passiviteit zelf. *Het passiveren is een uitermate belangrijke bewerking die steeds na mechanische behandelingen en beitsbewerkingen moet worden uitgevoerd om de optimale corrosieweerstand te verkrijgen.* Na passiveren mag men de produkten niet met blote handen aanraken omdat vingerafdrukken een koolstofverbinding (dus verontreiniging) bevat, en dus de corrosieweerstand vermindert evenals vet, vuil en inkt.

### **Drogen.**

Drogen bij natte oppervlaktebehandelingen kan alleen succesvol verlopen in aansluiting op een goede spoeltechniek. Drogen is op een groot aantal manieren mogelijk. Al naar de aard van het produkt moet men letten op droogsnelheid, kans op corrosie in natte toestand en het ontstaan van droogvlekken. In veel gevallen wordt, als laatste bewerking vóór het drogen, gespoeld in heet water. Dit heetwaterspoelbad is in verband met de energiekosten een niet-doorstromend spoelbad. Eigenlijk is het dus geen spoelbad, maar de voorwerpen behoren al volledig gespoeld te zijn voor ze in het heetwaterbad worden gedompeld. In feite mag dit bad geen verontreinigingen meer opnemen; doet het dit wel, dan kan men zelfs een oorspronkelijke spoelkwaliteit weer teniet doen.

Dikwandige voorwerpen drogen na uitnemen uit het hete spoelbad door de eigen opgenomen warmte. Dunwandige voorwerpen hebben daarvoor een te geringe warmte-inhoud. Het drogen daarvan kan worden bevorderd door afblazen met (warme) lucht, door de rekken met voorwerpen in een droogoven te brengen of door een droogtunnel te voeren.

