

ATMOSFERISCHE CORROSIE VAN GELAST ROESTVAST STAAL

Roestvast staal wordt op grote schaal toegepast in de proces- en voedingsmiddelenindustrie. Een toepassingsgebied in opkomst is de architectuur. Gevelbekleding en dakbekleding worden steeds meer uitgevoerd in roestvast staal. Om de diverse plaatdelen onderling te verbinden wordt gebruik gemaakt van geschikte lasprocessen. Tijdens de levensduur wordt niet alleen het plaatoppervlak maar ook de lassen met de door de laswarmte beïnvloede zones, aan de atmosfeer blootgesteld. Het zijn de lassen en de warmtebeïnvloede zones die onderwerp zijn van het nu volgende betoog, maar allereerst zal kort worden ingegaan op het begrip atmosferische corrosie.

Naar ALURVS 2023 – www.electropolish.be

Verbeter corrosieweerstand en reinigbaarheid van RVS met elektropolijsten of amorfiseren.

ATMOSFERISCHE CORROSIE

De atmosfeer en in het bijzonder de chemisch actieve bestanddelen ervan veroorzaken de atmosferische corrosie van onder andere metalen. Daarom is het zinvol om de chemische en fysische eigenschappen van de atmosfeer eens nader te beschouwen.

Stikstof en de inerte gassen

Stikstof en de inerte gassen kunnen met betrekking tot corrosie worden genegeerd. Hoewel ze het merendeel van de atmosfeer uitmaken reageren ze niet met metaal oppervlakken in normale omgevingen.

Zuurstof en ozon

In schril contrast met het bovengenoemde is zuurstof zeer beslist een heel belangrijk bestanddeel van de atmosfeer met betrekking tot corrosie, vanwege zijn hoge reactiviteit. Atmosferische corrosie is een reductie-oxidatie proces, waarbij het metaal oxideert onder afgifte van elektronen en zuurstof wordt gereduceerd (tezamen met mogelijke andere reduceerbare stoffen) door opname van elektronen. Ozon heeft op metalen geen opvallende inwerking, maar des te meer op de veroudering van elastomeren en andere organische substanties.

Water

Het gehalte aan water van de atmosfeer is niet constant, maar varieert sterk. Water kan in alle mogelijke aggregatietoestanden voorkomen: vast (sneeuw, ijs en ijzel), vloeibaar (regen, nevel, mist) en gasvormig (waterdamp). Het watergehalte van de atmosfeer moet worden besproken in termen van neerslag en absolute vochtigheid (dit is het atmosferische dampgehalte). In warme, vochtige streken kan de absolute vochtigheid tot boven de 30 mg/m³ uitstijgen. Atmosferisch water speelt een doorslaggevende rol bij atmosferische corrosie. Vloeibaar water in de atmosfeer lost bestanddelen op van vaste stof en gassen die in de atmosfeer aanwezig zijn, zodat het een oplossing vertegenwoordigt van verscheidene substanties. De pH ervan kan dalen tot wel 3. Het water is altijd verzadigd met zuurstof. Als er zwaveldioxide of andere gassen aanwezig zijn, dan worden deze geabsorbeerd. Het zal duidelijk zijn dat neerslag in de vorm van hele fijne druppeltjes (mist of nevel) bijzonder grote hoeveelheden agressieve stoffen uit de lucht kunnen opnemen als gevolg van het relatief grote gezamenlijke oppervlak van de talloze druppeltjes. Lange perioden van regenval bevorderen corrosie, omdat er voortdurend water aanwezig is dat noodzakelijk is, wil er corrosie kunnen optreden. Daar staat echter tegenover dat de voortdurende aanvoer van vers regenwater oplosbare, corrosie stimulerende bestanddelen van het metaaloppervlak wegspoelt.

Kooldioxide

Kooldioxide is een van nature in de atmosfeer voorkomend bestanddeel. Het mensdom en zijn veestapels zijn niet te verwaarlozen leveranciers van dit gas, niet alleen als gevolg van industriële activiteiten en het zich verplaatsen in transportmiddelen die worden voortgedreven door verbrandingsmotoren, maar ook omdat elk individu kooldioxide produceert in de vorm van uitgeademde lucht. Kooldioxide is vrij goed oplosbaar in water (0,232 g CO₂ per 100 g H₂O bij 10°C), maar draagt toch maar weinig bij tot de atmosferische corrosie. Kooldioxide die oplost in water kan aanleiding geven tot de vorming van een elektrolyt met een pH van rond de 5 à 5,6.

Zwaveldioxide

Dit is typisch een verbinding die in industriële atmosfeer wordt aangetroffen. Het wordt in grote hoeveelheden uitgestoten tijdens de verbranding van zwavelhoudende brandstoffen. In vervuilde atmosferen kunnen er concentraties optreden van 0,01 tot 5 ppm. Zwaveldioxide is een buitengewoon reactief gas en is de voornaamste stimulans van atmosferische corrosie vanwege zijn hoge oplosbaarheid in water (16,2 g SO₂ per 100 g H₂O bij 10°C).

Waterstoffluoride

Waterstoffluoride is eveneens een verontreiniging met significante gevolgen voor corrosie, ondanks het feit dat zijn concentratie zelden meer is dan 0,06 ppm.

Andere zuurvormende gassen

Stikstofoxide komt in stedelijke atmosferen voor in hoeveelheden tot ongeveer 1 µg/m³. Deze verbinding heeft nauwelijks enige invloed op atmosferische corrosie. Chloor en waterstofchloride worden aangetroffen in de buurt van chemische fabrieken. Er zijn geen precieze gegevens bekend over hun concentratie, maar ze zijn buitengewoon agressief. Formaldehyde, mierzuur en azijnzuur zijn eveneens stoffen die in de buurt van bepaalde chemische fabrieken kunnen worden aangetroffen en ze bevorderen atmosferische corrosie in hevige mate. Deze verbindingen worden ook wel aangetroffen in verpakkingen en kratten en zijn dan voortgekomen uit verval van organisch verpakkingsmateriaal (lijm, plastic, hout enzovoort).

Zouten

Chloride is een chemisch actief bestanddeel van de atmosfeer, vooral in kustgebieden en op zee. De concentratie daalt naarmate men verder landinwaarts gaat. De hoogste chlorideionenconcentraties worden aangetroffen in de branding waar zeewatergolven breken (tot 3 mg/m³). Gemiddelde concentraties zijn een ordegrrootte lager (± 100 µg/m³). Maximum waarden in industriële en stedelijke atmosferen liggen rond de 10 tot 30 µg Cl-/m³. Andere corrosiestimulerende zouten, zoals ammonium sulfaat of ammoniumnitraat, kunnen van tijd tot tijd aanwezig zijn als gevolg van bepaalde gebeurtenissen. 's Winters kan een zeer uitgesproken corrosieve invloed worden waargenomen van strooizout.

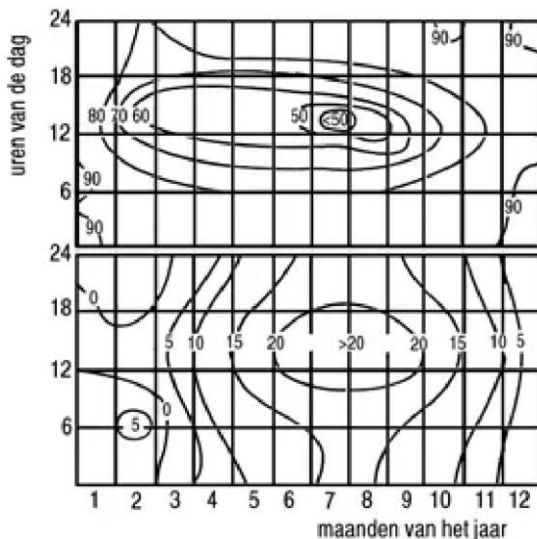
Stof

De hoeveelheid stof in de atmosfeer en zijn samenstelling kunnen sterk variëren en hangen af van tal van factoren. In landelijke streken bestaat atmosferisch stof voornamelijk uit organische en anorganische bestanddelen afkomstig van het aardoppervlak. In industriële gebieden wordt een aanzienlijk hoger gehalte aan industriële vervuiling aangetroffen. Bij deze laatste is de hoeveelheid in water oplosbare anorganische bestanddelen ook groter. De absolute hoeveelheid stof in de atmosfeer varieert tussen minder dan 10³ tot meer dan 2 x 10⁵ stofdeeltjes per kubieke centimeter. De diameters van de stofdeeltjes liggen ongeveer tussen 0,1 µm en 0,3 mm.

Temperatuur

Temperatuurverschillen tussen afzonderlijke klimaatzones bevatten temperatuuruitesten van -84°C en +58°C. Deze extreme temperaturen zijn van weinig belang bij atmosferische corrosie. Bij lage temperaturen (lager dan -5° tot 0°C) komt water alleen in de vaste toestand voor en kan het

niet als elektrolyt fungeren. De hoogste temperaturen komen alleen voor in tropische en subtropische woestijngebieden, waar de relatieve vochtigheid te laag is voor de vorming van een elektrolytlaagje. Als vuistregel mag worden aangehouden dat elektrochemische atmosferische corrosie maar zelden optreedt boven temperaturen van 25°C. Afbeelding 1 illustreert dit. Vergelijking van de diagrammen van relatieve vochtigheid met de ermee corresponderende temperatuuriagrammen laat zien dat bij hoge temperatuur de relatieve vochtigheid laag is en atmosferische corrosie is dan onwaarschijnlijk. Daar atmosferische corrosie een elektrochemisch proces is, mag worden verwacht dat het bij hogere temperatuur sneller verloopt. In de praktijk blijkt dat niet zo te zijn. Bij hogere temperaturen begint er waterdampontwikkeling op te treden die de elektrochemische corrosie tegenwerkt. Bij ongeveer 40°C is deze waterdampontwikkeling zo hoog dat vanaf die temperatuur een scherpe daling optreedt in de corrosiesnelheid. Temperatuurswisselingen gaan gepaard met veranderingen in de relatieve vochtigheid (zie afbeelding 1). Bij hoge vochtigheid kan een kleine maar snelle temperatuurdaling leiden tot overschrijding van het dauwpunt en aldus corrosie bevorderen. Een snelle, intensieve verhitting van de lucht heeft een tegenovergesteld effect. Aangezien het voor atmosferische corrosie niet nodig is dat het dauwpunt wordt overschreden, maar ook nog voortschrijdt bij lagere vochtigheidswaarden en omdat de absolute vochtigheid veel minder variabel is, zijn temperatuurswisselingen van groot belang bij atmosferische corrosie.



Afbeelding 1 Vergelijking van relatieve vochtigheid met heersende temperaturen, zoals die dagelijks optreden gedurende de maanden van het jaar.

Luchtdruk

De luchtdruk heeft geen invloed op atmosferische corrosie.

Luchtcirculatie

Onder bepaalde omstandigheden kan wind atmosferische corrosie beïnvloeden. Wind veroorzaakt snelle temperatuurs- en vochtigheidsfluctuaties en heeft een aanzienlijke invloed op de neerslag van corrosiestimulatoren op het metaaloppervlak. Vooral in kustgebieden is de windrichting van grote invloed op de concentratieprofielen van zoutdeeltjes. Op dezelfde wijze bevordert de wind in industriële gebieden het transport van corrosie bevorderende verontreinigingen in de lucht naar metaaloppervlakken. Onder bijzondere omstandigheden kunnen door de wind voortgejaagde deeltjes een sterk schurende werking uitoefenen op beschermende lagen.

Microklimaat

Tot nu toe is de atmosfeer beschreven als een corrosief milieu vanuit het standpunt van meteorologische en chemische grootheden, die overal ter wereld op ongeveer dezelfde wijze via standaard meetmethoden worden gemeten. Daardoor is het mogelijk om atmosferische

corrosiecondities, waar dan ook ter wereld, in eerste benadering op te kunnen geven. De ervaring heeft echter geleerd dat objecten onder dezelfde gedefinieerde omstandigheden toch op totaal verschillende manieren kunnen corroderen. De oorzaak hiervan zijn micro klimatologische effecten, waardoor factoren naast de algemene meteorologische condities worden geïntroduceerd.

Enkele daarvan zijn:

- de afstand van het object van het aardoppervlak; warmtegeleidende of warmte-isolerende
- verbindingen met de aarde.

Het is bekend dat hogere vochtigheidswaarden doorgaans heel dicht bij het aardoppervlak worden aangetroffen. Zo kan bij zonsopgang op 5 cm boven de grond een relatieve vochtigheid heersen van 100%. Op 200 cm boven de grond is dit slechts 55%. Een warmtegeleidende verbinding met de aarde vertraagt het egaliseren tussen de temperatuur van het metaaloppervlak en die van de atmosferische omgeving, aangezien de aarde als warmteput fungeert. De massa van het metalen object moet ook in ogenschouw worden genomen. Zware voorwerpen met grote warmtecapaciteiten vertonen een aanzienlijk achterlopen van hun oppervlaktetemperatuur tijdens grote temperatuurschommelingen. Bij verhoogde atmosferische temperaturen en onveranderde absolute vochtigheid blijft het metaaloppervlak gedurende langere tijd kouder dan zijn omgeving en blijft dus ook dikwijls langer nat. Speciale verwarming of koeling rondom corroderende objecten speelt een belangrijke rol in de vorming van een microklimaat. Stralingswarmte die tijdens gebruik van continu werkende elektrische apparatuur ontstaat, creëert een gunstig microklimaat waarin corrosie wordt onderdrukt. Een continu onderkoeld oppervlak daarentegen geeft een gevaarlijk microklimaat. De configuratie van een object is van invloed op de instelling van een bepaald microklimaat. De helling waaronder een oppervlak staat, alsmede zijn geografische oriëntatie spelen een rol bij corrosie. Verticale oppervlakken zijn doorgaans veel minder onderhevig aan aantasting dan horizontale. Oppervlakken die met hun 'gezicht' naar de grond staan corroderen weer sneller dan oppervlakken die van de grond weggijken. Dit alles heeft te maken met verschillen in bevochtiging en afspoeleffecten en droogtijden. Naar het noorden gerichte oppervlakken zullen langer koud en nat blijven. Overheersende windrichtingen zijn eveneens van invloed. Andere eigenschappen kunnen zich ook doen gelden. Kleur en oppervlaktetoestand, die in hoofdzaak lichtabsorptie en warmte-uitwisseling met de atmosfeer bepalen, mogen hierbij niet over het hoofd worden gezien.

ATMOSFERISCHE CORROSIEVASTHEID VAN ROESTVAST STAAL

Gedurende de afgelopen jaren zijn de nodige studies verschenen over het corrosiegedrag van gangbare constructiematerialen en hun legeringen, zoals staal, zink, aluminium en koper onder invloed van de atmosfeer. Slechts enkele gingen over roestvast staal en die waren dan nog terug te voeren op de nadelige gevolgen van gebrekkige kwaliteitsbeheersing tijdens installatie of mechanische beschadigingen tijdens of na de installatie. De studies die zich bezighielden met roestvast staal in atmosferische omstandigheden hadden doorgaans de oudere ferritische typen, zoals 410, 430 en de traditionele austenitische typen, zoals 302, 304, 310, 316 en 317 tot onderwerp. Met de komst van nieuwe typen ferritisch en duplex roestvast staal werd de belangstelling omtrent het gedrag van deze typen in atmosferische omstandigheden en dan vooral in de gelaste toestand weer gewekt.

De invloed van de oppervlakteafwerking en restspanningen ten gevolge van laswerkzaamheden zijn eveneens tezamen met een aantal legeringen, waaronder de typen AISI 304 en 316, bestudeerd [4]. Hierbij werd vastgesteld dat zowel de oppervlakteruwheid als de restspanningen de kans op putvormige corrosie deden stijgen.

Dit gedrag kan in verband worden gebracht met een aantal oorzaken, zoals:

- door verspanen in het oppervlak geïntroduceerde spanningsconcentraties;
- sulfide-insluitels die als kiem fungeren voor putvormige corrosie;
- structuurverschillen die zijn veroorzaakt door spanningen;
- samenstellingsvariaties van de passieve laag.

Onderzoekingen aan het corrosiegedrag van oxidelagen, grenzend aan lassen in corrosieve omgevingen, hebben aangetoond dat warmtebeïnvloede zones bij lassen in veel milieus een sterke corrosieneiging vertonen en dat verbetering door middel van een chemische of elektrochemische behandeling noodzakelijk is. Bolton, Miller en Sanders [5] hebben een onderzoek uit gevoerd met gelast AISI 304L (UNS S30403), AISI 316L (UNS S31603), AISI 444 (UNS S44400) en 3RE60 (UNS S31500) dat gedurende zes jaar werd blootgesteld aan een drietal atmosferen, te weten: een geothermisch klimaat (nabij natuurlijke warmtebronnen), het klimaat bij een kuststad en een zeeklimaat. Zij vonden de volgende volgorde in corrosieweerstand: 3RE60 beter dan AISI 444 gelijk aan AISI 316L beter dan AISI 304L. Tijdens het onderzoek werd opgemerkt dat het merendeel van de corrosie/bezoedeling/verkleuring tijdens het eerste expositiejaar optrad en dat het door de jaren heen erger werd.

Literatuur

1. J.Degerbeck, A. Karlsson, G. Berglund; Br. Corros. J. 1979 14(4) 220-222.
2. J.R. Kearns, L.R. Barkowski, M.J. Johnson, P.J. Pavlik; Proc. Corrosion 87, paper 418, 1987, Houston, TX, NACE.
3. H.A. Smith; Met. Prog. June 1938, 596-600.
4. C.R. Das, P.K. Jena; Corros. Sci. 1983, 23(11) 1135-1140.
5. L.H. Bolton, N.A. Miller, M.C. Sanders; Br. Corros. J. 1988, 23(2) 117-121.
6. J.D. Gates, R.A. Jago; Met. Forum, 1984, 7(1) 38-45.

Verbeter uw RVS oppervlak met Packo Surface Treatment

PACKO AFWERKINGEN



- | | |
|----------------------------------|---|
| - Micro-Ondulatie: | Aanbrengen van afgeronde golfstructuur. Resulteert in "luchtlaag" tussen wand en product. |
| - Amorfiseren: | Soort "verglazen" van het oppervlak. Volledig gesloten structuur. Blijft metaal zelf. Schilfert niet. |
| - Elektropolijsten: | Elektrochemisch selectief ijzer oplossen om hoge Cr/Ni samenstelling aan oppervlak te bekomen. |
| - Ontzwarten: | Oplossen van bepaalde oppervlakte-elementen die bepaalde voeding/farma-producten zwart laten verkleuren. |
| - Beitsen / Passiveren: | Bekende techniek om lasverkleuringen en roest te verwijderen. |
| - Parelstralen: | Stralen van oppervlak met "inerte" media. |
| - Anti-kleef afwerking: | Combinatie van behandelingen in functie van toepassingen. |
| - Bacteriewerende finish: | Combinatie van behandelingen in functie van toepassingen. |
| - Micro-ontbramen: | Onzuiverheden, schuurbramen en metaalschilfers oplossen zodat deze niet in product terecht komen en er een gladder oppervlak ontstaat. |
| - Ontschilferen: | Onzuiverheden en ingedrukte metaalschilfers oplossen zodat deze niet in product terecht komen en er een meer zuiver oppervlak ontstaat. |

- **Afwerking lage wrijvingscoëfficiënt:** Combinatie van behandelingen in functie van toepassingen.
- **Corrosiewering:** Combinatie van behandelingen in functie van toepassingen.
- **E-polidur harden:** Herschikken van oppervlaktestructuur zodat een hardere en slijtvastere laag ontstaat.
- **Revisie, Polijstwerk, Ra:** Herstellen van gebruikt materiaal.
- **Derouging:** Verwijderen en voorkomen van een specifieke corrosievorm
- **Advies en metingen:** Studies van hygiënische, reinigings-, aanhef-, corrosie-situaties in functie van oppervlak en afwerking.
- **HOE:** De meeste behandelingen zijn dompelprocessen. Opdrachtgever dient voor goede leegloop en/of vloeistofdichtheid te zorgen. We leggen geen lagen, er blijft dus geen vreemd product op het RVS achter.

A VERDER COMPANY

Packo Surface Treatment

Cardijnlaan 10

B-8600 Diksmuide

T +32 (0)51 51 92 84

surface.packo.be@verder.com

www.electropolish.be