

## Corrosie en stalen schepen

### Inleiding

Corrosie is een belangrijk onderwerp met betrekking tot het onderhoud van schepen. Deze tekst is vooral gericht op corrosie bij grotere stalen schepen, voor vletten wordt het voorkomen van corrosie met behulp van anodes nagenoeg niet gebruikt.

### Wat is corrosie?

Dit is geen gemakkelijke vraag, er zijn vele soorten; er zijn 4 vormen van wezenlijk belang:

#### a.. Galvanische corrosie

Deze vorm ontstaat als twee verschillende soorten metaal in een stroom geleidende (waterige) omgeving bij elkaar in de buurt komen. Hierop is de galvanische reeks gebaseerd, waarbij de "edele" metalen de onedele aantasten. Koolstof (grafiet) is het meest edel, magnesium het minst. Koper, zilver, goud, platina en bijvoorbeeld lood zijn edeler dan ijzer en ijzer is weer edeler dan zink, aluminium en magnesium. Zo tasten bijvoorbeeld koper en titanium ijzer aan en beschermen zink, aluminium en magnesium juist het ijzer. Hierop is de werking van anoden gebaseerd. Daarom worden ze ook wel offerblokken genoemd. Dit heeft dus niets met giften voor de charitatieve instellingen van de parochie van doen.

Hoe verder de metalen in deze reeks van elkaar staan hoe groter het spanningsverschil en hoe meer stroom er zal gaan lopen als ze met elkaar in het water in contact staan, de uiteindelijke hoeveelheid stroom hangt ook nog af van de waterkwaliteit en de staat van de verf. Het spanningsverschil tussen zink en ijzer is niet voldoende voor zoet water (dit heeft een hogere elektrische weerstand dan zout water) maar werkt perfect in zeewater. Aluminium zou juist te snel opofferen in zeewater maar werkt weer goed in zoet water. Magnesium is zo onedel dat het grote spanningsverschil, indien de anode op de huid wordt gelast, de verf zal aantasten.

#### b.. Elektrochemische corrosie

Bij elektrochemische corrosie gaat het om oxiderende stoffen. Voor ons is eigenlijk alleen zuurstof zelf van belang. De reactie van ijzer met zuurstof geeft het alom gehate roest. Nu heeft roest (ijzeroxide) een vervelende eigenschap, het is poreus, dwz het oxideren gaat gewoon door zolang er zuurstof voor handen is. Dit is tegenstelling tot bijvoorbeeld aluminium; aluminium oxide is zo dicht van structuur dat het onderliggende metaal juist wordt beschermd. Dit geldt ook voor roestvast staal en bijvoorbeeld chroom. Bij beschadiging van deze oxidehuid vormt zich direct weer een beschermde laag oxide. Helaas vormt dit oxide geen bescherming voor galvanische corrosie omdat dit als het ware van binnen uit gaat, dus ijzer op een aluminium schip moet geïsoleerd worden aangebracht.

#### c.. Zwerfstroom corrosie

Dit is in feite de 'opgedrukt stroom' variant van galvanische corrosie. In plaats van een ander metaal zorgt een stroom bron voor corrosie (andersom kan deze dus ook beschermend werken). Dit kan een damwand zijn die actief beschermd wordt (hierover later meer) waar u voor afmeert zonder elektrisch contact te maken. Of een vuile aarde van de gemeente door verbonden van uw schip of een slecht geïsoleerde elektrische installatie. Deze vorm van corrosie kan kilo's ijzer per jaar kosten, en dat vaak lokaal in de vorm van putten. Dit is de gevaarlijkste vorm van corrosie op schepen, hij gaat het snelst. U kunt het zien als er plaatselijk enorme hoeveelheden orangerode roest op de scheepshuid wordt gevormd (onderwater). Dan moet u echt iets gaan doen.

#### d.. Corrosie door bacteriën

Er zijn verschillende bacteriën die ijzer kunnen aantasten, meestal gaat dit onder zuurstofloze, rottende omstandigheden, maar soms kunnen bacteriën, opgepompt uit het grondwater, een schip infecteren en zelf een lokaal zuurstofloos milieu creëren op de huid. Vooral in met sulfaten vervuild water.

### Hoe kun je de corrosiestaat van je schip meten?

We onderscheiden hier drie gevallen, het schip corrodeert actief, het schip is neutraal of het schip is beschermd. Dit valt te meten met een goede multimeter (of volt meter) en een referentie elektrode. Een goede multimeter is een multimeter met een "hoge impedantie" of vrij vertaald: als de spanning gemeten wordt, mag er eigenlijk geen stroom lopen.

Er bestaan verschillende referentie-elektroden, allemaal met verschillende waarden. Zink wordt vaak gebruikt, maar dit moet zeer zuiver zijn. Zilver en Koper in "hun" zoutoplossing zijn de besten. Voor ons voldoet echter de koperen kern van installatiedraad (2,5 mm). Strip de draad over enkele cm, hang dit in het water, verbind dit met bijvoorbeeld de plus van een multimeter, verbind de min of com van de meter met het schip (goed schoon krabben, metaal moet blank, verf en roest vrij zijn) en lees af op de millivolt schaal:

- 1.. > 650 millivolt beschermt
- 2.. ca 650 millivolt onbeschermd
- 3.. < 650 millivolt actief corroderend

1.. Het schip is beschermd: actief of door anoden (Afhankelijk van het anodemateriaal krijg je theoretisch de waarde voor zink/aluminium of magnesium, afhankelijk van het aantal anoden en de toestand van het schip (kwaliteit van de verf, soort verf)

2.. Het schip is onbeschermd, mogelijk zijn de anodes op of is de stroom uitgevallen.

3.. Het schip is actief corroderend, mogelijk door zwerfstromen, een actief beschermde buurman of damwand of u schip is sterk geroest (roest lijkt de waarde omlaag te brengen)

Dit zegt nog niets over het aantal kilo's ijzer dat werkelijk verdwijnt, de snelheid van de corrosie is bijvoorbeeld afhankelijk van het zoutgehalte van het water (in zeewater corrodeert het zeer snel), de hoeveelheden zwerfstromen of andere metalen die in de buurt van het schip zich in het water bevinden en het oppervlak van de huid dat zich onbeschermd in het water bevindt.. Om een idee te krijgen, onbeschermd staal corrodeert in zeewater ca 1/8 mm per M2 per jaar. Dat lijkt weinig maar is nog altijd ca 1 kg/jaar! En dit gaat in de vorm van putten.

### **Hoe kun je corrosie voorkomen?**

Allereerst natuurlijk een goed coating systeem, dit is duurzaam en daarvoor moet u schip uit het water. Beginnend met het schoonstralen met een passend materiaal om het juiste ankerpatroon te verkrijgen ivm de hechting van de coating. Opvolgend met een goed coating systeem wat is gebaseerd op een 2 componenten met aluminium gepigmenteerde epoxy coating voor een uitstekende langere termijn anti- corrosieve bescherming. Intershield 300 van International Paint (AKZO NOBEL) is een 2 component epoxy aluminium primer die voor een slijtvaste anti corrosie laag zorgt. Deze coating wordt dan in twee lagen van minimaal 150 µm aangebracht om een passende isolatie waarde te halen. Meestal wordt er dan ook gekozen voor een afwerking onder water met antifouling laag. Deze moet wel vooraf worden voorzien van een tie coating ivm de hechting op de Intershield 300. Buiten het feit dat je dan een anti aangroei bescherming hebt aangebracht zal de hogere laagdikte van het systeem ook als extra zorgen voor een hogere isolatie waarde. Dat dit een duurzame oplossing is wordt pas goed duidelijk nadat u er na jaren varen nog steeds plezier van heeft.

Goede anodes: zink voor op zout water en aluminium op zoet, op de huid monteren, kan door elkaar worden aangebracht. In half brak water (de IJ-haven bijvoorbeeld) werken zowel zink als aluminium niet, dan zou je magnesium anoden op enige afstand (meters) onder het schip kunnen hangen, maar u dient het aantal afhankelijk te nemen van de grootte van uw schip en de staat van de verf. Bijvoorbeeld een schip van 30m net van de werf komend heeft slechts 1 - 2 anodes nodig, terwijl een ongeschilderde romp van 30m er wel 10 kan hebben afhankelijk van het zout gehalte van het water. Hier geldt dus dat je dit zelf dient te bepalen aan de hand van het hierboven beschreven meetsysteem. Deze methode met hangende anodes kan dus alleen bij stationerende schepen, als u gaat varen moet u ze inhalen! U moet er nooit meer hangen dan tot een gemeten waarde van ca 950 MV. Kan enige tijd duren (soms dagen) tot zich een evenwicht instelt. U kunt altijd beginnen onafhankelijk van een werfbeurt met het overboord hangen van anodes (van welke soort dan ook) als u ze maar goed aardt op het schip. Past u wel op want magnesium heeft een sterk ontroestende werking zodat dichtgeroeste klinknageltjes nog wel eens kunnen gaan lekken. Met magnesiumlint worden tanks van binnen ontroest!

Actief beschermen: dit kan op twee manieren, met hangende anoden onder het schip of met speciale anoden geïsoleerd aangebracht in de scheepshuid. Dit laatste systeem kost duizenden euro's. Hangende anodes kan zeer goedkoop. U hebt daarvoor slechts een simpele laboratoriumvoeding nodig van bijvoorbeeld 0-16 Volt en 0-5 Ampère. Je laat de voeding regelen met een vaste ingestelde stroom. De voeding regelt dan de spanning afhankelijk van de waterkwaliteit en de toestand van de verf. Je kunt gebruik maken van resten staal (liefst groot oppervlak, bijvoorbeeld 5 milimeter plaatstaal) die u als anoden die liefst 5 meter onder uw schip hangt. Zorg voor een goede bevestiging van de stroomdraad, deze moet goed geïsoleerd worden vastgemaakt aan het staal anders rot hij zeer snel af, gebruik hiervoor bijvoorbeeld het ouderwetse vlakkenvet. De stroomdraad moet zelf ook goed geïsoleerd zijn en geen stroom kunnen afgeven aan het schip of het water. Hang het staal voor de zekerheid ook aan een nylon touw. De plus van de voeding verbindt u met de anode (NIET met het schip, want dan gaat uw schip als een gek roesten) en de min verbindt u met de scheepshuid. Ergens bij de voeding. De voeding moet worden afgeregeld ten opzichte van het hierboven genoemde koperdraadje tot ca 950 millivolt. De eerste keer meet u uw schip rondom daarna steeds op de dezelfde plaats. Het op spanning komen kost enige tijd, dus in het begin dagelijks controleren, daarna bijvoorbeeld een keer per week. Uiteindelijk zal het stroomgebruik iets afnemen en na 1 maand of enige maanden komt uw schip op spanning en is gepolariseerd. Het voltage op de multimeter zal afhankelijk van verschillen in waterkwaliteit, oppervlakte van de anoden en de soort anoden iets schommelen. Een slecht geschilderd schip heeft meer bescherming nodig als een goed geschilderd schip, dus de waarden voor en na een werfbeurt zullen sterk verschillen. U kunt ook met professionele

anoden werken. Voor zover bekend, zijn er twee keuzes: titanium of silicium gietijzer. Het schijnt dat de eerste het beste werkt in water zoals dat wispelturige IJ-water maar ze kunnen maar maximaal 9 Volt, silicium wel 50 Volt!, verdragen. Let wel, bij een professionele kathodische bescherming wordt de afgegeven stroom voortdurend bijgesteld ten opzichte van een referentie elektrode. Dit gebeurt dus niet in het hierboven beschreven systeem en is daarom een benadering van een geregeld systeem. Dit is geen punt voor stationerende vaartuigen. Meestal kan worden volstaan met een of twee hangende anodes afhankelijk van de waterdiepte. Als u heel veel vaart dan zult u wel moeten, want die anodes op sleeptouw vaart ook niet prettig... Als er gevaren wordt, dan verandert de waterkwaliteit voortdurend en daar dient het systeem zich op aan te passen.

Zorg voor een goede elektrische installatie: dat wil zeggen dat het accu-net volledig dubbel uitvoert wordt en niet stiekem de min op de scheepshuid omdat dit zoveel koper scheelt. Indien de accu's niet gebruikt worden, koppel ze dan los. De startaccu's hebben meestal de min aan de aarde via de startmotor op het motorblok, dit is meestal niet te vermijden, deze kunnen het beste via poolschakelaars de zaak isoleren, zodat alleen bij het starten/varen de verbinding bestaat. De sterkstroom installatie niet aarden op de gemeentearde omdat dit vaak een koperen staaf is die in de buurt van de ligplaats met zijn tenen in het grondwater staat. Het schip gaat dan deze staaf beschermen, zonde. Dat kan trouwens zelf meten worden! Met goede aardlekschakelaars (deze meten het verschil in vermogen tussen de fase en de nul bent je in de meeste gevallen veilig. Toch kan het wenselijk zijn te aarden (computers vinden dit heel prettig), doe dit apart op het schip of via een ijzeren pen in het water. In geval van sluiting zal er wel de nodige stroom via het schip zijn weg zoeken naar het water en zo voor corrosie zorgen. Zet nooit de nul bij krachtstroominstallaties op de huid!! Er bestaan natuurlijk hele mooie en vooral professionele systemen met diodes en scheidingstrafo's, maar dan moet er diep in de buidel getast worden, of erg handig zijn. Let wel dat een vlak doorvoer als een standpijp nooit wordt beschermd tenzij men anodes in de pijp hangt of bevestigt. Deze pijpen dienen van dik staal te zijn gemaakt.

## **Conclusies**

"Gezien het bovenstaande is de corrosieaanpak sterk afhankelijk van de specifieke omstandigheden van het schip. Indien u veel vaart dan is het vervelend om telkens de anodes te moeten inhalen. U kunt dan kiezen om bijvoorbeeld het stroomkastje op de wal te plaatsen dan hoeft u alleen de anodes in de buurt van het schip te brengen (bijv. aan een plastic boei hangend) en de min steeds aan te brengen of los te maken. Als u geen vaste-walaansluiting heeft dan kunt u met hangende anodes van Zn, Al of Mg werken, afhankelijk van de waterkwaliteit. Of u zou met windenergie en zonne-energie uw bescherming kunnen regelen. U kunt ook het geld in een goed coating systeem investeren, dit zal uiteindelijk altijd duurzaam uitkomen. Het gebruik van Mg anodes bij een slecht geschilderd schip is ook kostbaarder dan een actief systeem. Indien u heel veel vaart en ook geen vaste thuishaven heeft dan is mogelijk een systeem dat met anodes in de huid aangebracht werkt iets voor u. Ervan uitgaande dat u ook veel met een generator draait. Dit is overigens wel een heel erg kostbaar systeem, vermoedelijk bent u beter af met een goed coatings systeem en anodes op het schip gemonteerd (alleen Zn en Al) omdat u voor uw verzekering toch regelmatig de helling op moet. Een eenduidig advies is niet te geven, maar ik zou in ieder geval gaan meten, immers meten is weten."