

OPTIMALE CORROSIEBESTRIJDING MET INTELLIGENTE ANODES

N.W. Buijs - metaalkundige Innomet B.V.

Algemeen

Kathodische bescherming is een bekende wijze om corrosie van metalen te bestrijden. Het wordt al meer dan 100 jaar succesvol toegepast. Een voorwaarde is wel dat er een geleidende vloeistof zoals water aanwezig is. Dat noemt men een elektrolyt. Een bekend voorbeeld van deze bescherming is het aanbrengen van zinkanodes op een scheepshuid om zo het staal te beschermen tegen zeewater. De anodes offeren zich op ten gunste van het staal omdat de elektrische potentiaal van zink lager is dan die van koolstofstaal. In feite is dit een gewenste vorm van galvanische corrosie. Ook ondergronds wordt deze methode veelvuldig toegepast omdat corrosie hier plaatsvindt door de aanwezigheid van vocht en grondwater. Op deze wijze zijn bijvoorbeeld in Nederland al tienduizenden kilometers ondergrondse leidingen beschermd.

Het te beschermen object is de kathode en de anode levert de benodigde beschermstroom. De anode kan zowel een opofferingsanode zijn als een geschakelde inerte anode, verbonden aan een voeding dat men ook wel een systeem met opgedrukte stroom noemt. De ontwerpprincipes zijn voor beide systemen gelijk. Als de spanning c.q. potentiaal en weerstand van het systeem bekend is, kan de beschermstroom worden berekend aan de hand van de wet van Ohm. Bij opofferingsanodes wordt de potentiaal gemeten door een voltmeter tussen de kathode en een referentie-elektrode te plaatsen. De bekendste norm voor het berekenen van de weerstand en ontwerp voor kathodische bescherming, is de Norsok RP B401. De berekende beschermstroom kan variëren van enkele tientallen milliampères tot tientallen ampères bij respectievelijk kleine en grote anodes. Dit laatste is bijvoorbeeld het geval voor bescherming van offshore constructies of kademuuren. Uit de capaciteit van de anode en de beschermstroom volgt de levensduur van de anode. Een normale ontwerp levensduur voor een opofferingsanode is 10-30 jaar.

Intelligente anodes

Naast bovenstaande bekende anodes zijn er intelligente c.q. zelfschakelende anodes ontwikkeld

die bijzondere gecontroleerde prestaties kunnen leveren. Deze anodes vallen weliswaar onder de opofferingsanodes, maar dankzij elektronische schakelingen en halfgeleiders doen ze exact wat er van ze verwacht wordt. Dat betekent dat men geen overbescherming of onderbescherming hoeft te vrezen zoals dat het geval kan zijn met gewone anodes. Daarom kan men bijvoorbeeld systemen in een schip kathodisch beschermen wat de ene keer in zoet water vaart en dan weer in brak- of zeewater. Dit laatstgenoemde is onmogelijk met de conventionele methoden. Ook heeft men geen last van storingen of het stukgaan van bedradingen zoals dat bij opgedrukte stroom regelmatig het geval is. Ook is het beduidend goedkoper dan systemen met opgedrukte stroom en het vraagt ook beduidend minder onderhoud.

Op dit moment zijn er al duizenden intelligente anodes succesvol ingezet voor de bescherming van duplex roestvast staal maar ook ten behoeve van austenitisch, ferritisch en martensitisch roestvast staal. Omdat er geen overbescherming kan optreden, zal er ook geen waterstofverbrossing ontstaan zoals dat vaak het geval is bij conventionele methoden. Zelfs bij kathodische bescherming van stalen constructies op zee, zoals bij stalen caissons met zeewater liftpompen van brons of roestvast staal, dient men op te passen voor overbescherming omdat nabijgelegen duplex lassen uiteindelijk kunnen scheuren door de ongewenste waterstofontwikkeling. Hetzelfde geldt voor onderzeese duplex leidingen die te negatief gepolariseerd kunnen worden door het bescherming-



Afbeelding 1. Het aanleggen van een intelligent kathodisch beschermingssysteem in een zandbedfilter (foto Innomet B.V.).



Afbeelding 2. Duidelijk is de magnesiumanode in staafvorm zichtbaar in een filterunit van een ozon reaktietank (foto Innomet B.V.).



Afbeelding 3. Ook de zandbedfilters voor de reiniging van zwembadwater worden beschermd m.b.v. intelligente kathodische bescherming (foto Innomet B.V.).

systeem van het stalen platform. Al deze problemen worden totaal geëlimineerd met intelligente c.q. zelfschakelende anodes.

Ook heeft men dus geen last van onderbescherming die ook weer kan leiden tot een ongewenste aantasting.

Het bestrijden van fouling

Door de stroom van de intelligente anodes te laten pulseren, gaat de zuurgraad fluctueren. Op deze wijze frustreert men micro-organismen om zich af te zetten op metaaloppervlakken. Hierdoor bestrijdt men fouling en daardoor ook microbiologische corrosie. Dit wordt reeds met succes toegepast met opgedrukte stroom op ondergrondse pijpleidingen. De effectiviteit van pulserende anodes in zeewaterkoelers ten aanzien van het bestrijden van fouling wordt thans onderzocht. De resultaten die inmiddels zijn verkregen, zijn meer dan bemoedigend. Voor de corrosiebescherming is gebleken dat pulserende anodes goed presteren.

Zoals eerder is gesteld, blijken deze intelligente anodes ook bij minder goed geleidende watertypen goed te functioneren. Zo is er voor rivierwater en zwembadwater een systeem ontwikkeld voor de bescherming van apparaten vervaardigd van roestvast staal AISI 316L. Hierbij kan men denken aan zandbedfilters en ozonreactietanks die beschermd moeten worden tegen microbiëel geïnduceerde corrosie (MIC) en pitting. Ook bij deze toepassingen is het uiterst plezierig dat men geen onderhoudsgevoelige bedradingen nodig heeft waardoor ook het onderhoud zeer beperkt is. Naast een jaarlijkse controle hoeft men slechts één keer in de zoveel jaren een opofferingsanode te vernieuwen. Ook kunnen intelligente opofferingsanodes een belangrijke bijdrage leveren aan bescherming bij wisselende geleidbaar-

heid van het water zoals dat in de meeste zeehavens het geval is.

Er lopen thans onderzoeken om te beoordelen of pulserende anodes ook een besparend effect opleveren. Bij kademuuren en buispalen zijn er regelmatig projecten die soms qua investering wel miljoenen euro's kunnen bedragen. Het verdubbelen van de levensduur of het halveren van het anodegewicht zou derhalve prijstechnisch bijzonder interessant kunnen zijn. Deze aspecten zijn in principe haalbaar met het gebruik van intelligente anodes. Deze methode van kathodisch beschermen is gepatenteerd en staat op naam van Corrodium B.V. De anodes worden dan ook gemakshalve Corrodium anodes genoemd.

Samengevat kan men stellen dat dergelijke anodes bescherming bieden die op maat gesneden is. Daar-



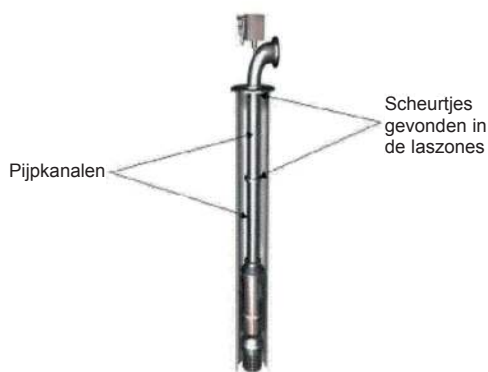
Afbeelding 4. Corrodium anodes met een roestvast stalen flens voor o.a. zeewaterkoelers. De elektronische schakelingen zijn ingebouwd waardoor een aparte behuizing of kabels niet meer nodig zijn (foto Corrodium B.V.).

door ontstaat er geen over- of onderbescherming wat in beide gevallen (grote) nadelen zal opleveren. Een goed voorbeeld is een zeewaterliftpomp die met een conventioneel beschermingssysteem bij stilstand een overbescherming krijgt en onderbeschermd wordt zodra deze in bedrijf is. Dit is niet het geval met intelligente anodes omdat voortdurend de juiste stroomdichtheid wordt geleverd om corrosie optimaal tegen te gaan. Ook past het systeem zich aan op een wisselende geleidbaarheid van het type water wat probleemloos mag variëren van zoet- naar zee-water. Dat is veelal het geval is bij schepen die veel in kustwateren varen.

Toepassingen

Toepassingen van deze bijzondere beschermingstechniek zijn vooral te vinden in de offshore en in overige maritieme omstandigheden. Vooral op platforms voor olie- en gaswinning worden deze frequent aangetroffen. Denk dan vooral aan het beschermen van warmtewisselaars, pompen, afsluiters, tanks, vaten en ook leidingsystemen. Zo zijn er met deze beschermingstechniek corrosiemechanismen gestopt in koelsystemen van visserijsschepen en in zee-water gekoelde ammoniakkoelers om de mantels van hoogovens te koelen. Bij deze toepassingen wordt ook dankbaar gebruik gemaakt van pulserende stromen die de vorming van de gevreesde biofilms tegengaan. Andere toepassingen vindt men vooral in met zoetwater gekoelde systemen, zwembaden en in rioolwaterzuiveringen. Vanwege de lagere geleidbaarheid van het water worden hier meestal geschakelde magnesium anodes gebruikt.

Op afbeelding 5 ziet men een zeewaterliftpomp vervaardigd van duplex roestvast staal. De pomp is voorzien van een stijgbuis en het geheel, hangt in een stalen buis. Er zijn aluminium anodes bevestigd ter bescherming van het geheel maar bij stilstand kreeg men een overbescherming waardoor er teveel waterstof aan de kathode ontstond. Dit leidde tot



Afbeelding 5. Een zeewaterliftpomp van duplex voorzien van een stijgbuis (riser).



Afbeelding 6. Stijgbuizen van duplex roestvast staal 1.4462 voorzien van conventionele anodes.

scheurvorming in de duplex lasverbindingen. Met intelligente anodes heeft men hier absoluut geen last van. Met andere woorden, hier bestrijdt men in feite ook galvanische corrosie want er is immers een relatief groot potentiaalverschil tussen koolstofstaal en duplex roestvast staal. Overigens werkt men in zo'n dergelijk beschermingssysteem met een zogenaamde referentie elektrode. Met deze elektrode als sensor kan men met behulp van de elektronica de potentiaal onder alle omstandigheden op het ideale niveau vasthouden. Dit alles zonder verlies van vermogen of capaciteit van de anode.

Indien een wisselend systeem beschermd moet worden, zoals bijvoorbeeld een schip dat zowel in zoet- als in zee-water moet varen, dan wordt er gekozen voor een magnesium anode omdat de geleidbaarheid van rivierwater relatief laag is. Zo'n anode zou normaal gesproken in zee-water 'op hol slaan' omdat dit metaal zo onedel is. Dat zal dan leiden tot een sterke waterstofvorming aan de kathode waardoor er blaasjes onder de klagen kunnen ontstaan. Dit verschijnsel staat bekend als 'hydrogen blistering'. Omdat intelligente anodes slim zijn, zal de elektronische schakeling de stroom gaan knippen waardoor de magnesium anode toch normaal blijft functioneren in zee-water. Anders gezegd, zodra de weerstand verandert, dan regelt de elektronica een constante stroom. Dat maakt dergelijke anodes zo multifunctioneel.

Op afbeelding 6 ziet men duplex (1.4462) stijgbuizen die voorzien zijn van anodes.

Een hele bijzondere nieuwe toepassing is het aanbrengen van intelligente anodes op een groot zeiljacht dat thans in aanbouw is, van duplex roestvast staal zoals te zien is in afbeelding 7. Vanwege dit hoogwaardige type roestvast staal heeft men juist voor deze anodes gekozen om vooral galvanische corrosie tegen te gaan op die plaatsen waar men te maken heeft met metalen die een groot potentiaalverschil hebben ten opzichte van duplex. Ook zorgen de anodes voor corrosiebescherming bij coatingbeschadiging, want bekend is dat zelfs duplex roestvast staal putcorrosie te zien kan geven door MIC in zeewater.

Gelijkertijd zorgt het systeem ervoor dat er geen overbescherming kan plaatsvinden. Overbescherming leidt dus tot teveel waterstofontwikkeling waardoor de kwaliteit van de coating sterk wordt ondermijnd.

Kort samengevat kan men stellen dat alle tot nu toe ontwikkelde kathodische beschermingssystemen statisch zijn, terwijl de intelligente anodes dynamisch



Afbeelding 7. De romp van dit jacht is gemaakt van duplex roestvast staal 1.4462 en voorzien van intelligente anodes.

zijn. Daarom wordt een grote toekomst voorspeld van dergelijke beschermingssystemen.

Verantwoording:

Dank is verschuldigd aan het bedrijf Corrodium B.V. die voor relevante informatie heeft zorg gedragen.

Voor meer informatie: info@innomet.nl