

Corrosie bij multimateriaal-verbindingen

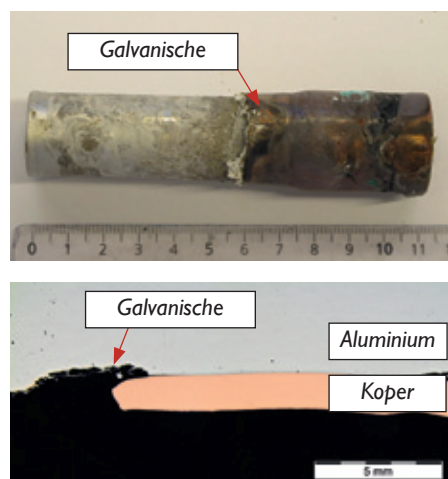
i Belgisch Instituut voor Lastechniek
Jens Conderaerts

Multimateriaalverbindingen zijn verbindingen waar verschillende materialen met elkaar gecombineerd worden. Ze kennen een steile opgang binnen diverse sectoren. In de transportsector, met een trend naar lichtgewicht ontwerpen, zijn deze nodig om lichtgewicht materialen zoals aluminium en composieten te verbinden met 'zwaardere' en stijvere materialen zoals staal of roestvast staal. Ook in verwarming, koeling en batterijen worden meer en meer multimateriaalverbindingen gebruikt, in het bijzonder de combinatie aluminium en koper. Daarnaast worden multimateriaalverbindingen ingezet omwille van de interessante functionaliteit van de twee afzonderlijke materialen (bijvoorbeeld combinatie staal met RVS).

Het verbinden van verschillende materialen wordt in de meest recente "Joining Strategic Research Agenda" van het Joining Sub-Platform^[1] van de Europese Commissie als één van de hoofduitdagingen beschouwd in sectoren als automobielsector, hernieuwbare energie, offshore windturbines, luchtvaart, treinen en civiele constructie.

GALVANISCHE CORROSIE

De introductie van deze multimateriaalverbindingen in de markt is reeds achter



Galvanische corrosie door contact van aluminium met koper na 6 weken zoutneveltest. Boven: macroscopisch beeld. Onder: microscopisch beeld.

de rug. Omdat deze verbindingen echter worden gebruikt in diverse omgevingen, zoals in vloeistoffen of in de atmosfeer, bestaat er risico op corrosie. Bij combinaties van verschillende geleidende materialen ontstaat in deze situatie een bijkomend risico op galvanische corrosie. Als twee verschillende materialen in contact zijn met elkaar, zal het minst edele materiaal versneld aangetast worden in een agressieve omgeving. De versnellingsfactor kan snel 10 tot 100 bedragen. In Bijschrift: ziet men bijvoorbeeld een versnelde aantasting van het aluminium dat verbonden is met het koper.

Galvanische corrosie kan zich voordoen als aan volgende factoren voldaan is:

- Een voldoende potentiaalverschil in de galvanische reeks
- De materialen moeten elektrisch verbonden zijn met elkaar
- De materialen moeten in contact zijn met hetzelfde elektrolyt

Hierna wordt kort toegelicht waarom galvanische corrosie een reëel gevaar betekent voor de integriteit van een verbinding. Het risico op galvanische corrosie blijkt afhankelijk van diverse factoren zoals de materiaalkeuze van de te combineren materialen, het ontwerp en de omgeving. De aantasting kan afhankelijk van deze factoren tot een factor 100 sneller verlopen dan in de situatie waar het materiaal niet gekoppeld is aan een ander materiaal.



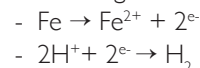
Het risico op galvanische corrosie wordt bepaald door het volledige systeem: materiaalkeuze, ontwerp en omgeving. Enkele mogelijke parameters worden in deze schematische figuur opgelijst.

WAAROM IS HET KOPPELEN VAN MATERIELEN EEN GEVAAR?

Materialen kunnen opgedeeld worden in edele en onedele materialen aan de hand van hun corrosiepotentiaal. Deze kan bepaald worden aan de hand van een meting ten opzichte van een referentieëlektrode, bijvoorbeeld een zilver/zilverchloride elektrode of bijvoorbeeld de calomel elektrode (SCE). In de volgende figuur wordt een ophijsting gegeven van de corrosiepotentiaal van verschillende materialen in stromend zeewater. Dit wordt een galvanische reeks genoemd. Links in deze figuur staan de meest edele materialen en rechts de meest onedele.

Indien twee materialen uit de reeks gekoppeld worden, zal het meest onedele materiaal in de koppeling zichzelf opofferen ter bescherming van het andere materiaal. Des te groter het potentiaalverschil tussen beide materialen, des te groter het risico op galvanische corrosie.

De galvanische reeks geeft echter geen uitsluitsel over het echte gevaar van galvanische corrosie. De reden waarom galvanische corrosie een reëel gevaar vormt voor de integriteit van een structuur kan best uitgelegd worden aan de hand van polarisatiecurves. Het is belangrijk om weten dat bij een corrosiereactie altijd een oplosreactie gebeurt en een reductiereactie. Bijvoorbeeld ijzer lost op in een zuur en tegelijk wordt waterstof gereduceerd tot waterstofgas:



Beide halfreacties hebben een bepaalde evenwichtspotentiaal (E_{eq}). Als een potentiaal wordt aangelegd aan het ijzer die hoger is dan deze E_{eq} , zal ijzer verder in oplossing gaan en zal een elektrische stroom gaan vloeien. Het verband tussen deze aangelegde potentiaal en de stroomdichtheid is de rode curve op een $E - \log i$ diagram (zie figuur). Een gelijkaardige rede-nering geldt voor het waterstof maar dan voor potentialen die meer negatief zijn.

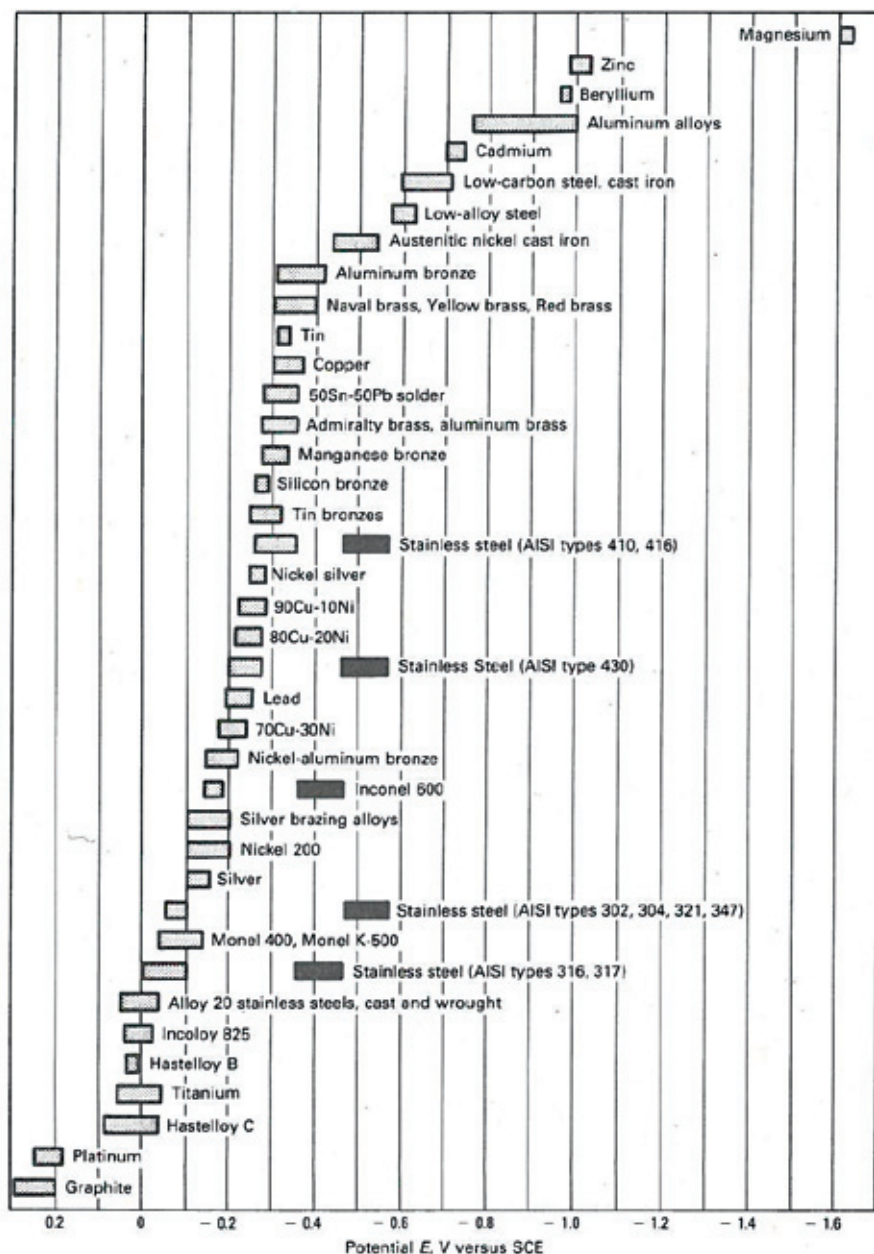


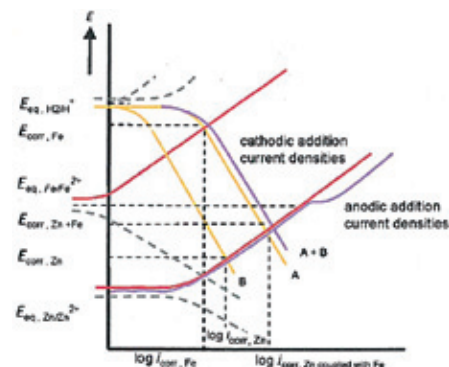
Fig. 11 Corrosion potentials of various metals and alloys in flowing seawater at 10 to 25 °C (50 to 80 °F). Flow rate was 2.5 to 4 m/s (8 to 13 ft/s); alloys are listed in order of the potential vs. a saturated calomel electrode (SCE) that they exhibited. Those metals and alloys indicated by a black bar may become active and exhibit a potential near -0.5 V (SCE) in low-velocity or poorly aerated water and in shielded areas.

Potentiaal van metalen en legeringen in stromend zeewater (10 - 25 °C).^[2]

Omwillen van de ladingsneutraliteit moet de corrosiepotentiaal E_{corr} gezocht worden op het punt waar de rode curve de bijhorende oranje curve snijdt, waar beide reacties even snel verlopen en de ladingsneutraliteit gegarandeerd is. In ongekoppelde toestand zou het ijzer dus corroderen aan een snelheid die evenredig is aan de stroomdichtheid $i_{\text{corr,Fe}}$ [A/cm²] en het zink aan een snelheid evenredig aan $i_{\text{corr,Zn}}$.

Als deze twee materialen gekoppeld zijn, moeten de individuele curves bij elkaar geteld worden. Dan bekomt men de paarse curves. Opnieuw wordt gezocht naar het punt van ladingsneutraliteit, wat opnieuw

het snijpunt is van de twee paarse curves. Op die manier bekomt men de corrosiepotentiaal van het koppel $E_{\text{corr,Zn+Fe}}$ en de stroomdichtheid van het koppel $i_{\text{corr,Zn+Fe}}$. Merk op dat de stroomdichtheid op logaritmische schaal getekend is (log i). De stroomdichtheid van het koppel is hoger dan de individuele stroomdichtheden. Omdat de corrosiepotentiaal van het koppel onder de evenwichtspotentiaal van het ijzer ligt, is het ijzer beschermd en zal enkel het zink corroderen. Omwillen van de logaritmische schaal kan de stroomdichtheid van het koppel veel hoger zijn dan in de ongekoppelde toestand. Als gevolg kan de corrosiesnelheid van het zink in het koppel



Potentiaal - stroom diagram.^[3] Verklaring van de versnelde aantasting door contact van twee materialen (hier zink en ijzer in zuur milieu). De rode curves stellen de oplosreactie voor van zink en ijzer respectievelijk. De oranje curves stellen de reductiereactie op zink (B) en ijzer (A). Bemerkt dat de stroomdichtheid op logaritmische schaal is getekend (log i).

snel een factor 100 of meer hoger zijn dan de individuele corrosiesnelheid.

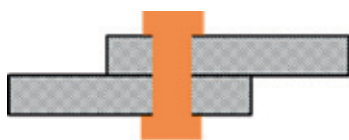
Ten slotte spelen ook oppervlakte-effecten een rol. Een klein onedel oppervlak dat verbonden is met een groot edel oppervlak zal veel sneller corroderen dan de omgekeerde situatie. Immers moeten beide halfreacties in evenwicht zijn. In de volgende figuur wordt het voorbeeld gegeven van een bout in koper die twee stalen platen verbindt of een stalen bout die twee koperplaten verbindt. In het laatste geval zal alle corrosie zich concentreren op een klein oppervlak en zal de stalen bout veel sneller falen.

Bijgevolg zijn er verschillende redenen waarom koppelen van materialen en bijgevolg galvanische corrosie lokaal een dermate corrosief effect kan hebben.

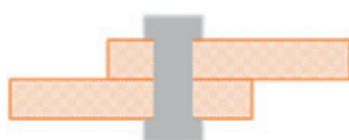
OPROEP TOT DEELNAME ONDERZOEK

Het Belgisch Instituut voor Lastechniek heeft met steun van SIM-VLAIO een toegepast collectief onderzoek opgestart over galvanische corrosie bij multimate-riaalverbindingen. Aan de hand van zeer toepassingsgerichte cases zullen geschikte oplossingen onderzocht worden. Enkele voorbeelden die onderzocht zullen worden:

- Boutverbindingen
- Contact van staal en aluminium voor lichtgewichttoepassingen (vb. transport-sector)
- Zwart-witverbindingen (staal met roest-



Koper bout in staal



Stalen bout in koper

Oppervlakte-effecten bij galvanische corrosie: twee platen worden gebout. Door een kleine onedele bout (staal) in combinatie met een groot edel oppervlak zal de rechtse situatie veel sneller tot een falen leiden dan het linkse.

- vast staal)
- Contact van metalen met composieten voor lichtgewichttoepassingen (vb. transportsector)
- Contact van koper en aluminium in batterijen of warmtewisselaars

De onderzoeksvragen voor dergelijke cases kunnen omvatten:

- Bestaat het risico op galvanische corrosie in mijn toepassing? Welk effect heeft galvanische corrosie op de levensduur van installaties?
- Welke codes van goede praktijk bestaan reeds om galvanische corrosie te vermij-

den voor mijn toepassing?

- Welke technieken zijn voor mijn toepassing beschikbaar om galvanische corrosie te vermijden en welke techniek is meest geschikt voor de levensduur van mijn component?

Het project is gestart op 1 mei 2019. Het BIL is op zoek naar bedrijven die willen participeren in dit project. Bij interesse kan men rechtstreeks contact opnemen met Jens Conderaerts of zich registreren als geïnteresseerde via het invulformulier op de BIL website: <http://www.bil-ibs.be/onderzoeksproject/toegepast-collectief-onderzoek-over-galvanische-corrosie>.

BRONNEN

- [1] Strategic Research Agenda for Joining, Joining Sub-Platform van de Europese Commissie (2013)
- [2] ASM Specialty Handbook Stainless Steel, ASM International, 1994.
- [3] Corrosion Engineering Guide, Giel Notten, KCI Publishing, 2008

Geluiddempend vloersysteem MasterTop 1327 ontvangt het M1-certificaat

Het geluiddempend vloersysteem MasterTop 1327 van Master Builders Solutions® van BASF werd bekroond met het M1-certificaat. M1 is de hoogste categorie in de Finse rangschikking wat VOC emissies van bouwmaterialen betreft. Deze certificering houdt eveneens een geurtest in die vereist dat geurniveaus neutraal/aanvaardbaar moeten zijn. De M1 rangschikking kan enkel worden bereikt door producten met uitzonderlijk lage emissiedrempels.

Het MasterTop 1327 vloersysteem heeft eerder al belangrijke onderscheidingen behaald, waaronder het voldoen aan de strenge eisen van het emissie evaluatieschema van de AgBB (Duits Comité voor gezondheidsgerelateerde evaluatie van bouwproducten).

Het behaalde eveneens de hoogste rangschikking (A+) van het Franse VOC evaluatiesysteem en is goedgekeurd voor gebruik in BREEAM (Building Research Establishment Environmental assessment Methodology), LEED (Leadership in Ener-

gy and Environmental Design) en DGNB (German Sustainable Building Council) eco-gecertificeerde gebouwen. MasterTop 1327-20dB is het enige gietvloersysteem dat de geluidsimpact met 20 dB vermindert. Bovendien bevordert dit vloersysteem een aangename omgeving zowel wat comfort als geluidsbeperving betreft. MasterTop 1327 is een naadloos vloersysteem dat makkelijk te onderhouden is. Het biedt een goede slijtweerstand

en is op lange termijn een economisch vloersysteem, ideaal voor openbare gebouwen zoals scholen, winkelcentra, ziekenhuizen en kantoren.

MasterTop 1327 is een polyurethaan vloersysteem. Het is beschikbaar in nagenoeg alle RAL en NCS kleuren waardoor een creatieve vrijheid wat design betreft mogelijk is. Vandaar dat deze vloer ook zeer in trek is bij architecten en interieurontwerpers.

