Oppervlaktebehandelingen voor de constructeur – IV

Galvanotechniek

Galvanotechniek onderscheidt zich van alle andere oppervlaktetechnieken doordat het een uitgebreid palet van galvanische deklagen bevat, elk met hun specifieke eigenschappen. Geen andere techniek heeft zulke uitgebreide toepassingsmogelijkheden. Met galvaniseren, niet te verwarren met het thermisch verzinken, kunnen bijna alle mogelijke eigenschappen via het materiaaloppervlak aan een voorwerp worden toegevoegd.

Jacques Schreuder, branchesecretaris & opleidingscoördinator, Vereniging ION

Galvaniseren is het langs elektrolytische weg aanbrengen van een hechtende metaallaag op een elektrode met het doel het oppervlak daarvan eigenschappen of afmetingen te geven, afwijkend van die van het grondmetaal (ISO 2080). Het elektrolytische proces speelt zich af in waterige oplossingen van zuren, basen en hun zouten (elektrolytoplossingen), over het algemeen bij temperaturen van 20 tot 100 °C. In de elektrolytoplossing, waarin de metaallaag op het voorwerp wordt aangebracht, bevindt zich het betreffende metaalzout.
In het procesbad hangen langs de wand(en) de anoden van het aan te brengen metaal of van een inert materiaal en midden daartussen bevindt zich de kathodestang met daaraan de te galvaniseren voorwerpen. De anode (pluspool) en kathode (minpool) zijn aangesloten op een gelijkstroombron (gelijkrichter). Bij gelijkstroomdoorvoer worden de metaalionen aan de kathode ontladen en neergeslagen op het grondmateriaal als groeiende kristallen. Er vindt aangroei plaats op de kristalstructuur van het grondmateriaal. Tegelijkertijd gaat het metaal van de anode in de vorm van metaalionen in de oplossing.
Het totale galvanisatieproces vraagt voor het aanbrengen van de deklaag altijd een voorbehandeling (ontvetten en beitsen) en eventueel een nabehandeling (passiveren) om tot het gewenste resultaat te komen. De uitvoeringsvormen van de galvanotechniek zijn divers en afhankelijk van het voorwerp dat moet worden behandeld. De meest gangbare techniek is hangwerk dat in baden wordt behandeld maar ook trommelwerk, jet plating, continu galvaniseren, tampongalvaniseren, etcetera zijn technieken die hun specifieke toepassing vinden.

Toepassing

Het voornaamste doel van de galvanotechniek is het verbeteren en veredelen van metalen en ook niet-metalen voorwerpen. Daartoe wordt er een ander metaal als toplaag aangebracht op het voorwerp. De bekendste bewerking is het verbeteren van de corrosieweerstand van een voorwerp door bijvoorbeeld verzinken of vernikkelen. Een andere bekende bewerking is het verfraaien van voorwerpen door vergulden of verzilveren van bijvoorbeeld sieraden. Ook het verchromen van voorwerpen valt hieronder. Galvanotechniek kan echter ook voor andere toepassingen worden gebruikt. Zo kunnen aan metalen en ook aan niet-metalen door het aanbrengen van een galvanische laag gewenste eigenschappen worden gegeven, waardoor zij voor een bepaalde toepassing beter geschikt worden. Denk bijvoorbeeld aan het opbrengen van harde toplagen die de slijtvastheid sterk verbeteren of lagen die de elektrische geleiding verbeteren.

Corrosiebescherming

Corrosie bedreigt alle onedele metalen. De meest gebruikte metalen, zoals staal, messing en koper worden snel aangetast door de omgeving waarin ze worden gebruikt. Bij corrosiewering door de galvanisch aangebrachte metaallaag zijn er twee mogelijkheden. Een van de mogelijkheden is corrosiewering waarbij het grondmateriaal volkomen wordt afgesloten door een metaallaag, die een betere weerstand heeft tegen corrosie dan het grondmateriaal. Het vernikkelen van staal is daar een voorbeeld van. De nikkellaag moet dan wel voldoende dik zijn en mag geen poriën bevatten.

Galvanoplastiek

Wanneer een dikke metaallaag neergeslagen wordt op een vorm die later wordt verwijderd, blijft een galvanotechnisch vervaardigd voorwerp over. Deze werkwijze wordt elektroformeren of galvanoplastiek genoemd. Elektroformeren is een van de oudste toepassingen van de galvanotechniek. Er zijn gevallen waarbij deze methode de goedkoopste of de enige oplossing is om voorwerpen te fabriceren.
Bij de productie van de spuitmondjes van inktjetprinters worden de vergulde nikkelplaatjes die de spuitgaatjes bevatten ook gemaakt met de elektroformeertechniek. De dunne plaatjes worden neergeslagen op een zogenaamde matrijs waarop met lak 'het spiegelbeeld' van de vorm van de plaatjes is aangebracht. Na het scheiden van het neerslag wordt er eventueel een goudlaag aangebracht als corrosiewerende laag. De matrijs is meerdere keren inzetbaar. Zo kunnen ook bijzondere zeefjes gemaakt worden voor bijvoorbeeld koffiemachines.

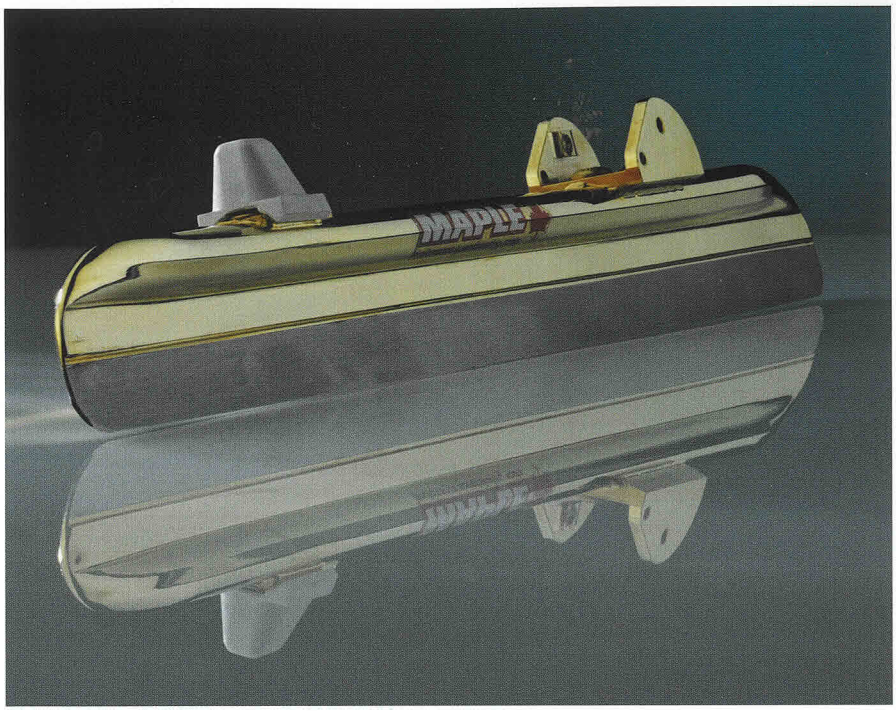
Corrosiebescherming door het aanbrengen van een metaallaag die gemakkelijker door corrosie wordt aangetast dan het grondmetaal is de tweede mogelijkheid. Deze deklaag offert zich op en beschermt het grondmateriaal. Een voorbeeld is een zinklaag op staal. Deze laag is ook nog werkzaam als hij beschadigd of poreus is. Door dit opofferen wordt de zinklaag verbruikt. Als deze op is, is er geen bescherming meer. Dit wordt echter weer vertraagd door het zink te passiveren met een metaaloxidefilm zoals blauw- of geelpassiveren, waarmee het zink een gekleurd of iriserend oppervlak krijgt.

Uiterlijk

Verfraaiing is een van de belangrijkste toepassingen van de galvanotechniek. Een fraai uiterlijk moet echter ook mooi blijven en gaat daarom meestal samen met corrosiewering. Het komt bij galvanische bedekkingen wel voor dat het fraaie uiterlijk van artikelen verdwenen is voordat het artikel 'op'. Dit kan het geval zijn bij zinklagen. Er zijn toepassingen, zoals bij dure apparatuur, waar dit niet wenselijk is. Een andere bedekking kan dan uitkomst bieden, bijvoorbeeld nikkel-chroom.
Het fraaie uiterlijk kan hoogglanzend, halfglanzend of mat zijn, maar het moet in ieder geval gelijkmatig zijn. Putten, krassen en dergelijke storen het uiterlijk. Sommige galvanische lagen blijven niet zo mooi als ze in het begin waren. Een galvanisch aangebrachte nikkellaag bijvoorbeeld is eerst hoogglanzend, maar wordt later toch mat. Dit kan worden voorkomen door op het nikkel een heel dun chroomlaagje aan te brengen zoals standaard gebeurt bij het zogenaamde sierverchromen.
Het is niet altijd gemakkelijk precies te omschrijven hoe een fraai oppervlak er uit moet zien. Dat kan tot moeilijkheden leiden tussen de galvaniseur en de opdrachtgever. Een methode die vaak wordt toegepast is het gebruik van een voorbeeld (een monster of staal) dat op de gewenste wijze is behandeld en dat voor beide partijen vastlegt wat er is afgesproken.

Geleidbaarheid

Het verbeteren van de oppervlaktegeleidbaarheid is een toepassing van de galvanotechniek die in de elektrotechniek en in de elektronica veel voorkomt. Een goede geleidbaarheid voor elektrische stroom, dat wil zeggen een geringe weerstand, is vooral voor contactoppervlakken erg belangrijk. Bij contacten moet de elektrische stroom van het ene metalen deel op het andere overgaan over de punten van aanraking. Meestal zijn contacten niet geheel vlak, zodat er maar enkele punten zijn waar de metalen elkaar raken. Op die plaatsen moet de gehele stroom kunnen vloeien en daarvoor moet een goed geleidend metaal worden gebruikt. Zilver en goud zijn hiervoor de meest toegepaste metalen.



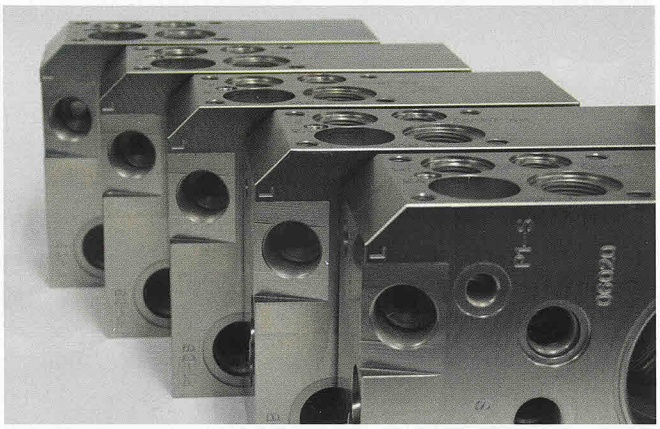
Galvaniseren is het langs elektrolytische weg aanbrengen van een hechtende metaallaag op een elektrode met het doel het oppervlak daarvan eigenschappen of afmetingen te geven, afwijkend van die van het grondmetaal (ISO 2080).

Reflecterend vermogen

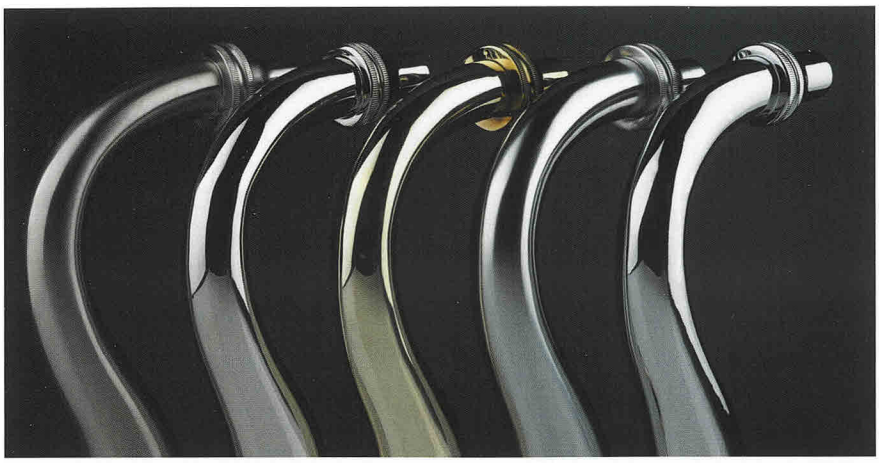
Wanneer licht op een voorwerp valt wordt een deel ervan geabsorbeerd en de rest wordt teruggekaatst (gereflecteerd). Hoeveel licht er wordt teruggekaatst hangt af van de oppervlaktegesteldheid van het soort materiaal. Zilver is een metaal dat zeer veel licht terugkaatst. Het terugkaatsen van licht kan op verschillende manieren gebeuren. Wordt het opvallende licht in alle richtingen teruggekaatst, dan ontstaat een doffe, matte indruk. Vindt de terugkaatsing in één richting plaats, dan wordt de indruk van een glanzend oppervlak verkregen. Zo'n oppervlak spiegelt; er is sprake van spiegelende reflectie. Het reflecterend vermogen van een oppervlak is afhankelijk van de metaalsoort.

Soldeerbaarheid

Sommige metalen zijn moeilijk te solderen. Dat komt omdat deze metalen geen legering met het gesmolten soldeer kunnen vormen. Wordt op zo'n metaal een laagje van een ander metaal aangebracht, dat wel een legering vormt, dan verbetert daardoor de soldeerbaarheid.



De bekendste bewerking is het verbeteren van de corrosieweerstand van een voorwerp, bijvoorbeeld door het aanbrengen van een blank gepassiveerde zinknikkellegering op hydraulische manifolds.

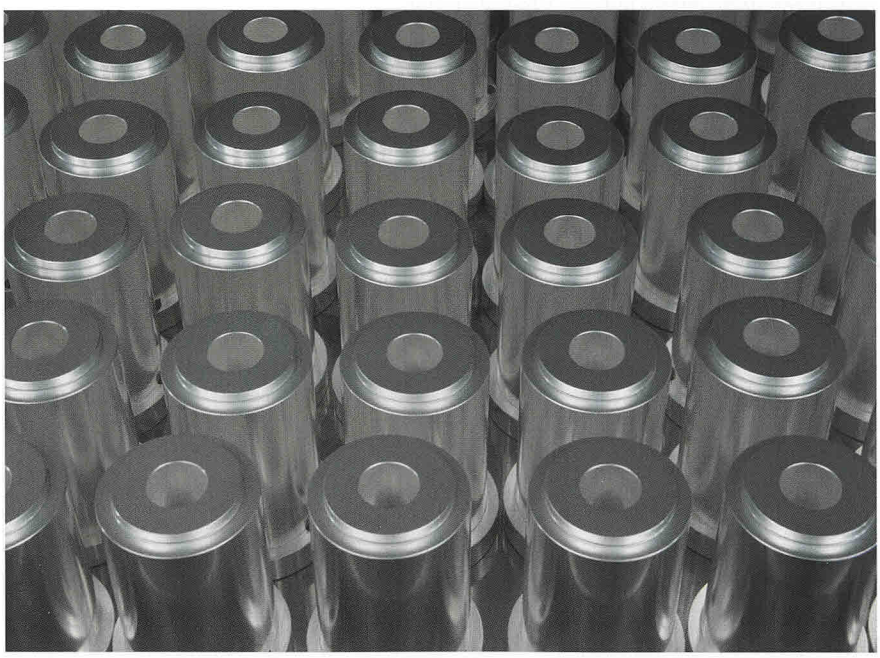


Verfraaiing is een van de belangrijkste toepassingen van de galvanotechniek.

Er zijn veel metalen die een goede soldeerbaarheid vertonen. Dit zijn onder andere tin, zilver en goud. Deze metalen zijn vooral goed soldeerbaar als ze een zeer zuiver oppervlak hebben.

Slijtvastheid

Er zijn twee methoden om de slijtvastheid op te voeren, namelijk door hardere deklagen aan te brengen op een zachtere ondergrond of deklagen te gebruiken met bepaalde zelfsmerende eigenschappen. Hardere deklagen zijn bijvoorbeeld hardchroomlagen, hardnikkellagen, stroomloze nikkellagen of rodiumlagen. Brons en stroomloos-nikkellagen met ingesloten PTFE zijn voorbeelden van (zachtere) lagen met zelfsmerende eigenschappen.
Hardchroom (technisch chroom) wordt veel toegepast op allerlei machinedelen. Niet alleen is chroom erg hard, maar het is ook corrosievast en het is juist deze combinatie die in de techniek erg nuttig is. Hardchroomlagen en hardnikkellagen worden gebruikt voor gereedschappen, assen, cilinders, walsen, enzovoort. Legeringslagen van palladium en nikkel vinden toepassing in de elektronica.



Het verbeteren van de geleidbaarheid is een toepassing van de galvanotechniek die in de elektrotechniek en in de elektronica veel voorkomt. Afgebeeld zijn galvanisch verzinkte aluminium geleiders.

Hardheid

De bekendste harde toplagen zijn hardchroom en hardnikkel. Ook stroomloze nikkellagen, bestaande uit een nikkel-fosforlegering worden gebruikt. Die laatste kunnen door een warmtebehandeling harder worden gemaakt. Stroomloze nikkellagen worden ook wel chemisch – of autokatalytisch nikkel genoemd (Engels: Electroless Nickel plating).

Zelfsmerend vermogen

Slijtage kan worden tegengegaan door de hardheid te vergroten, maar vooral ook door het materiaal zelfsmerende eigenschappen te geven. Een harde laag hoeft niet altijd slijtvast te zijn. Een goede smering kan bijvoorbeeld worden verkregen door hardchroomlagen poreus te maken, waardoor deze olie kunnen opzuigen. Hierdoor wordt de smering verbeterd waardoor minder slijtage optreedt. Verbeteren van de glij-eigenschappen is belangrijk bij het maken van glijlagers langs galvanotechnische weg. Lood is een metaal dat goed olie vasthoudt. Het is jammer dat lood gemakkelijk corrodeert, want de corrosieproducten hebben juist slechte glijeigenschappen. Daarom worden aan het lood andere metalen toegevoegd, zoals tin of indium, die de corrosieweerstand van lood verbeteren. In de vliegtuigindustrie worden stalen lagerschalen toegepast waarop het staal een zilverlaag met een dikte van 0,1 tot 0,5 mm wordt aangebracht en daarop een lood-indiumlaag. Dit zijn bijzonder goede glijlagers voor snel lopende motoren. Het zilver zorgt ervoor dat de warmte snel wordt verdeeld over het gehele lager.

Maatvoering

Door een dikke galvanische laag aan te brengen, kunnen aan een voorwerp andere afmetingen worden gegeven. Denk hierbij aan versleten machine-onderdelen die weer op maat moeten worden gebracht en ook bij onderdelen die maatafwijkingen hebben zodat ze eigenlijk niet bruikbaar zijn. Hierbij kunnen dikke lagen van hardchroom, hardnikkel worden aangebracht, die door slijpen of afdraaien nauwkeurig aan de maat kunnen worden gemaakt. De loopvlakken van hardnikkellagen worden vaak nog bedekt met een chroomlaag.

Galvano-verantwoord ontwerpen

Voor het verkrijgen van een galvanische deklaag met optimale kwaliteit moeten bij het ontwerp wel enige criteria in acht worden genomen. Zo hebben vorm, grondmateriaal en materiaalbewerkingen invloed op de kwaliteit en de eigenschappen van de deklaag en

hebben milieu- en gebruiksomstandigheden grote invloed op de corrosiebestendigheid van het voorwerp. De corrosiepreventie doet haar invloed gelden in alle ontwerpstadia bij de keuze van de vorm, het materiaal, de materiaalbewerking en bij de keuze van de galvanische deklaag. Corrosiepreventie is dan ook een integraal onderdeel van het gehele ontwerp. Een mechanische voorbehandeling zal vrijwel altijd het startpunt zijn van een oppervlaktebehandeling. Omdat mechanische bewerkingen vrijwel altijd duur zijn, is het verstandig om het uitgangsmateriaal zodanig te kiezen dat mechanische bewerkingen zoveel mogelijk vermeden worden. Het grondmateriaal met de beste oppervlaktekwaliteit (ruwheid, structuur) is al gauw goedkoper en geeft altijd een beter resultaat dan inferieur materiaal, waaraan extra mechanische bewerkingen moeten worden uitgevoerd.
Als het oppervlak toch bewerkt dient te worden ontwerp dan zodanig, dat het te bewerken oppervlak zo goed mogelijk bereikbaar is. Hoeken kleiner dan 90° zijn bijvoorbeeld onbereikbaar. Ook moeten holten en gaten worden vermeden in verband met het afzetten van vet en slijpafval. Overweeg de mogelijkheid het constructiemateriaal voor te slijpen in delen of op gestrekte lengtes, zowel plaat-, strip-, als buismateriaal; dat bevordert een strak uiterlijk en bespaart kosten. Om te zorgen dat de voorwerpen niet beschadigen tijdens transport moeten deze zodanig verpakt worden dat de voorwerpen elkaar niet kunnen beschadigen en mogen ze evenmin van buitenaf schade kunnen oplopen.
Een gelijkmatige stroomdichtheidsverdeling over het te galvaniseren oppervlak resulteert in een goede laagdikteverdeling. Bij galvanische bewerkingen zal de verdeling van de stroom zich aanpassen aan de vorm van het voorwerp. Scherpe punten, hoeken of randen trekken extra stroom en veroorzaken ter plaatse extra laagdikte. In extreme gevallen treedt zelfs 'verbranding' op, dat is excessieve en vaak ruwe aangroei van de laag. Delen van het oppervlak die afgeschermd worden of verder van de anode afliggen, trekken weer minder stroom, waardoor op die plaatsen minder laagdikte wordt opgebouwd.

Kostprijsaspecten

De kostprijs van het galvaniseren wordt over het algemeen bepaald door de loonkosten, materiaalkosten en vaste kosten. De loonkosten maken vaak het grootste deel van de kostprijs uit. Factoren die de kostprijs van de oppervlaktebehandeling in meer of mindere mate kunnen beïnvloeden zijn:
- hanteerbaarheid;
- materiaal;
- vorm;
- materiaaloppervlak;
- conservering;
- type oppervlaktebehandeling;
- seriegrootte;
- wijze van aan- en aflevering;
- levertijd.

Als branchevereniging beoogd ION met dit artikel deze techniek dichter bij de ontwerper en constructeur te brengen, door duidelijk te maken wat met deze techniek bereikt kan worden op technisch-, economisch, esthetisch gebied. Juist voor dit doel is bij de vereniging ION het Handboek Galvanotechniek (ISBN/EAN 978-90-821575-0.5, ad € 10,-) verkrijgbaar waar in detail en uitgebreid wordt ingegaan op alle aspecten die de ontwerper en de constructeur ondersteunen bij het maken van keuzes.

www.vereniging-ion.nl

Enkele ontwerpregels

- Alle plaatsen van het aangegeven wezenlijke oppervlak op het voorwerp, die geraakt kunnen worden door een bol met 20 mm diameter, moeten voldoen aan de voorgeschreven minimum laagdikte, tenzij anders wordt overeengekomen. De laagdikte op niet-bereikbare of niet-wezenlijke oppervlakken moet tussen uitbesteder en galvaniseur worden overeengekomen (ISO 1456).
- Voorkom scherpe hoeken, scherpe kanten, scherpe punten en scherpe richels. Het is raadzaam deze af te ronden tot een straal van 0,8 mm of ten minste 0,4 mm (ASTM B 507).
- Bij verdiepingen is het raadzaam de verhouding wijdte/diepte groter te maken dan 3, daar anders de dekking snel minder wordt of zelfs helemaal niet plaatsvindt (ASTM B 507).
- Voorkom scherpe binnenhoeken en scherpe binnenranden. Is bij een verdieping de straal (r) in de rand kleiner dan 10 mm, dan kunnen ter plaatse de minimum-laagdikte-eisen niet gelden. In binnenhoeken van verdiepingen wordt vaak geen laagdikte-eis gesteld; men neemt dan genoegen met 'gedekt zijn' en minder corrosiebescherming (ASTM B 507).

batenburg
mechatronica
T +31 10 2928787
T +32 2 2533120
E info.mechatronica@batenburg.nl
I www.batenburg-mechatronica.com
FSG Sensoren voor hoek, lengte, inclinatie en bedieningshendels