

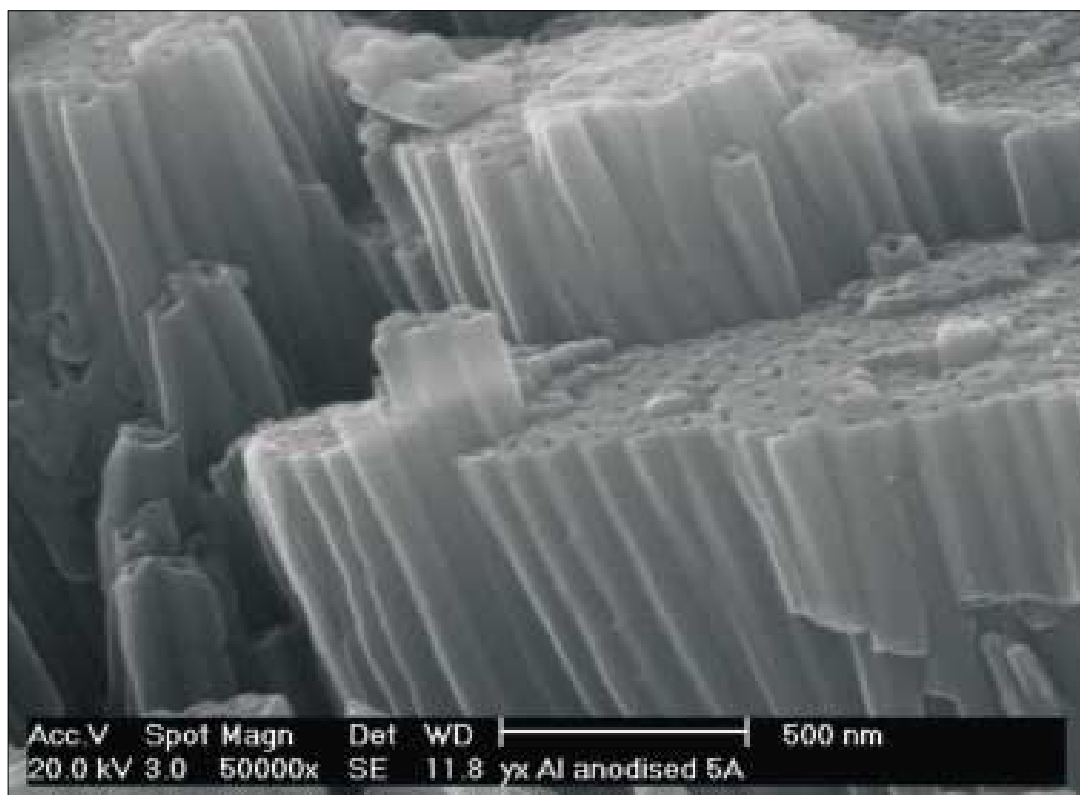
# ANODISEREN

## VOORLICHTINGSFICHE ALUMINIUM - DEEL 7 (2)

In het tweede deel over oppervlaktebehandelingen van aluminiumlegeringen gaan we nader in op het anodiseren van aluminium en zijn legeringen.

We zetten de verschillende toepassingen op een rijtje, bespreken de probleemgevallen en het principe van het hardanodiseren.

Door *M. De Bonte, J.P. Celis*



Zicht op een breukvlak van een anodisatielaag bij grote vergroting. Maatstreek stemt overeen met 1 µm. Men merkt de langwerpige, buisvormige structuur van de niet-verdichte anodisatielaag (Foto's: M. De Bonte)

### ANODISEREN

Anodiseren is een elektrochemisch proces gebaseerd op een anodische behandeling van metalen en hun legeringen om een hechtende oxideneerslag op en met het substraat te vormen. Meestal staat een oplossingsreactie in competitie met de oxidevorming. Op die plaatsen waar een oxide gevormd wordt, verhoogt de elektrische weerstand. De plaatsen waar de oxidelaag dunner is omdat het elektrisch veld afgeschermd wordt, worden door dit effect minder 'benadeeld'. Bij anodisaties bekomt men dan ook een goede laagdikteverdeling. Commercieel zijn er anodisatieprocessen beschikbaar voor aluminium, titaan en magnesium. Het anodiseren van zink en zijn legeringen zoals zamak wordt commercieel niet meer toegepast. Bij het anodiseren wordt

door een reactie met het substraat, dit is het te bedekken materiaal, de deklaag gevormd. Lagen waarbij het substraat zelf mee de deklaag vormt, worden conversielagen genoemd. Vandaar dat men anodiseren zowel onder de elektrolytische processen kan klasseren als onder de conversielagen.

### ANODISEREN VAN ALUMINIUM EN ZIJN LEGERINGEN

Anodiseren van aluminium wordt ook wel eens naar het Duits eloxeren genoemd. De anode (het te behandelen aluminium) en een kathode om de stroomdoorgang toe te laten (bv. roestvast staal) worden in een geschikte elektrolyet gebracht. Bij stroomdoorgang treden aan het werkstuk in hoofdzaak drie reacties op: een deel van het aluminium wordt geoxideerd en vormt een

oxide, een deel van het aluminium gaat in oplossing, en er wordt zuurstof gevormd die ontsnapt in de vorm van gasbellen. Terwijl de oxidelaag wordt opgebouwd groeit de elektrische weerstand van de laag, waardoor warmte wordt vrijgegeven. Deze ontwikkeling van warmte is aanzienlijk, zodat de meeste anodisatievloeistoffen moeten gekoeld worden om een constante

poedercoatings de ruime toepassing kregen die zij nu hebben, was het anodiseren reeds in gebruik en het was in die tijd de oppervlaktebehandeling voor aluminium. Van de vele anodiseerbewerkingen die op aluminium worden toegepast is anodiseren in zwavelzuur veruit het belangrijkste. Als men zonder meer over anodiseren van aluminium spreekt, bedoelt men altijd zwavelzuuranodiseren.

Een traditioneel anodisatieproces, waarmee laagdikten tot typisch 2,5 µm bereikt worden, bestaat uit 4 stappen:

- (1) de voorbehandeling,
- (2) het anodiseren in zwavelzuur,
- (3) het inkleuren en
- (4) het verdichten in kokend water of stoom (soms wordt ook een koude sealing gebruikt; deze is o.a. in Italië meer in gebruik).

De kwaliteit van het verdichtingsproces zal in hoge mate mede de corrosiebestendigheid van het systeem bepalen. Bij het verdichten wordt de structuur bestaande uit keramiek (aluminiumoxide) met open cellen omgezet in een gesloten structuur van gehydrateerd oxide. Hierdoor verhoogt de corrosiebestendigheid. Het inkleuren kan gebeuren door absorptie van pigmenten of door opname van metaalzouten in een

**ANODISEREN IS EEN  
ELEKTROCHEMISCH PROCES  
GEBASEERD OP EEN ANODISCHE  
BEHANDELING VAN METALEN EN  
HUN LEGERINGEN OM EEN  
HECHTENDE OXIDENEERSLAG OP  
EN MET HET SUBSTRAAT TE  
VORMEN**

procesvoering te kunnen waarborgen. Anodiseren is een methode om een dickere en sterkere oxidelaag aan te brengen dan deze die van nature op aluminium aanwezig is. Hierdoor kan de corrosieweerstand van dit metaal belangrijk worden opgevoerd. Een bijkomende troef is de hoge hardheid van de anodisatie (typisch meer dan 250HV). Anodiseren is aluminium 'op het lijf geschreven'. Voordat lakbedekkingen en

*Veel toegepaste aluminiumsoorten*

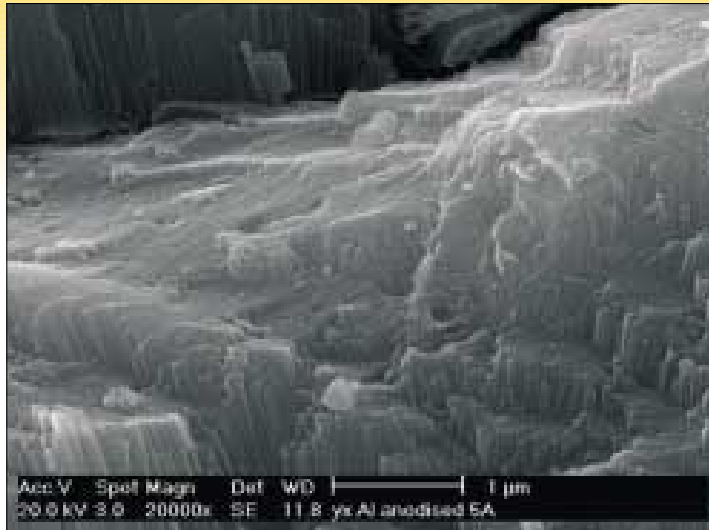
Aanduiding type van de legering	Internationale aanduiding	Duitsland DIN	Toepassing
Ongelegeerd	1050A	Al 99,5	Plaat
AlMg	5005A	AlMg 1	Plaat
AlMgSi	6060/6063	AlMgSi 0,5	Profiel

elektrolytisch proces. Kleuranodisaties waarbij de inkleuring met metaalzouten en met organische kleurstoffen gecombineerd worden laten toe meer kleurschakelingen te bekomen die tevens veel intenser zijn dan de vroeger bereikbare. De kleurstabiliteit is daarenboven uitstekend.

Wanneer men een zuiver aluminium anodiseert met een laag van 20 µm, dan moet men rekening houden met een gemiddelde laagopbouw boven het eerdere referentievlak van 10 µm. Een geslepen cilinder anodiseren met een laag van 20 µm leidt gemiddeld tot een vergroting van de diameter met 20 µm. Niet in rekening gebracht is het materiaal verlies bij het ontvetten en eventueel beitsen voorafgaand aan het anodiseren. De verhouding 50/50 (50% boven, en 50% in het substraat) is afhankelijk van de gebruikte legering. Men moet rekening houden met verhoudingen gaande van 50/50 tot 70/30. Voor erg kritische toepassingen wordt dit best op voorhand getest met de anodiseur.

## HARDANODISEREN

Door in te spelen op de procesvoorwaarden kunnen laagdikte en laageigenschappen gewijzigd worden. Zo kunnen o.a. bij lage badtemperatuur, eventueel een gewijzigde elektrolytsamenstelling en hoge celspanning, dikke (30 – 300 µm) sleetbestendige anodisatielagen bekomen worden. Deze hardanodisatielagen worden meestal niet naverdicht, daar de laag dan sterk inboet aan slijtagebestendigheid. Wenst men toch een verbeterde corrosiebestendigheid, dan wordt de laag met een organische film geïmpregneerd. Soms wordt als nabehandeling een chromatatie uitgevoerd. De typische celstructuur van deze anodisatielaag is voorgesteld in bijgaande foto's. De celdiameter bedraagt 100 tot 250 nm. De structuur is dus een composiet bestaande uit een honigraat in keramiek (aluminiumoxide) en lange, fijne poriën. Klassieke anodisaties hebben een gelijkaardige structuur; in de poriën kunnen metaalverbindingen of hydroxiden worden neergeslaan om het aluminium te kleuren (zie vorige paragraaf). Een lage wrijvingscoëfficiënt kan bereikt worden door het impregneren van de anodisatielaag met vaste smeestoffen, meestal een gefluoreerde verbinding zoals PTFE. Door het hardanodiseren kan men dickere lagen bekomen, die tevens harder zijn, typisch 450 HV voor een geschikte legering.



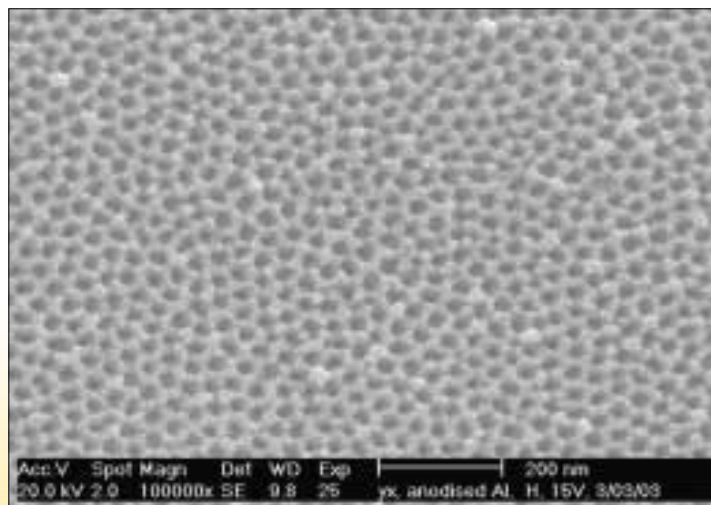
Detail van de structuur van een anodisatielaag

## WELKE LEGERINGEN ANODISEREN?

Het klassiek anodiseren in kleur wordt veel toegepast voor de bouwsector (diverse profielen voor balkons en overkappingen, voorzetwanden...), de transportsector (laadbakken...) en zeer diverse applicaties in de machinebouw (cilinders voor geleiding van papier, behuizing van elektronische componenten, ladders...). Vele kneedlegeringen zijn goed tot zeer goed anodiseerbaar. Tot de meest gebruikte horen de laaggelegeerde legeringen van de 6000-reeks voor profielen. Ook materialen van de 5000-reeks zijn doorgaans goed anodiseerbaar. Meestal gaat het om plaatmateriaal. Voor decoratieve toepassingen moet men een kwaliteit geschikt voor anodiseren voorschrijven. Dit houdt in dat de oppervlaktekwaliteit erg goed is zodat met een beperkte etsing een homogeen uitzicht wordt bekomen, en dat het materiaal zodanig homogeen is dat na anodiseren geen banden ontstaan ten gevolge van samenstellings- of structuurverschillen. De

profiellegeringen 6060 en 6063 hebben nagenoeg dezelfde samenstelling en zijn ook wat hun eigenschappen betreft vrijwel gelijk. Voor de chemische samenstelling van plaat- en profiellegeringen kan verwezen worden naar deel 2 van de voorlichtingsfiche rond aluminium (Metallerie april 2003). Indien andere legeringen gewenst of noodzakelijk zijn, verdient het aanbeveling advies in te winnen bij de constructeur en de uitvoerder van de oppervlaktebehandeling. Er dient rekening mee te worden gehouden dat bepaalde legeringbestanddelen, zoals Si, Mn, Cr en Fe, de technische kwaliteit van de anodisatie (de anodiseerbaarheid) niet verminderen maar de kleur van het geanodiseerde materiaal kunnen beïnvloeden. Band met dezelfde specificaties maar uit verschillende gietingen of delen verschillende delen van een gewalste rol kan dan makkelijk aanleiding geven tot kleurverschillen. In vele gevallen zal men opeenvolgende delen van de rol bijeen zetten om geen problemen te krijgen met kleine toegelaten verschillen die niettemin tot een weinig esthetisch effect leiden.

*Bovenaanzicht van geanodiseerd zuiver aluminium. Men merkt de zeer gelijkmatige structuur. Dergelijke anodisatielagen kunnen als keramisch membraan aangewend worden*



## PROBLEEMGEVALLEN

De hoogsterke kneedlegeringen van de 2000 en de 7000-reeksen, legeringen die voornamelijk gebruikt worden voor machinedelen in vliegtuigbouw en transport, zijn moeilijker om decoratief te anodiseren. De aanwezige legeringselementen geven aanleiding tot moeilijk te voorspellen kleurverschillen. Met een aantal legeringen uit de 7000-reeks kan men technisch goede resultaten bekomen (voldoende hardheid, laagdikte en corrosieweerstand). Met de koperrijke legeringen zoals de 2024 zijn de resultaten veel minder goed, en men dient bovendien bijzondere processen aan te wenden die zeer nauwkeurig opgevolgd worden. Zo niet 'verbranden' bepaalde delen van de stukken, in de eerste plaats scherpe randen. Zelfs met speciale anodiseerprocessen zijn de resultaten op het vlak van

### DE HOOGSTERKE KNEEDLEGERINGEN VAN DE 2000- EN 7000-REEKSEN ZIJN MOEILIJKER OM DECORATIEF TE ANODISEREN

corrosieweerstand en slijtage minder goed. Legeringen met meer dan 5% Cu worden niet anodiseerbaar geacht. Een tweede groep legeringen die nog meer problemen stelt voor een oppervlaktebehandeling wordt gevormd door de Si-rijke gietlegeringen. Stijgt het Si-gehalte boven de 1%, dan worden de stukken grauw en ruw. Dit fenomeen verergert bij hogere Si-gehalten, zodat ook hiervoor speciale processen aangewend moeten worden. Legeringen met meer dan 12% Si worden niet anodiseerbaar beschouwd. Een derde groep moeilijk of niet te anodiseren legeringen zijn de automatenlegeringen met 2%Pb of meer. Het gebruik van (technische) hardanodisatielagen in tribologische toepassingen is toch gevoelig uitgebreid door het beschikbaar worden van kwalitatief goede lagen op kneedlegeringen met een kopergehalte tot 5%, en op spuitgietlegeringen met een hoog gehalte aan koper en silicium. Bepaalde legeringen die slecht anodiseerbaar zijn kunnen wel behandeld worden in plasmachemische processen. Deze kennen een sterke ontwikkeling daar ze toelaten zeer harde, gesloten keramische lagen te produceren, ook op de voormelde 'moeilijke' legeringen. □