

## Filiforme corrosie bij aluminium en de invloed van de wijze van voorbehandeling hierop

### Wat is filiforme corrosie?

Eén van de meest voorkomende en beruchtste vormen van corrosie bij gecoat aluminium is filiforme corrosie. Toch is deze vorm van aantasting wat betreft de duurzaamheid van de constructie van minder belang. Filiforme corrosie doet zich namelijk voor op het grensvlak van het aluminium en leidt daarom nauwelijks tot enige aantasting in de diepte van het metaal. Daarmee is het vooral een esthetisch probleem en geen technisch probleem: de sterkte en stijfheid van het materiaal (tenzij het heel kleine materiaaldikten betreft) blijft nagenoeg ongewijzigd.



**Foto 1: Filiforme corrosie vanuit de zaagkanten van aluminium kozijnprofielen.**

Deze vorm van aantasting treedt op bij een combinatie van vocht en zuurstof in combinatie met een belastend milieu; vooral in de nabijheid van de zee. Tot welke afstand van de zee is onderdeel van een lopende discussie maar hierbij dient in ieder geval tot 25 km vanuit de kust rekening te worden gehouden met een verhoogde kans op aantasting.

De plaatsen op de plaat of het profiel, waar filiforme corrosie kan optreden, zijn ook gelokaliseerd. Deze vorm van aantasting treedt op vanuit randen, gaten, rondingen, beschadigingen, et cetera, dus plaatsen waar een coating ontbreekt of dunner is dan op andere plaatsen.

Filiforme corrosie (ook wel aangeduide met FFC) is een draadvormige corrosie direct onder het grensvlak met de conversielaag of coating, die zich uitbreidt in de wals- of extrusierichting. De gevormde draden kruisen elkaar nooit en het proces stopt als draden elkaar ontmoeten. Ter plaatse van de draad maakt de coating zich los van de ondergrond. De onthechte coating wordt door de corrosieproducten, die zich vormen in de staart, 'opgetild'. Deze onthechting kan zich op den duur uitbreiden waardoor er blazen of blaren in de coating ontstaan.

Naar de oorzaak van filiforme corrosie is uitgebreid onderzoek gedaan. Hieruit blijkt dat deze vorm van aantasting primair het gevolg is van verontreinigingen in het buitenste laagje van het aluminium. De kans op filiforme corrosie wordt daarom zo klein mogelijk gemaakt door dit laagje zo goed als mogelijk te verwijderen ('beitsen'). Dit blijkt in de praktijk echter redelijkerwijs niet geheel mogelijk. Daarom dienen er andere voorzieningen te worden getroffen om te voorkomen dat de nog resterende verontreinigingen als nog tot deze vorm van aantasting kunnen leiden. Hierbij zijn vooral de wijze van voorbehandeling, de kwaliteit van het coatingsysteem en vorm van en bewerkingen aan het product van belang.



**Foto 2: Ernstige filiforme corrosie vanuit randen en boorgaten bij aluminium plafondplaten.**

Een belangrijke invloed die mede het risico op filiforme corrosie bepaalt, is de wijze van voorbehandeling. Onder andere in het kader van milieuregelgeving zijn hierbij ontwikkelingen gaande die van invloed kunnen zijn op het optreden van deze vorm van corrosie. Nieman-Kettlitz Gevel- en Dakadvies b.v. heeft in dit kader al meerdere schadegevallen onderzocht. Daarom wordt hier iets verder op ingegaan.



RAADGEVENDE INGENIEURS

# Nieman-Kettlitz

Gevel- en Dakadvies

## Voorbehandeling van aluminium en het risico op filiforme corrosie

Ten behoeve van het coaten dan wel anodiseren van het aluminium gaat dit materiaal eerst door een aantal voorbehandelingsbaden. Hierbij is in een aantal stappen sprake van onder andere ontvetten en beitsen en het aanbrengen van een conversielaag. Tussen deze stappen in wordt er steeds schoongespoeld. Bij anodiseren zijn alleen de eerste twee genoemde stappen relevant.



Foto 3: Ontvetten van aluminium vliesgevelprofielen.



Foto 4: Tussen de processtappen wordt steeds gespoeld.

Beitsen heeft tot doel het natuurlijke oxidehuidje te verwijderen. Tegenwoordig heeft deze bewerking ook als doel het buitenste aluminiumlaagje te verwijderen. Hierin blijken namelijk de meeste verontreinigingen aanwezig te zijn. Door dit verontreinigde laagje af te beitsen wordt de kans op corrosie, vooral vanuit randen, aanzienlijk verkleind. Over het algemeen geldt dat hoe dieper er wordt gebeitst des te kleiner de kans is op (filiforme) corrosie.





Foto 5: Gebeitst aluminium wordt uit het bad gehesen.

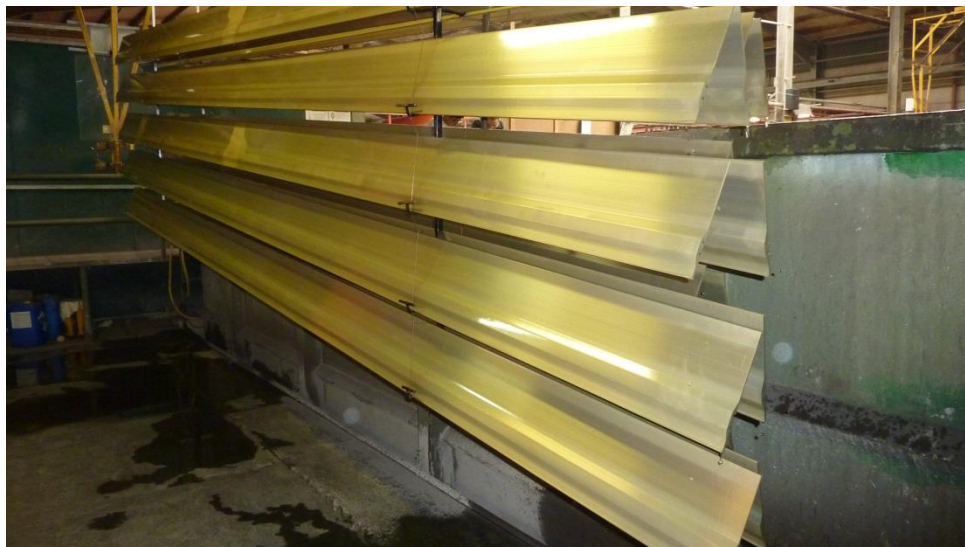
Bij een standaard beitsproces is er sprake van een totale beitsafname van minimaal 1 gr./m<sup>2</sup>. Bij een zogenaamde 'seaside' voorbehandeling (conform Qualicoat) is deze vereiste afname 2x zo groot en bedraagt 2 gr./m<sup>2</sup> (0,75 µm).

Zonder verdere specificatie worden aluminium profielen standaard gebeitst. De praktijk leert dat zeker in een meer belastend milieu dit niet voldoende is om te voorkomen dat er filiforme corrosie optreedt. Dit geldt met uitzondering van de situatie dat er voorafgaande aan het coaten wordt gepre-anodiseerd (zie verderop). Daarom wordt op deze uitzondering na aanbevolen om in de nabijheid van de kust (minimaal tot 25 km vanaf de vloedlijn), in de nabijheid van open water (ook Waddenzee), in industriële omgeving, bij slecht beregende geveldelen, etcetera te allen tijde te kiezen voor een 'seaside' voorbehandeling.

Na het beitsen wordt er een conversielaag gevormd. Dit zijn hechtende anorganische lagen op en in een metaaloppervlak. Deze laag wordt gevormd door een chemische of elektrochemische reactie tussen de bestanddelen van de bad-vloeistof en het metaaloppervlak zelf. Hierbij werkt het metaal van een te behandelen werkstuk dus zelf mee aan de vorming van de deklaag.

De belangrijkste doelen bij het aanbrengen van conversielagen zijn het verhogen van de corrosieweerstand, verkrijgen van een barrièrewerking en het verbeteren van de hechting van de aan te brengen organische deklagen.

Traditioneel wordt deze laag gevormd door middel van geel-chromateren (6-waardig chromateren). In mindere mate wordt er groen-gechromateerd (3-waardig chromateren). 6-waardig chroom is actief corrosiewerend. De eerste wijze van chromateren levert daarom een hoogwaardiger voorbehandeling op maar wordt vanuit milieu-overwegingen steeds minder toegepast. 3-Waardig chromateren is minder belastend (minder giftig) maar levert ook een iets minder goed resultaat op.



**Foto 6: 6-waardig gechromateerd aluminium.**

Vanuit milieu-overwegingen zijn er daarom alternatieven ontwikkeld. Hiervan zijn er al tientallen door Qualicoat goedgekeurd. Enkele belangrijke zijn pre- of flash-anodiseren, titaniseren en zirkoniseren (op basis van zirkonium- respectievelijk titaniumfluoride) en een combinatie van de twee laatste. Andere methoden zijn onder andere gebaseerd op producten als molybdaten, silanen, self-assembly molecules, geleidende polymeren en cerium componenten.

Geen van deze tot op heden ontwikkelde alternatieve voorbehandelingen, uitgezonderd pre-anodiseren, blijkt kwalitatief gelijkwaardig te zijn aan geel-chromateren. Redenen zijn dat de conversielagen op basis van bijvoorbeeld Titaan en Zirkoon niet actief corrosiewerend zijn en dat het eindresultaat sterk afhankelijk is van de procesbeheersing. Slechts kleine afwijkingen van de bad-samenstelling tijdens het titaniseren respectievelijk zirkoniseren kunnen een sterk negatief effect hebben op het eindresultaat, zoals het ontstaan van corrosie en een minder goede hechting van de aan te brengen deklagen.

Alternatief voor aluminium legeringen	Voorbehandeling	Nabehandeling
Anodiseren	+++++	+++++
Silanen	++++	/
TiF <sub>6</sub> of ZrF <sub>6</sub> + polymeren	++++(+)	+
Kobalt	++++	++++
Ceraten	/	/
Permanganaat + ZrF <sub>6</sub>	++++(+)	+++
SAM (self assembled molecules)	++++	-
Sol-gel	++++	/
Zinkfosfaat specifiek	++++	/
Molybdaten	++++	++
Zeswaardig chroom chromaat	++++	++++(+)

**Tabel 1: Vergelijking tussen bestaande en alternatieve voorbehandelingen van aluminium.**



RAADGEVENDE INGENIEURS

# Nieman-Kettlitz

Gevel- en Dakadvies

In de praktijk blijkt dat in sterk belastende omstandigheden niet is uit te sluiten dat er op basis van getitaniseerd en/of gezirkoniseerd aluminium filiforme corrosie optreedt, zelfs niet als er gebeitst is volgens de 'seaside'-kwalificatie.

Op basis van dit gegeven is het maar de vraag of 6-waardig chromateren niet meer toegepast moet worden. Dit is weliswaar extra milieubelastend maar levert een aantoonbaar duurzamer product op. En dat is aan de andere kant juist milieusparend.

Pre-anodiseren vormt wel een gelijkwaardig alternatief met 6-waardig chromateren. Bij deze wijze van voorbehandeling en een standaard beitsproces is het risico op filiforme corrosie nagenoeg nihil. Het belangrijkste verschil tussen per-anodiseren en normaal anodiseren is dat in het eerste geval na het anodisatieproces de anodiseerlaag niet wordt geseald. De reden is dat er anders geen goede hechting van de aan te brengen deklagen op deze ondergrond te realiseren is.



**Foto 7: Gepre-anodiseerd aluminium.**

Een niet-gesealde anodiseerlaag is vatbaar voor een snelle veroudering. Daarom dienen de afwerkklagen kort na het pre-anodiseren te worden aangebracht en dienen beide processen binnen één locatie zonder tussenopslag in de buitenlucht plaats te vinden. Tussen het anodiseerproces en het opbrengen van de coating mag maximaal een periode van 24 uur liggen. Sommigen houden hierbij zelfs een periode van maximaal 8 tot 12 uur aan.

Op basis van het voorgaande wordt geadviseerd om in een vochtige en chloriderijke omgeving te kiezen voor een 'seaside'-beitsproces in combinatie met 6-waardig chromateren of pre-anodiseren (deze laatste eventueel in combinatie met 'standaard' beitsen). In minder belaste omstandigheden (chloriden in de lucht minder dan  $150 \text{ gr/m}^3$ ) komen ook een standaard beitsproces en andere voorbehandelingsmethoden in aanmerking.

In alle gevallen is het belangrijk scherpe kanten en randen en nabewerkingen zoveel als mogelijk te voorkomen.

