

CORROSIEONDERZOEK IN DE BOUW

Aluminium - Roestvast Staal

De burger is trots op de voorgevel van zijn woonst; het is de 'entree' en moet zowel de esthetische smaak van de bewoners als het welkomgevoel representeren. Met een voorgevel die de aandacht trekt en de waarden en producten van de firma reflecteert, is de bedrijfsleider in de zevende hemel. Dat geldt overigens niet alleen voor de buitenfaçade, maar ook de binnenwanden dienen netjes de woon- of bedrijfscultuur van orde en netheid te illustreren.

© Frans Vos, General Manager Materials Consult bv

Maar dat is dan buiten de wispelturige corrosie-fenomenen gerekend. Zodra ze ook maar de kans krijgen, steken ze de kop op en helpen de esthetiek, en in heel wat gevallen ook de integriteit van uw dierbare ramen of gevelpanelen om zeep. Uit de praktijk van Materials Consult diep ik hier twee voorbeelden van corrosieonderzoek op gevels op. Eéntje uit het particuliere leven en ééntje dat de spiksplinternieuwe binnenwand van een bedrijfshal kwam decoreren.

Schadeanalyse van poedergelakte aluminium raamprofielen

Zes jaar na installatie van aluminium ramen en deuren in een gezinswoning wordt vastgesteld dat op verschillende onderregels van de ramen de poederlaklaag lokaal uitstulpingen begint te vertonen. De bewoner wist ons te vertellen dat er in de loop der tijd hier en daar uitstulpingen bijkomen en dat reeds bestaande uitstulpingen zich 'tentakelgewijs' uitbreiden. Visueel wordt de indruk gewekt dat de uitbreidingen zijn veroorzaakt door een traag onder de poederlak-

laag door kruipende substantie. Na verloop van tijd breken de uitstulpingen open en wordt een witte substantie vrijgezet. Volgens de lakkerij werd de volgende voorbehandelings-sequentie toegepast: ontvetten-spoelen-chromeren-spoelen. Door middel van het chromeren wordt een zogenaamde 'conversielaag' aangebracht met het doel om de hechting tussen het aluminiumprofiel en de poederlaklaag te optimaliseren en ook, mocht de laklaag het begeven, om als extra anticorrosie-barrière te fungeren. Na het beëindigen van de voorbehandeling werden de profielen gedroogd alvorens ze naar de poederlaklijn werden getransporteerd. In de laklijn werden de profielen voorzien van een elektrostatisch aangebracht lakpoeder, dat vervolgens via een oven wordt samengesmolten (in het vakjargon ook 'bakken' genoemd) tot de laklaag.

Voor het bepalen van de oorzaak van de schade werd een aantal nog gesloten uitstulpingen open gesneden en werden de vrijkomende lakschilfers bemonsterd, samen met een gedeelte van de witte substantie die onder de uitstulpingen verscholen zat. Bij elektronenmicroscopisch onderzoek bleek de witte substantie een kristalachtige materie met een hoge chloorconcentratie te betreffen. De aanwezigheid van chloride-ionen verhoogt het risico op corrosie. Nabij de witte substantie werden ook elementen aangetroffen van de aluminium 6XXX legering – aluminium, magnesium en silicium – hetgeen aangaf dat het aluminium inderdaad werd aangetast. Naast chloor als indicator voor de aanwezigheid van corrosie-bevorderende componenten werden onder andere ook zwavel en fosfor gedetecteerd. Zij waren mogelijk afkomstig van zwavel-/fosforhoudende componenten in het binnengedrongen water, maar hun herkomst kon evenzeer de voorbehandeling zijn. In de badchemie voor de voorbehandeling werden immers ook sulfaat- en fosfaat-houdende producten aangewend.

Op basis van microscopisch oppervlakte- en sectie-onderzoek kon verder worden geconcludeerd dat de uitstulpingen te wijten waren aan het optreden van corrosie aan het grensvlak tussen laklaag en aluminiumprofiel. De corrosie werd in eerste instantie geïnduceerd omwille van de lokale aanwezig-



Lakdefect op de onderregel van een raam.

heid van hoge concentraties aan chlorides, mogelijk daarin bijgestaan door de beperktere aanwezigheid van andere - zwavel- en/of fosforhoudende - corrosie-bevorderende componenten (ook sulfaat-, sulfide- en fosfaat-ionen hebben bijvoorbeeld een corrosie-bevorderend potentieel).

Resten de vragen hoe het mogelijk is dat er zich hoge chlorideconcentraties aan het grensvlak tussen de laklaag en het aluminiumprofiel kunnen bevinden en hoe vocht tot aan het grensvlak kon doordringen; zonder water kan dergelijke corrosie immers niet optreden. De penetratie van vocht doorheen dergelijke laklagen is mogelijk indien de laklaag permeabel is geworden onder invloed van veroudering of andere schadenomenen, dan wel indien de kwaliteit van de laklaag al onvoldoende was bij aanbrengen. Veroudering van origineel intacte poederlaklagen op zes jaar tijd is eerder onwaarschijnlijk, tenzij de laklaag werd blootgesteld aan agressieve producten waartegen een laklaag niet noodzakelijk bestand is (bijvoorbeeld beitsproducten, white spirit, ...). Aangezien meerdere ramen en enkel onderregels van hetzelfde profieltype waren aangetast, was dit scenario in de landelijke, huishoudelijke omgeving echter weinig waarschijnlijk. Vermoedelijk waren de laklagen al van bij aanvang van onvoldoende kwaliteit, waardoor zij sneller dan voorzien verouderden en vochtpermeabel werden. Dat daarbij dan enkel de onderregels werden aangetast, wordt verklaard door het feit dat het net de onderregels zijn die de hoogste mate van vochttopstapeling vertonen, terwijl van de verticale en bovenste regels het vocht eenvoudig afloopt, deels naar de onderregel.

De lakkwaliteit op zich werd in dit dossier niet verder onderzocht, maar het vermoeden van een reeds van bij aanvang te geringe lakkwaliteit wordt onderlijnd door het terugvinden van de hoge chloorconcentraties aan het grensvlak tussen laklaag en aluminium profiel. Het is immers zeer onwaarschijnlijk dat de aan het grensvlak teruggevonden chloorconcentraties kunnen worden verklaard door een externe chloorbron die doorheen de laklaag tot aan het grensvlak zou zijn doorgedrongen. De hoge chloorconcentraties zijn vrijwel zeker te wijten aan een productie-anomalie in de lakkerij, meer bepaald bij het voorbehandelingsproces of tussen de voorbehandeling en het elektrostatisch opspuiten van het lakpoeder.

Wat betreft de voorbehandeling werd onder andere genoteerd dat het bedrijf geen gebruik maakte van een beitsstap in de voorbehandeling – hetgeen een eis is bij Qualicoat-certificatie – en werd er vastgesteld dat de tijd tussen het drogen van het aluminium na de voorbehandeling en de start van het poederlakken veel langer was dan voorgeschreven door de diverse richtlijnen voor het poederlakken van aluminium profielen. De beitsstap tijdens de voorbehandeling is noodzakelijk opdat een volledig gereinigd aluminium oppervlak zou worden bekomen. Klassieke detergents en ontvetters zijn immers niet in staat om hechtende oxides (bijvoorbeeld ook corrosieproducten), lijmresten en sommige andere contaminanten te verwijderen; voor lijmresten is veelal zelfs een solventbad nodig. Het is dus perfect mogelijk dat het ontbreken van een beitsbehandeling heeft geleid tot het onvoldoende verwijderen van onder andere chloorhoudende

contaminaties op het nog te lakken aluminium oppervlak. Het beitsen heeft verder als bijkomend voordeel dat een betere hechting van de laklaag wordt bekomen.

De tijd tussen het drogen na voorbehandeling en het aanbrengen van de poederlak mag op zijn beurt niet te lang zijn opdat er zich geen contaminaties en condens uit de omgeving zouden kunnen afzetten op het aluminiumoppervlak; na de voorbehandeling en het drogen wordt er immers van uit gegaan dat het te lakken oppervlak volledig vrij is van vocht en contaminaties. Dergelijke tussentijdse vuilafzettingen zouden dan ingesloten geraken tussen de laklaag en het aluminium oppervlak. Indien deze afzettingen corrosie-bevorderende componenten bevatten, kan dit dan leiden tot corrosie van het aluminium van zodra vochtinfiltratie heeft plaatsgevonden.

Er bestaan diverse richtlijnen wat betreft de eisen waaraan bij het poederlakken moet worden voldaan. Veelal omhelzen deze richtlijnen de volledige lakprocedure, namelijk de voorbehandeling, de kwaliteit van de lakpoeders, het elektrostatisch opspuiten van het lakpoeder en het bakproces. Er kan daarbij in het bijzonder worden verwezen naar de Qualicoat-eisen. Qualicoat is een internationaal aanvaard kwaliteitsgarantisysteem in de wereld van het poederlakken. Het behalen van een Qualicoat-certificaat kan dan ook een belangrijke meerwaarde betekenen voor producenten van lakpoeders en voor de lakbedrijven.

Corrosieonderzoek van gegalvaniseerde muurpanelen

De binnenwand van een industriehal is opgebouwd uit in elkaar geklikte cassettes. De cassettes werden vormgegeven door het plooien en rollen van gegalvaniseerde vlakke staalplaten. De galvanisatie van de vlakke staalplaat werd uitgevoerd door middel van het Sendzimir-procedé, een thermische verzinking in continuproces.

Er werd aantasting aangetroffen in 2 zones:

- Een eerste zone betreft de plooirand die zich in gemonteerde toestand bovenaan elk paneel bevindt (zie foto 'montagetoestand'). Deze aantasting wordt gekenmerkt door krater- of bultvormige corrosiegebieden die zich in hoofdzaak bevinden op de bovenste richel, op bepaalde plaatsen met uitlopers (tranen) over het verticaal gedeelte van de panelen. Deze soort aantasting wordt in verschillende gradaties teruggevonden over het merendeel van de cassettes in de industriehal, onafhankelijk van hun positie.
- De tweede zone is het bovenvlak, i.e. het vlak dat zich in gemonteerde toestand bovenaan een cassette bevindt en waarop de bovengelegen cassette is ingeklikt. Deze zone vertoont een wit gekleurd corrosiepatroon (zie foto 'bovenvlak'). Ook deze aantasting doet zich voor over een aanzienlijk gedeelte van de cassettes in de hal.

Twee aangetaste cassettes en één nieuwe niet-gemonteerde cassette (ter referentie) werden ter beschikking gesteld voor verder onderzoek. Na visuele inspectie werden representatieve secties gemaakt doorheen de aangetaste gebieden



Montage-toestand cassette

(bovenste plooirand en bovenvlak), waarna de secties werden onderzocht door middel van stereo- en lichtmicroscopie. Een gelijkaardige procedure werd toegepast wat betreft de bovenste plooirand en het bovenvlak van de niet aangetaste referentie. De chemische elementen in de corrosieproducten werden bepaald door middel van spectraalanalyse gekoppeld aan een elektronenmicroscop (SEM-EDS).

De voorgaande analyses toonden aan dat de corrosie van de bovenvlakken vrijwel zeker werd veroorzaakt door zogenaamde witcorrosie (in het Engels 'wet storage stain'), te wijten aan de aanwezigheid van een vochtfilm in een zuurstofarme omgeving, i.e. tussen 2 aaneen sluitende panelen. Witcorrosie van zink is bv. ook een frequent voorkomend fenomeen bij de opslag van gegalvaniseerde staalplaten wanneer zij zonder voldoende tussenruimte op elkaar zijn gestapeld. Uit de sectieanalyse bleek verder dat op bepaalde plaatsen van de bovenvlakken de zinklaag tot meer dan de helft was aangetast.

Wat betreft de aantasting van de bovenste plooiranden werd vastgesteld dat de corrosie zich op diverse plaatsen ontwikkeld had over de volledige zinklaagdikte, dus tot op de staalplaat. De aantasting betreft een corrosievorm gelijkaardig aan witcorrosie, maar waarbij de corrosie te wijten is aan de langdurige aanwezigheid van vloeistofdruppels op de richel en dito uitloop langsheen het verticaal wandgedeelte.

Voor zowel de bovenste plooiranden als de bovenvlakken beperkte de aantasting zich volledig tot de zinklaag. De zinklaag was op verschillende plaatsen weliswaar opgebruikt tot op het staaloppervlak, maar er werd nog geen noemenswaardige aantasting van het staal waargenomen; dit laatste werd bevestigd door de spectraalanalyses van de corrosieproducten, waarin geen sporen van ijzer werden teruggevonden. Buiten zink en zuurstof vertoonden de spectraalanalyses van de corrosieproducten veelal ook sporen van silicium, chloor, zwavel, kalium en/of calcium. De detectie van zwavel kan hier wijzen op de aanwezigheid van sulfaten die, samen met chlorides, corrosie-bevorderend werken. Zij konden echter niet als hoofdoorzaak voor de corrosie worden aangewezen



Bovenvlak cassette

omdat zij niet in alle onderzochte aantastingszones werden teruggevonden. Hetzelfde geldt voor silicium, kalium en calcium, die op zich afkomstig kunnen zijn van onzuiverheden in bijvoorbeeld water en/of van de werkzaamheden in de hal.

Alle voorgaande vaststellingen wijzen er op dat de industriehal gedurende lange tijd werd blootgesteld aan een hoge vochtigheidsgraad, waarbij condensatie leidde tot afvloeiing van vocht langsheen de binnenwand en dito opstapeling van druppels op de bovenste plooiranden en opstapeling van vocht in de tussenruimtes tussen de cassettes. De oorsprong van de hoge vochtigheidsgraad kon niet eenduidig worden achterhaald. Enkele mogelijke denkpistes waren uit de ondergrond doorsijpelend vocht – er werden ook vochtvlekken opgemerkt nabij diverse vloer-kolom doorgangen – en droging van vloerbeton in een gesloten ruimte. De condensatie van het vocht werd daarbij vermoedelijk bevorderd doordat de industriehal na opbouw gedurende enkele maanden heeft overwinterd zonder dat de verwarming volledig operationeel was.

Op basis van de analyses van de referentiecassette werden geen aanwijzingen teruggevonden dat het mechanisch plooiproces van de verzinkte staalplaten of de galvanisatie op zich aan de basis zouden hebben gelegen van de corrosieve aantasting.

De primaire preventieve maatregel voor gelijkaardige constructies is erover te waken dat er zich geen condensatie en vochttopstapeling kan voordoen. De condensatie wordt onder andere beperkt door het elimineren van hoge vochtgehalten en het tijdens de winterperiode voorzien van voldoende verwarming. De vochttopstapeling in de tussenruimtes kan worden vermeden door een herontwerp van de cassettes, zodanig dat er zich op de bovenvlakken geen 'gootje' bevindt en/of door het afkitten van de tussenruimtes. Dit laatste dient dan wel perfect te gebeuren, zodat er geen vocht kan binnensijpelen tussen de kit en de verzinkte platen, waarbij een afkitting natuurlijk ook inspectie en onderhoud vergt. Tenslotte en vanzelfsprekend dienen ook de galvanisatie en de cassettes op zich van een goede kwaliteit te zijn. ■