KROMATFRI

forbehandling av aluminium før lakkering

Kromatering er en fantastisk god forbehandlingsprosess før lakkering av aluminium. Kromatsjiktet gir svært god korrosjonsbeskyttelse, det gir god heft for lakken, det er svært stabilt og det har en gul farge som gjør at operatøren enkelt kan kvalitetssikre prosessen.

Det eneste problemet er at seksverdig krom (kromat, Cr^{6+}) er svært giftig og kreftfremkallende. Derfor er det nå forbud mot bruk av kromatering i produksjon av biler og elektronikk i EU. Industrien har jobbet med utvikling av kromatfrie alternativer i mange år nå, og stadig flere produksjonslinjer bruker kromatfrie alternativer. Denne artikkelen vil presentere de viktigste alternativene til kromatering.

Aluminiumslegeringer er i utgangspunktet ganske motstandsdyktige mot korrosjon. Dette gjelder for eksempel de fleste legeringer innenfor 1000, 3000, 4000, 5000 og 6000 seriene. Filiformkorrosjon er den viktigste formen for korrosjon på lakkert aluminium, og viser seg som tynne trådformede korrosjonsangrep som sprer seg fra skader i lakken eller kuttkanter. Valsede materialer har ofte et sjikt i overflata som kan gjøre dem svært utsatt for filiformkorrosjon. Hvis vi imidlertid forutsetter at overflaten rengjøres godt og at slike dette sjikt fjernes (etse bort ca 1µm overflatematerialе er tilstrekkelig), er også valsede materialer lite utsatt for korrosjon.

Ulike produkter har ulike krav til forbehandling før lakkering. Slike krav er en funksjon av forventninger til for eksempel produktets utseende, type eksponering, legering og levetid. Ved lakkering av aluminium stykkgods i Norge brukes fortsatt ofte kromatering som forbehandling. Dette fordi mange typer produkter, slik som for eksempel byggevarer, ikke er omfattet av noe forbud, og fordi god HMS kan ivaretas med god kontroll over prosessen.

Kromatering

Kromatering har vært benyttet til overflatebehandling av metaller siden 1920-tallet. Prosessen går enkelt ut på å eksponere aluminium for seksverdig krom, slik at noe aluminium i overflata oksiderer, mens seksverdig krom reagerer til treverdig krom. Dette er ikke løselig i badet og felles ut på aluminiumsoverflata. Sjiktet som felles ut vil inneholde litt seksverdig krom fra badet, og det er en populær oppfatning at disse restene vil kunne bidra til en selvrepareringseffekt hvis sjiktet senere skades. Hvorvidt dette faktisk er tilfelle er mer tvilsomt, etter hva vi har sett i undersøkelser på ➟

Figur 1: Kromateringssjikt sett ovenfra med 2000 ganger forstørrelse.

Figur 2: TEM tverrsnittsbilde av DC anodisert AA6060. Tykkelsen på anodiseringssjiktet i bildet er ca 1 µm. Et AC anodisert sjikt har samme struktur, men tykkelsen ligger normalt på omkring 0,1-0,2 µm.

Figur 3: Titan/zirkon-basert sjikt sett ovenfra med 3500 ganger forstørrelse. Bildet viser korngrensene i metallet og et titan/zirkon oksid som hovedsakelig legger seg på intermetalliske partikler.

Figure 4: Tverrsnittbilder av treverdig krom sjiktet påført en ekstrudert 6060 legering, tatt i transmisjon elektronmikroskop (TEM). Bildet viser et homogent sjikt med tykkelse på ca 80 nm.

SINTEF og NTNU. Figur 1 viser et kromatsjikt sett ovenfra i elektronmikroskop (SEM) med 2000 ganger forstørrelse. Bildet viser korngrensene i metallet som markerte mørke linjer, samt to intermetalliske partikler. Det øvrige mønstret av sprekker er oppsprekking av kromatsjiktet. Omkring de intermetalliske partiklene i bildet er det en grop som trolig er dannet under deoksidering av prøven. Innsiden av gropa er også dekket av kromatsjiktet, mens sjiktet er tynnere på partiklene.

Anodisering

Anodisering av aluminium er en elektrokjemisk prosess der metallet påtrykkes en spenning (polariseres) mens det eksponeres i et syrebad. Polariseringen fører til at aluminiumen oksideres til aluminiumoksid, som legger seg som et kontinuerlig sjikt på overflata av metallet. Normalt benyttes anodisering som en beskyttende overflatebehandling, men anodisering kan også brukes som forbehandling før lakkering. Hvis metallet ikke skal lakkeres produserer man et tykkere oksidsjikt, gjerne opp mot 20 µm, mens for lakkert gods kan det være tilstrekkelig med mindre enn 1 µm oksidtykkelse. Hydro Aluminium i Holmestrand benytter en spesiell anodiseringsprosess før båndlakkering, der båndet påtrykkes en vekselspenning (AC). I den anodiske syklusen oksideres båndet, mens det i den katodiske delen produseres hydrogen på båndet. Denne hydrogenutviklingen bidrar til å rengjøre overflata, og dermed kombineres rengjøring og anodisering på en effektiv måte i denne prosessen. Dette har vist seg å være en både miljøvennlig, teknisk god og effektiv prosess. Bildet i Figur 2 viser et anodiseringssjiktet som er ca 1 µm tykt, tatt i et transmisjons elektronmikroskop (TEM).

Titan- og zirkon baserte prosesser

Figur 3 viser en overflate av ekstrudert 6060 legering forbehandlet med en titan og zircon basert konverteringsprosess (Ti/Zr). Sjiktet er ikke jevnt fordelt på overflaten, men legger seg hovedsakelig på edle (jernrike) intermetalliske partikler. De intermetalliske partiklene som er markert i bildet har en grå nyanse midt på, som er det Ti/Zr baserte konverteringssjiktet. Sjiktet er tykkest midt på partikkelen, men har også en liten utbredelse utenfor partikkelen. Mer enn 2 µm fra partiklene er det ikke påvist noe Ti/Zr sjikt. Linjene i bildet er korngrensene i metallet, mens de små gropene trolig er dannet under deoksiderigstrinnet før påføring av Ti/Zr. Siden sjiktet er svært tynt og har begrenset utbredelse på overflata gir det ingen korrosjonsbeskyttelse i seg selv. Det har imidlertid en gunstig effekt på heft mellom lakk og aluminium, som gjør at lakkert materiale blir mer motstandsdyktig mot for eksempel filiformkorrosjon.

Treverdig krom

Treverdig krom er en interessant prosess som har blitt utviklet i løpet av de siste årene. Sjiktet som dannes ligner kjemisk på det som dannes ved kromatering ved at begge hovedsakelig består av treverdig krom. Den nye prosessen inneholder imidlertid ikke seksverdig krom. Påføringsbetingelsene er relativt like den tradisjonelle kromateringen, slik at det samme anlegget kan benyttes. Figur 4 viser tverrsnitt av sjiktet påført ekstrudert 6060 legering undersøkt i transmisjon elektronmikroskop (TEM). Sjiktet er homogent over matriks og ca 80 nm tykt. Det ble ikke funnet større intermetalliske partikler på tverrsnittene som ble preparert, slik at det fra denne undersøkelsen ikke er mulig å si hvordan sjiktet dekker slike partikler. Sjiktet ble analysert med hensyn på sammensetning, og det ble funnet krom, zirkon og oksygen, hvilket betyr at det er en blanding av treverdig kromoksid og zirkonoksid. Sjiktet har vist seg å beskytte aluminium mot korrosjon, slik at det i tillegg til å være en forbehandling også kan benyttes for passivering av bart aluminium.

Korrosjonsegenskaper til lakkerte produkter

På SINTEF og NTNU har vi undersøkt egenskapene til ulike aluminiumslegeringer med forskjellige forbehandlinger og typer lakk, spesielt med tanke på filiformkorrosjon og lakkeadhesjon. Figur 5 viser lengde på filiformkorrosjonsangrep funnet på prøver av AA6060 legering lakkert med tre ulike lakker. Fem forskjellige forbehandlinger ble testet; de fire forbehandlingene presentert →

Figur 5: Filiformkorrosjon for ulike typer lakk med ulike typer forbehandling.

over, samt deoksidering. Deoksidering er en sur etsing før konverteringssjiktet påføres, og ble inkludert i testen som en referanseverdi.

Figuren viser at det er mulig å oppnå god motstand mot filiformkorrosjon med de fleste forbehandlingsprosesser, også de kromatfrie. Titan/zirkon prosessen som ikke gir korrosjonsbeskyttelse i seg selv, var imidlertid mer avhengig av lakkens egenskaper. Fluorpolymerlakken hadde i utgangspunktet dårligere heft til underlaget enn de to andre lakkene, og var derfor mer avhengig av en robust forbehandling for å gi et godt resultat. Det er også interessant å se at kun deoksidering også gir et relativt godt resultat. I andre tester har vi sett at kun deoksidering kan gi heftproblemer ved eksponering i fuktig miljø, men i mange sammenhenger vil faktisk kun deoksidering gi et godt nok resultat.

Sammendrag

Kromatering, anodisering og en ny prosess basert på treverdig krom gir svært gode egenskaper med tanke på korrosjon og heft for lakken. De nye kromatfrie prosessene er mindre robuste med tanke på nedbrytning ved filiformkorrosjon og hefttap enn kromatering, men god kvalitet kan oppnås med flere av dem. Kromatering har trolig også vært unødvendig god i mange tilfeller, avhengig av type anvendelse, miljø og legering, slik at for mange anvendelser kan man relativt trygt skifte til en kromatfri prosess og uten problemer oppnå tilstrekkelig kvalitet. Dette gjelder spesielt for produkter som eksponeres i et lite korrosivt miljø eller innendørs.

De fleste kromatfrie forbehandlingsprosesser er mer krevende enn kromatering. De krever tettere oppfølging av avfetting og deoksidering, og de er mer krevende mhp lakkens kvalitet, dvs lakken må ta større ansvar for korrosjonsbeskyttelsen. Med disse forutsetningene ser det imidlertid ut til at tilfredsstillende adhesjon og korrosjonsmotstand kan oppnås, kanskje ikke like god som for kromatering, men god nok for de fleste anvendelser.

RR

Av Ole Øystein Knudsen, SINTEF (bildet over)