

Tænd/sluk og spar

Kemi • Pulsanodisering – frem for traditionel anodisering – kan spare op til 30 procent energi, viser nyt projekt.

Af Peter Svane

Et projekt udført med støtte fra "Elforsk" viser, at pulsanodisering gør det muligt at spare 30 % energi i forhold til traditionel anodisering. Samtidig, at kapaciteten i produktionsanlægget kan øges væsentligt. Pulsanodisering er en elektrokemisk proces, hvor man påtrykker emner skiftevis høj og lav jævnstrøm (eller jævnspænding); i modsætning til almindelig anodisering hvor strømstyrken (eller spændingen) holdes nogenlunde konstant under behandlingsforløbet. Elforsk er Dansk Energis forskningsfond.

Anodisering

Anodisering er en elektrolytisk proces til overfladebehandling af aluminium. "Eloxering" er et meget kendt handelsnavn for processen. Emnerne anbringes som anode (pluspol) i et kar med anodiseringsvæske (svovlsyre eller chromsyre), og der sendes en ret kraftig strøm gennem badet. På grund af strømmen opbygges der et oxidlag på metallet. Laget kan være fra nogle få, op til 20-30 µm tykt. Jo længere tid strømmen løber, jo tykkere bliver laget.

Det frisk dannede oxidlag er hårdt, slidfast og korrosionsbestandigt. Korrosionsmodstanden kan øges ved en såkaldt forseglingsproces, som foregår enten koldt eller varmt i et kar med vand – uden strøm. Anodiseringen kan desuden indfarves i en række forskellige kulører.

Resultatet er en meget robust overflade, som også er modstandsdygtig overfor korrosion. "Hårdanodisering" er en særlig slidstærk variant med høj lagtykkelse, som typisk bruges indvendigt i aluminiumcylindre til stempelmotorer.

Anodisering er på nogle områder således et alternativ til overfladebehandling med maling. Processen er ret energikrævende og tilsvarende dyr. Til gengæld er resultatet fremragende, om end kulørudvalget er begrænset og ikke alle farver lige lysægte.

Anodisering kan også benyttes som alternativ



Facadeelementer af anodiseret aluminium. Foto: Sapa Profiler A/S.



Anodisering, her af aluminiumprofiler, hos Sapa Profiler A/S.

til chromatering eller chromfri forbehandling, altså som underlag for maling. Her er resultatet også fortræffeligt, men prisen er for det meste prohibitiv.

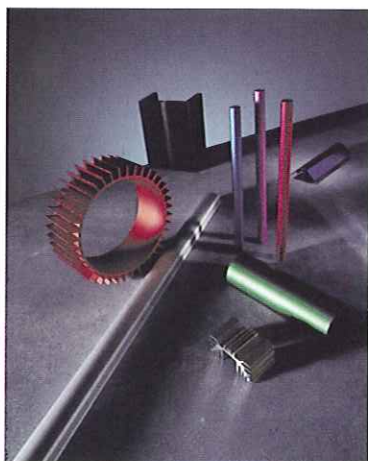
Den elektrokemiske proces

Som mange andre processer er den grundlæggende elektrokemi ved anodisering særdeles kompliceret, hvis man går i detaljer. Der foregår flere sideløbende kemiske og elektrokemiske processer under oxidlagets dannelse – opløsning af ét lag, opbygning af et andet.

Forløbet afhænger blandt andet af strøm og spænding, og den måde de påtrykkes.

Almindelig anodisering foregår med jævnstrøm på en måde, så enten strøm (ampere) eller spænding (volt) holdes konstant. Typiske procesparametre er strømtætheder på 1,5 A / dm² og en spænding på 20 V. Branchen benytter

Anodiserede komponenter.
Foto: Sapa Profiler A/S.



enheden A / dm² for strømthæthed, altså ampere pr. kvadratdecimeter aluminiumoverflade, vel sagtens fordi det giver pæne tal uden for mange decimaler. Det er strømthæthed, der bestemmer hvor hurtigt anodiseringslaget bygges op.

Vil man være klog på elektrokemien, kan man læse i professor Per Møllers bog "Overfladeteknologi" udgivet første gang på Teknisk Forlag i 1998. Man kan også se i rapporten "Energi-effektivisering af anodiseringsprocessen" fra 2007. Den kan hentes fra Dansk Energis hjemmeside www.elforsk.dk. Forfatterne er Kirsten Burfelt fra Sapa Profiler A/S, Anne Deacon Juhl fra Aluconsult og Peter Weldingh, Lokalenergi Handel A/S. De tre forfattere har sammen gennemført et projekt med støtte fra Elforsk for at undersøge om anodiseringsprocessen kan udføres på en mindre tids- og energikrævende måde, nemlig ved hjælp af såkaldt pulsanodisering.

Pulsanodisering

Pulsanodisering er en anodiseringsproces, hvor man påtrykker emner skiftevis høj og lav jævn-

strøm; i modsætning til almindelig jævnstrømsanodisering hvor strømthæthed holdes konstant på 1,8 A/dm² under behandlingsforløbet.

Man kan vælge at styre spændingen eller styre strømmen. Processen kaldes spændingsstyret respektive strømstyret.

Ved anodiseringsprocessen foregår der ikke blot en opbygning af oxidlaget, men samtidig en opløsning af laget. Den energi, der går til opbygning af det senere opløste anodiseringslag, er spild. Den grundlæggende ide bag projektet er at minimere dette tab ved at optimere pulstider og processens øvrige parametre.

Det har været kendt i årevis, at man kan opnå kvalitetsfordele ved pulsanodisering, og processen benyttes især i Japan og USA. Det tyder på, at der også er økonomiske fordele at hente. Det skulle teoretisk være muligt at spare både tid og energi ved pulsmetoden, men det er hidtil ikke lykkedes herhjemme. Elforsk-projektet skulle vise om det kunne lade sig gøre under praktiske forhold.

Det lykkedes

Kirsten Burfelt fra Sapa Profiler i Grenaa var projektleder. Hun fortæller i dag glad, at hun bruger projektets resultater så tit, hun kan komme af sted med det. De procesparametre hun benytter, står øverst på side 32 i rapporten, citat:

Energi; hovedkonklusion

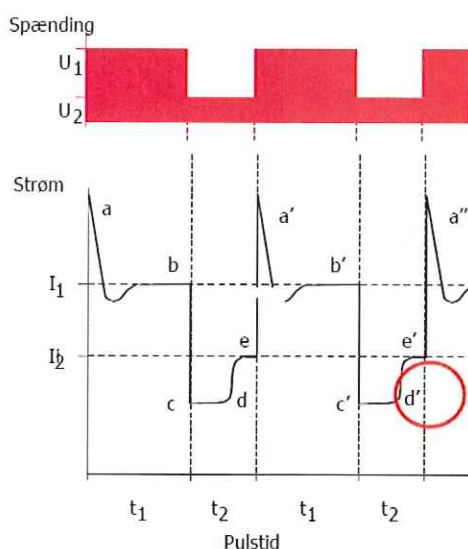
De væsentligste energimæssige driftsparametre er efterprøvet. I det anvendte forsøgsanlæg er de optimale pulsparametre

*J1 = 3,00 A/dm², J2 = 1,00 A/dm²
og det tilsvarende pulstider*

t1 = 130 s, t2 = 20 s.

De nævnte parametre sikrer et specifikt energiforbrug

Ved pulsanodisering (her vist med spændingsstyring) veksler man mellem to forskellige niveauer for spænding, et højt og et lavt. Strømmen ændrer sig tilsvarende, men på en mere kompliceret måde. Diagrammet viser spændingsforløbet øverst, strømstyrken nederst. Pulstiderne er af størrelsesorden sekunder til nogle minutter. I perioden t₂ sker der en opløsning af oxidlaget. Området i den røde cirkel (den afsluttende del af perioden t₂) viser den såkaldte "recovery-periode". ill. fra Elforsk-rapporten.



på 59,5 MWh/år.

Citat slut.

Det betyder:

- Processen gennemføres som strømstyret puls-anodisering.
- Den første puls er 130 s lang, og strømtætheden er 3 A/dm².
- Den anden puls er 20 s lang, og strømtætheden er 1 A/dm².
- Det "specifikke energiforbrug" på 59,5 – enheden skal være MWh/m³ – betyder at der går 59,5 MWh til at danne 1 m³ anodiseringslag (oxid).

Det "specifikke energiforbrug" målt i MWh/m³ er en enhed, man bruger for at kunne sammenligne energiforbruget ved forskellige processer. 1 m³ anodisering er forresten en anelig størrelse – omregnet til en lagtykkelse på 25 µm svarer det til 40.000 m² anodiseret aluminium. Men OK – Sapa Profiler i Grenaa anodiserer 1.400.000 m²

aluminium om året.

Ved dette pulsprogram sparer man ca. 30 % energi til selve anodiseringen sammenlignet med traditionel jævnstrømsanodisering.

Derudover er der en tidsmæssig besparelse, ligeledes for selve anodiseringsprocessen, på ca. 20 %.

I rapporten kan man læse om mange flere forsøg og resultater, men lige netop denne kombination af tider og strømtætheder fremhæver Kirsten Burfelt, fordi den kan lade sig gøre i anlægget.

Det koster at spare

Traditionel jævnstrømsanodisering kræver naturligvis en ensretter, og i betragtning af de høje strømstyrker i industrielle anodiseringsanlæg, er det en dyr komponent.

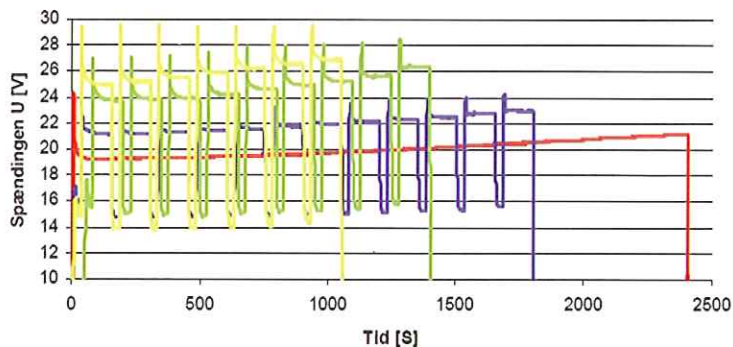
Værre bliver det med ensrettere til puls-anodisering – sådan nogle er endnu dyrere.

I rapporten er der regnestykker, som viser

**Kirsten Burfelt,
kvalitetschef hos
Sapa Profiler.**



Eksempler på forsøg fra projektet. Den røde kurve er jævnstrømsanodisering som reference for de 3 pulsprocesser. Alle 4 processer er strømstyret. Grafen giver et direkte indtryk af tidsbesparelserne, og ved at betragte arealerne under de forskellige kurver, får man et indtryk af de respektive processers energiforbrug. Den grønne kurve svarer til de "udvalgte procesparametre" som er omtalt her i artiklen. III. fra Elforsk-rapporten.



• Figur 12. Spændingskurverne for dannelse af 25 µm for de fire forskellige strømtegheder på legering 6063.

Prisbelønnet

tilbagebetalingstider mellem 1 og 5 år for merinvesteringen afhængig af det udførte arbejde. Tilsvarende er der regnet på energibesparelserne under forskellige omstændigheder.

Umiddelbart ser pulsanodisering ud til at være en god forretning, men branchen tøver, beretter Kirsten Burfelt. Det er der flere grunde til, én af dem er at pulsanodisering – i pulsperioder med høj strømteghed – bruger højere strømstyrke end jævnstrømsanodisering, og det stiller særlige krav til det elektriske udstyr, især til kontaktpunkter mellem anlæg og anodiseringsgods.

De tidvis høje strømstyrker rummer også en risiko for "brænding". Det er et fænomen som skyldes lokal opvarmning af godset på grund af uens strømteghed. Brænding ses som skjolder på det anodiserede emne.

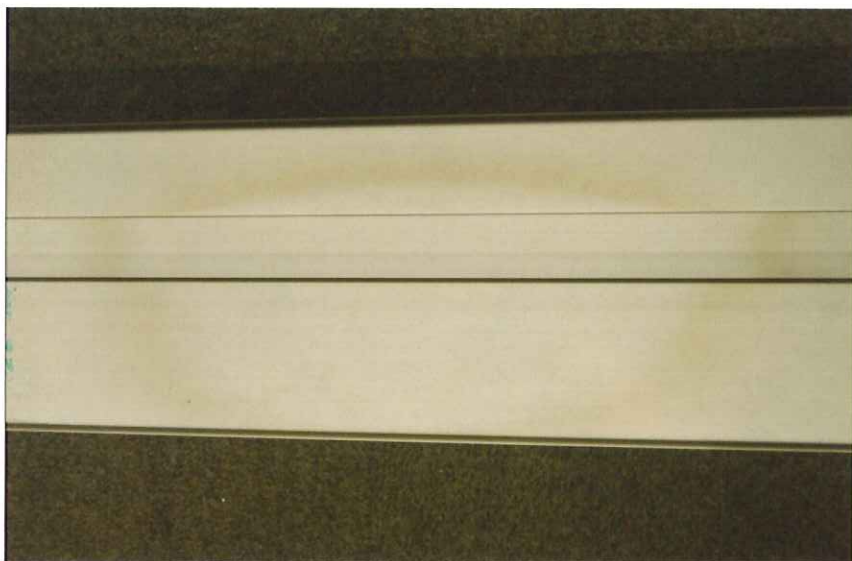
Det er et spændende og solidt stykke arbejde, der er gennemført. Det fremgår tydeligt, selv om rapporten havde kunnet nyde godt af en sproglig og strukturel renselse. For eksempel er rapportens engelske "summary" mere en redegørelse for projektets mål end for dets resultat, og det er ikke helt ligegyldigt, slet ikke her, for projektet havnede faktisk – skam få den der tænker ondt derom – et noget andet sted, end man forventede. For læseren betyder det, at man skal gennem hele rapporten for at få fuldt udbytte.

Holdet bag projektet har imidlertid god grund til at være stolte af deres arbejde. Det er tydeligt, at der er gennemført mange forsøg, at man har mødt vanskeligheder undervejs, og at man har løst problemerne; men fremfor alt: Projektet har affødt brugbare resultater.

Projektet har opnået den hæder, at blive nomineret til Elforsk Prisen i 2008, citat:

"ELFORSK PRISEN 2008 går til det mest nytænkende, mest besparende og mest anvendelige projekt, der i perioden 01.04.2006 til 31.03.2008 er gennemført med ELFORSK støtte. Forstået på den måde, at projektet skal kunne dokumentere effekt og resultater – eksempelvis i form af konkrete nye produkter, værktøjer, mærkningsordninger eller ændret adfærd".

Citat slut. Og tillykke nok engang.



"Brænding".