

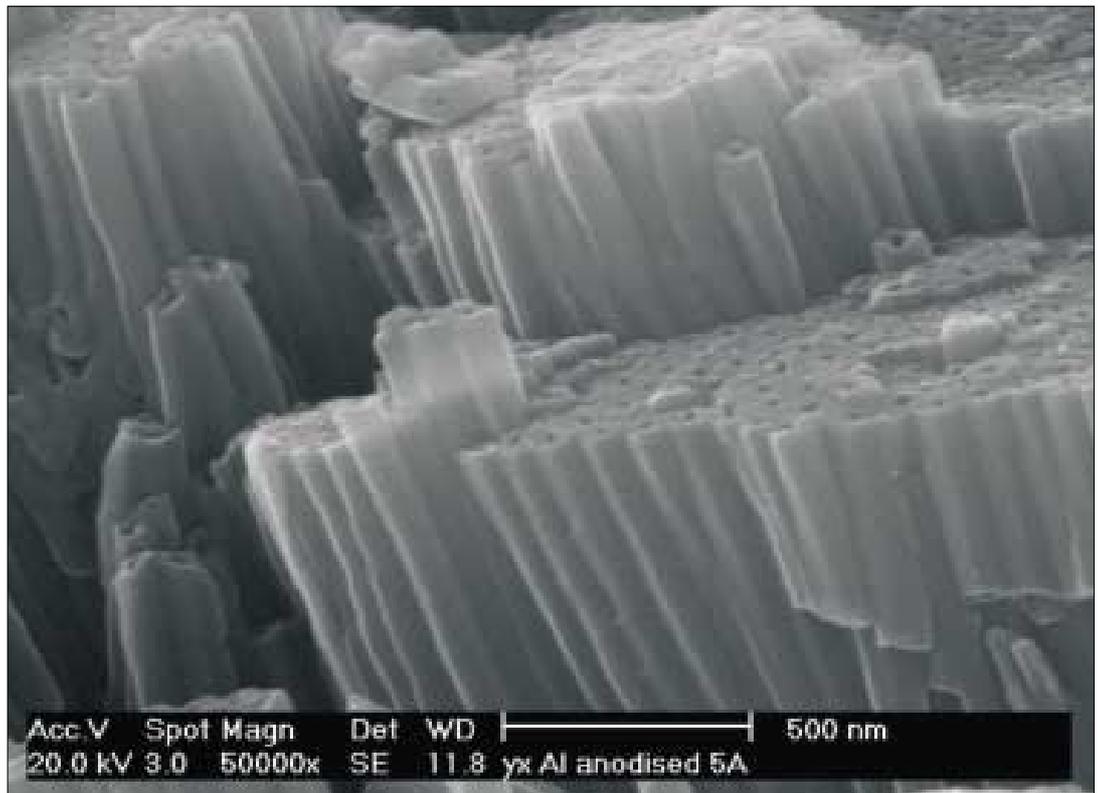
ANODISER

NOTICE D'INFORMATION SUR L'ALUMINIUM - PARTIE 7 (2)

Dans la deuxième partie de l'article sur les traitements de surface des alliages d'aluminium, on va traiter l'anodisation de l'aluminium et ses alliages. Sont abordés dans cet article les différentes applications, les différents problèmes et le principe de l'anodisation dure.

Par M.De Bonte, J.P. Celis

Traduction: M.C. Ritzen



Vue d'une section de rupture dans une couche d'anodisation (fort agrandissement). Le repère correspond à 1 µm. On remarque la structure longitudinale, tubulaire de la couche d'anodisation non-colmatée (photos: M. De Bonte)

ANODISATION

L'anodisation est un processus électrochimique basé sur un traitement anodique des métaux et de leurs alliages afin de former un dépôt d'oxydes adhérent sur et avec le substrat. Il y a souvent une réaction de décomposition en compétition avec la formation d'oxydes. Aux endroits où se forme un oxyde, la résistance électrique augmente; les endroits où la couche d'oxydes est plus mince, sont moins influencés par cet effet. Avec l'anodisation, on obtient une bonne répartition de l'épaisseur de couche. Au niveau commercial existent des procédés d'anodisation pour l'aluminium, le titane et le magnésium. L'anodisation du zinc et de ses alliages comme le zamac n'est plus appliquée commercialement.

Lors de l'anodisation, la couche se forme par une réaction avec le substrat (matériau à revêtir). Les couches où le substrat fait également partie de la couche de revêtement, sont appelées couches de conversion. C'est pourquoi on peut classer l'anodisation sous les procédés électrolytiques comme sous les couches de conversion.

ANODISATION DE L'ALUMINIUM ET DE SES ALLIAGES

L'anodisation de l'aluminium est également appelée eloxer, d'après l'allemand. L'anode (aluminium à traiter) et une cathode pour laisser passer le courant (par ex. acier inoxydable) sont mis dans un électrolyte approprié. Lors du passage du courant, trois réactions se font: une partie de l'aluminium

est oxydée et forme un oxyde, une partie de l'aluminium entre en solution et de l'oxygène se forme qui s'échappe sous forme de bulles de gaz. Tandis que la couche d'oxydes se forme, la résistance électrique de la couche augmente ce qui libère de la chaleur. Ce développement de chaleur est considérable de sorte que la

très bien à l'aluminium. Avant les laques et les poudres qu'on utilise actuellement, l'anodisation était le traitement de surface par excellence pour l'aluminium. Parmi les nombreux processus d'anodisation appliqués sur l'aluminium, l'anodisation dans l'acide sulfurique est de loin la plus importante. Quand on parle d'anodisation de l'aluminium sans plus de précision, il s'agit de l'anodisation dans de l'acide sulfurique.

Un processus traditionnel d'anodisation où on obtient des épaisseurs de couches jusque 25 µm, se fait en quatre étapes:

- (1) le prétraitement
- (2) l'anodisation dans de l'acide sulfurique
- (3) la coloration
- (4) la colmatation dans de l'eau bouillante ou de la vapeur (on utilise parfois un colmatage à froid, plus utilisé entre autres en Italie).

La qualité du processus de condensation déterminera la résistance à la corrosion du système. Lors de la colmatation, la structure en céramique (oxyde d'aluminium) avec des cellules ouvertes passe à une structure fermée d'oxyde hydraté. La résistance à la corrosion augmente ainsi.

L'ANODISATION EST UN PROCESSUS ÉLECTROCHIMIQUE BASÉ SUR UN TRAITEMENT ANODIQUE DES MÉTAUX ET DE LEURS ALLIAGES AFIN DE FORMER UN DÉPÔT D'OXYDES ADHÉRENT SUR ET AVEC LE SUBSTRAT

plupart des liquides d'anodisation doivent être refroidis afin de pouvoir garantir un processus constant. L'anodisation est une méthode pour déposer une couche d'oxydes plus épaisse que celle présente de nature sur l'aluminium. Ainsi, la résistance à la corrosion de ce métal peut être améliorée de façon importante. Un atout supplémentaire est la dureté élevée de l'anodisation (typiquement plus de 250 HV). L'anodisation convient

Types d'aluminium fortement appliqués

Type de d'alliage	Classification internationale	Classification allemande DIN	Application
Non allié	1050A	Al 99,5	Tôle, bandes
AlMg	5005A	AlMg 1	Tôle, bandes
AlMgSi	6060/6063	AlMgSi 0,5	Profil

La coloration peut se faire par absorption de pigments ou par déposition de sels métalliques dans un processus électrolytique.

Les anodisations avec couleur où la coloration est combinée avec des sels métalliques et avec des couleurs organiques, permettent d'obtenir un éventail de couleurs plus grand qui sont beaucoup plus intenses.

De plus, la stabilité de la coloration est excellente.

Quand on anodise un aluminium pur avec une couche de 20 µm, il faut tenir compte d'une couche moyenne au-dessus de la surface de référence de 10 µm.

Un cylindre usiné anodisé avec une couche de 20 µm donne en moyenne une augmentation de diamètre de 20 µm.

On n'a pas tenu compte de la perte en matériau lors du nettoyage et éventuellement du décapage juste avant l'anodisation.

Le rapport 50/50 (50% dessus et 50% dans le substrat) dépend de l'alliage utilisé. Il faut tenir compte de rapports allant de 50/50 à 70/30. Pour des applications critiques, il vaut mieux faire des tests avant avec l'anodiseur.

ANODISATION DURE

En répondant aux conditions du procédé, l'épaisseur de la couche et les propriétés de la couche peuvent être modifiées.

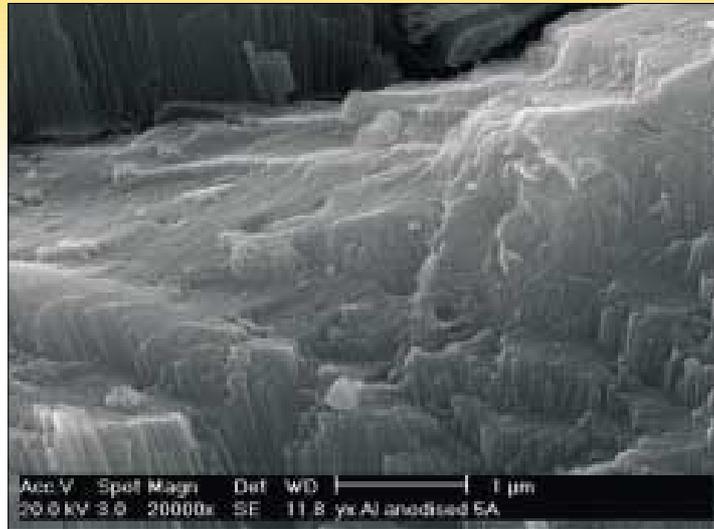
Ainsi, entre autres dans le cas d'une basse température de bain, une composition de l'électrolyte éventuellement modifiée et une tension des cellules élevée, on peut obtenir des couches épaisses (30 – 300 µm) d'anodisation résistant à l'usure.

Ces couches d'anodisation dure ne sont pas souvent soumises au colmatage après anodisation dure; la couche perd fortement de sa résistance à l'usure.

Si on souhaite avoir une meilleure résistance à la corrosion, la couche est imprégnée d'un film organique. On réalise parfois une chromatation comme post-traitement.

La structure cellulaire typique est donnée dans les figures. Le diamètre d'une cellule est de 100 à 250 nm. La structure est donc un composite de forme nid d'abeille en céramique (oxyde d'aluminium) et de pores fins et longs. Les anodisations classiques ont une structure similaire; dans les pores, des éléments métalliques ou des hydroxydes peuvent être déposés afin de colorer l'aluminium (voir paragraphe précédent). Un faible coefficient de frottement peut être obtenu en imprégnant la couche d'anodisation de lubrifiants solides, souvent un polymère fluoré comme le PTFE.

Avec une anodisation dure, on peut obtenir des couches plus



Détail de la structure d'une couche d'anodisation

épaisses qui sont plus dures, typiquement 450 HV pour un alliage approprié.

QUELS ALLIAGES ANODISER?

L'anodisation classique en couleur est fortement appliquée dans le secteur de la construction (profils divers pour balcons et toitures...), le secteur du transport (benches...) et pour des applications très diverses dans la construction de machines (cylindres pour guidage de papier, logement de composants électroniques...).

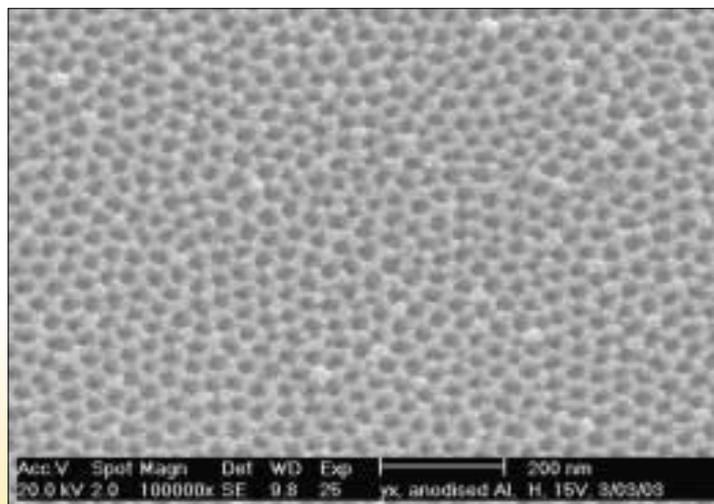
De nombreux alliages durcissables sont bien ou très bien anodisables; parmi les plus utilisés, on trouve les alliages faiblement alliés de la série 6000 pour les profils. Les matériaux de la série 5000 sont également bien anodisables; il s'agit souvent de tôles. Pour les applications décoratives, il faut prescrire une qualité appropriée pour l'anodisation. Ceci consiste à ce que la qualité de la surface soit bonne de sorte qu'un aspect homogène puisse être obtenu avec un décapage limité, et que le

matériau soit homogène de telle façon qu'après anodisation, aucune bande n'apparaisse à la suite de différences de composition ou de structure.

Les alliages pour profils des séries 6060 et 6063 ont plus ou moins la même composition et les mêmes propriétés. La composition chimique des alliages pour tôles et profils peut être retrouvée dans l'article paru dans *Métallurgie*, avril 2003.

Si d'autres alliages sont nécessaires, il vaut mieux prendre conseil auprès du constructeur et de la personne qui réalise le traitement de surface. Il faut tenir compte que certains éléments d'alliage comme le Si, Mn, Cr et Fe ne diminuent pas la qualité technique de l'anodisation (anodisabilité) mais peuvent influencer la couleur du matériau anodisé. Des bandes de même spécification, mais provenant de différentes coulées ou de différentes parties d'un rouleau laminé, peuvent donner lieu à des différences de couleur. Dans de nombreux cas, on prendra des parties successives du rouleau afin de ne pas avoir de problèmes; ces

Vue du haut de l'aluminium pur anodisé. On remarque la structure très régulière. De telles couches d'anodisation peuvent être utilisées comme membrane en céramique



parties présentent de petites différences admises qui donnent un effet esthétique moindre.

PROBLÈMES

Les alliages fortement alliés des séries 2000 et 7000, fort utilisés pour des éléments de machines dans l'aéronautique et le transport, sont plus difficiles à anodiser d'un point de vue décoratif. Les éléments d'alliage présents permettent difficilement de prévoir les différences de couleurs. Avec des alliages de la série 7000, on peut obtenir de bons résultats techniques (dureté, épaisseur de couche et résistance à la corrosion suffisantes). Avec les alliages riches en cuivre comme les 2024, les résultats sont beaucoup moins bons et il faut appliquer des processus spéciaux qui doivent être suivis à la lettre sinon on a certaines parties 'brûlées', en premier lieu les bords acérés. Même avec des processus spéciaux d'anodisation, les résultats sur le plan de la résistance à la

LES ALLIAGES FORTEMENT ALLIÉS DES SÉRIES 2000 ET 7000 SONT PLUS DIFFICILES À ANODISER D'UN POINT DE VUE DÉCORATIF

corrosion et à l'usure sont moins bons. Les alliages avec plus de 5% Cu sont considérés comme non anodisables.

Un autre groupe d'alliages qui posent des problèmes pour le traitement de surface, est formé par les alliages coulés riches en silicium. Si la teneur en Si est de 1% ou plus, les pièces deviennent grises et rugueuses. Ce phénomène s'accroît avec des teneurs en Si plus élevées de sorte que des processus spéciaux doivent être appliqués. Les alliages ayant plus de 12% Si sont considérés comme étant non anodisables.

Un troisième groupe d'alliages difficilement ou non anodisable sont les alliages de coupe avec 2% Pb ou plus.

L'utilisation de couches d'anodisation (techniques) dans des applications tribologiques est élargie par la mise à disposition de couches bonnes qualitativement sur des alliages durcissables ayant une teneur en cuivre jusque 5% et sur des alliages pour moulage sous pression ayant une teneur élevée en cuivre et silicium.

Certains alliages, difficilement anodisables, peuvent être traités dans des processus plasmachimiques. Ceux-ci connaissent un fort développement ce qui permet de produire des couches céramiques très dures et fermées, également sur les alliages 'difficiles' précités. □