

Document n°1 : Exemples de pièces anodisées

Consulter le diaporama « Spe3.1.2.AnodisationAluminium.pptx ».

Document n°2 : Corrosion de l'aluminium

L'aluminium est un métal très réducteur qui s'oxyde facilement à l'air. Il se forme alors une couche d'alumine Al_2O_3 d'une épaisseur de 0,1 à 0,5 μm qui protège le métal contre la corrosion. Cependant cette faible épaisseur d'alumine « naturelle » est sujette à la détérioration par diverses agressions chimiques ou mécaniques, ce qui nuit à son aspect.

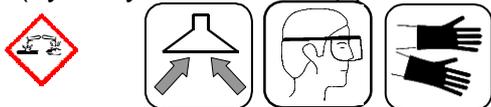
Document n°3 : Protection de l'aluminium

Un traitement électrochimique permet d'obtenir une couche d'alumine plus régulière, plus épaisse et aux propriétés optiques homogènes.

Ce procédé, décrit ci-après, est connu sous le nom d'ELOXAL (electrolytically oxidized aluminium).

Étape n°1 : Nettoyage et dégraissage de la pièce d'aluminium

L'aluminium est dégraissé dans un bain d'acétone (= propanone), puis il est décapé dans un bain de soude (hydroxyde de sodium) pendant une dizaine de secondes.



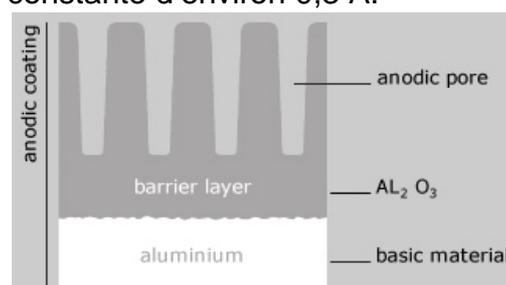
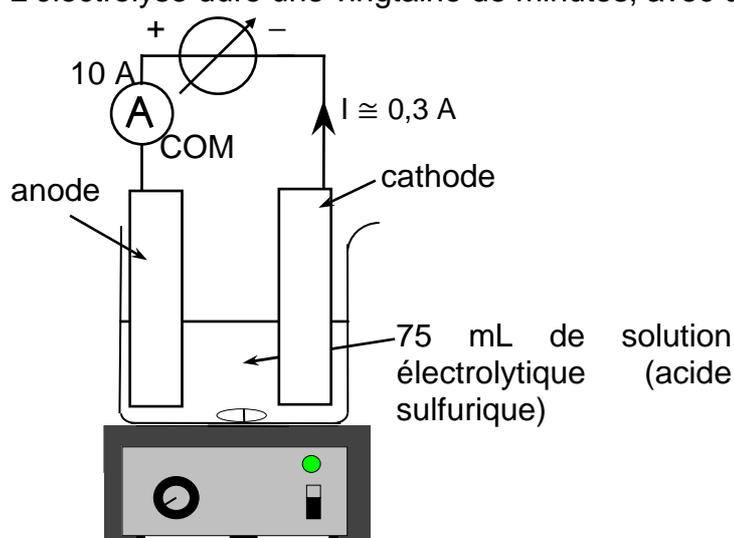
Il est ensuite rincé à l'eau, puis trempé quelques secondes dans de l'acide nitrique concentré afin d'éliminer l'excès de soude.



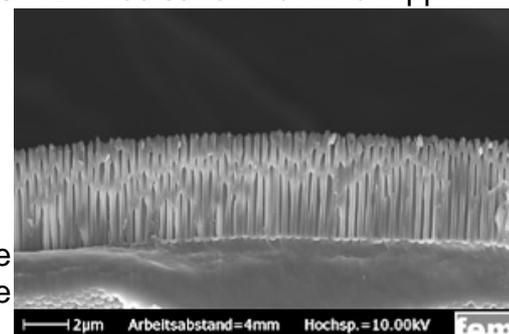
Un dernier rinçage à l'eau permet d'éliminer l'excès d'acide.

Étape n°2 : Oxydation électrolytique de l'aluminium, formation d'alumine

L'électrolyse dure une vingtaine de minutes, avec une intensité constante d'environ 0,3 A.



Images visibles dans le diaporama « Spe3.1.2.AnodisationAluminium.pptx »



Étape n°3 : Coloration

En fin d'électrolyse, la plaque d'aluminium anodisée est rincée à l'eau distillée, puis avec une solution d'ammoniaque et encore à l'eau.

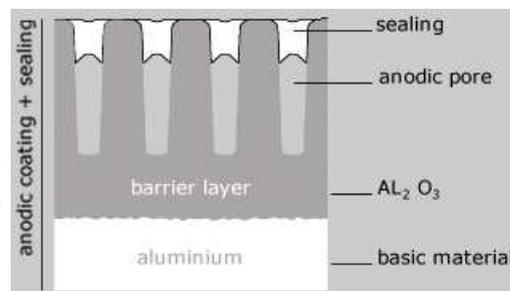
La plaque est alors immergée une dizaine de minutes dans une solution très chaude de colorant (éosine, etc.).

Étape n°4 : Colmatage

Le colorant doit être emprisonné entre les pores anodiques.

Le scellement (sealing) se fait par hydratation (immersion dans l'eau froide) de la couche anodique qui a pour résultat de faire gonfler les parois des pores et en obstruer les trous.

Des photos d'installations industrielles sont visibles dans le diaporama.

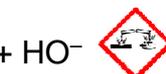


Document n°5 : Matériel et solutions disponibles

- lunettes de protection
- pissette d'eau distillée
- pince en inox
- Agitateur magnétique + turbulent
- multimètre JEULIN CL3
- Générateur de tension continue réglable 0-15 V
- 3 fils de connexion
- 2 pinces crocodile
- plaque d'aluminium
- plaque de plomb
- porte plaque en laiton
- becher 100 mL forme haute
- deux potences + pince 3 doigts
- 2 bechers 100 mL
- plaque chauffante

Sous hotte :

- Acétone
- Solution de soude $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$
- Solution d'acide nitrique
 $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$



- Solution électrolytique
(acide sulfurique)



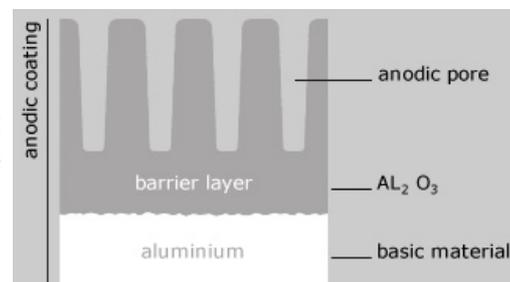
- Solution d'ammoniaque



- Solution d'éosine

Document n°6 : Réactions mises en jeu

- Formation de la couche protectrice d'alumine :
Elle a lieu à partir des cations aluminium formés lors de l'oxydation des atomes d'aluminium.
 $2\text{Al}^{3+} + 3\text{O}^{2-} = \text{Al}_2\text{O}_3$
- Le générateur fournit par sa borne négative des électrons permettant une réduction dite cathodique : $\text{Ox} + n\text{e}^- = \text{Réd}$
- Le générateur pompe par sa borne positive des électrons issus d'une oxydation dite anodique : $\text{Réd} = \text{Ox} + n\text{e}^-$
- Couples oxydant / réducteur :
 $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) / \text{Al}(\text{s})$ $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) / \text{Pb}(\text{s})$ $\text{H}^+(\text{aq}) / \text{H}_2(\text{g})$



Questions

Q1. Quels sont les intérêts du procédé ELOXAL ?

Q2. Écrire la demi-équation de la réaction d'oxydation des atomes d'aluminium. À quelle électrode a-t-elle lieu ? Quelle est la borne correspondante du générateur ?

Q3. Soumettre votre protocole d'oxydation électrolytique de l'aluminium. Légendez le schéma de l'étape n°2. Le réaliser.

Q4. Quelle est la nature du dégagement gazeux visible à la cathode ? Justifier en écrivant la demi-équation de la réaction correspondante.

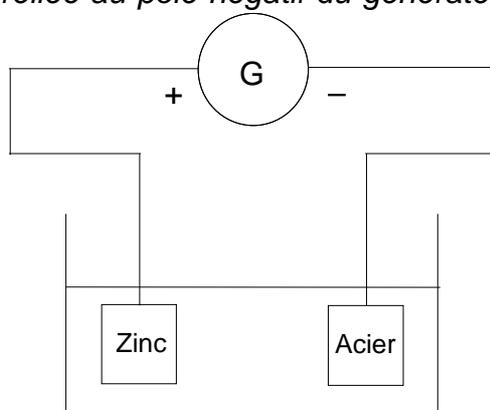
Q5. Lors de l'étape de nettoyage et dégraissage de la pièce d'aluminium, il est indiqué « l'aluminium est trempé quelques secondes dans de l'acide nitrique concentré afin d'éliminer l'excès de soude ».

Écrire l'équation de cette réaction acido-basique sachant que les ions nitrate et sodium sont spectateurs.

Résolution de problème : Électrozincage d'une pièce en acier

Afin de protéger les aciers contre la corrosion, il existe plusieurs procédés industriels de recouvrement de l'acier, notamment l'électrozincage très largement utilisé dans l'industrie automobile. L'électrozincage est un dépôt de zinc par électrolyse sur une pièce : c'est une méthode extrêmement fiable et précise, elle permet le dépôt de zinc sur une épaisseur d'une dizaine de micromètres sur une pièce en acier.

La pièce en acier est plongée dans une solution aqueuse de sulfate de zinc acidifiée ($Zn^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$). Elle est reliée au pôle négatif du générateur. La pièce en zinc est reliée au pôle positif du générateur.



Le générateur débite un courant d'intensité constante $I = 2,0 \text{ A}$, pendant une durée $\Delta t = 40 \text{ min}$.

L'épaisseur du dépôt métallique sur l'acier est correcte lorsque la masse de zinc déposée est égale à $1,8 \text{ g}$.

- Couple Oxydant/réducteur : $Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$

- Quantité d'électricité :

Chaque électron porte une quantité d'électricité $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ où C est le symbole du coulomb. La quantité d'électricité portée par une mole d'électrons est appelée faraday, $F = 96\,500 \text{ C.mol}^{-1}$.

$$Q = n(e^-) \cdot F$$

avec Q en C, $n(e^-)$ en mol, F en C.mol^{-1}

Le générateur fournit des électrons par sa borne - et « pompe » autant d'électrons par sa borne +. La quantité d'électricité qu'il fait circuler dans le circuit dépend de l'intensité du courant et de la durée de fonctionnement.

$$Q = I \cdot \Delta t$$

avec Q en C, I en A, Δt en s.

- Masse molaire atomique :

$$M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$$

Questions

Q6. Écrire la demi-équation de la réaction de formation du dépôt métallique de zinc.

Q7. Faut-il poursuivre ou arrêter le dépôt électrolytique ?