**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX**

# **SCIENCES ET Techniques Industrielles**

# **Sous-épreuve spécifique à chaque option**

**Option B – Traitements de surface**

# **- U4.4B -**

SESSION 2024

\_\_\_\_\_

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

**\_\_\_\_\_**

**Matériel autorisé :**

- L’usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

- L’usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu’il soit complet.

Le sujet comporte 11 pages, numérotées de 1/11 à 11/11.

**Argentage sur alliage d’aluminium avec reprise sur un traitement de conversion chimique**

Une entreprise de sous-traitance spécialisée dans l’argentage technique traite des petites pièces en alliage d’aluminium (***photographie n°1***) pour l’assemblage de système d’équipement d’antennes et de stations dévolues à la réception de données satellite.

Suite à une erreur, un lot de 250 pièces est livré avec un traitement de conversion chimique de type « SurTec 650 » (***annexe 1 page 8***). La société adapte sa gamme usuelle en intégrant une étape de détraitement.

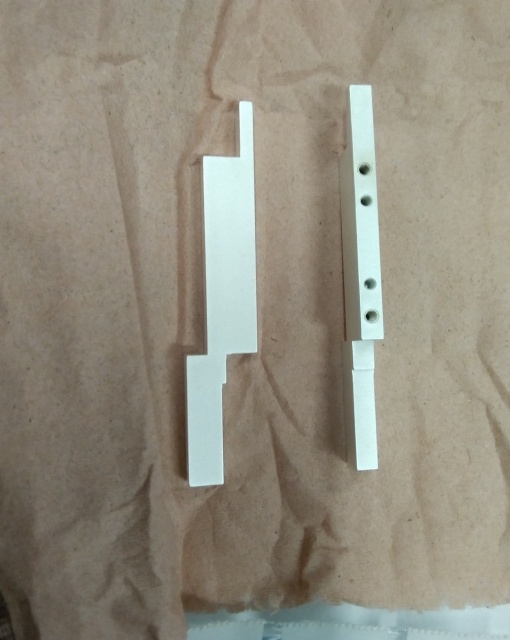
Le cahier des charges du client est le suivant :

**Pièce**: broche de connecteur électrique

**Matière** : alliage d’aluminium au magnésium

**Traitement demandé** : Ag 8 (I) + Ni 5 (II) / EN AW-5083

**Caractérisation du dépôt** : très bonne adhérence.

Trous borgnes pour l’accrochage du montage

Photographie n°1 : broche de connecteur

Le revêtement de nickel chimique permet l’obtention d’une surface conductrice sur alliage d’aluminium. Il améliore également les propriétés mécaniques et anticorrosion de la pièce.

Le dépôt d’argent répond à des exigences de contact électrique et de soudabilité. Une épaisseur de 8 µm minimum assure un bon contact électrique (amélioration de la conductivité de surface aux hautes fréquences et de la résistance aux frottements).

La gamme modifiée pour le traitement des pièces en alliage d’aluminium et qui respecte le règlement REACH comprend les étapes suivantes :

|  |  |
| --- | --- |
| **N° étape** | **Opérations** |
| 00 | Montage / **8 pièces** |
| 01 | Dégraissage chimique / 30 °C - 10 min - immersion |
| 02 | Élimination couche de conversion chimique SurTec 650 |
| 03 | Décapage chimique acide / 2,5 min |
| 04 | Blanchiment acide nitrique 50 % / 23 °C – 5 min |
| 05 | Double zingage chimique (double zincate) |
| 06 | Dépôt nickel chimique bain n°1 / 89 °C – 7,5 min |
| 07 | Dépôt nickel chimique bain n°2 |
| 08 | Pré-argentage cyanuré |
| 09 | Argentage cyanuré |
| 10 | Séchage |
| 11 | Démontage |
| 12 | Contrôle |

Une fonction de rinçage est ajoutée entre les étapes 01 à 10.

**Partie I : préparation des pièces**

**Étape 01 : dégraissage chimique**

Ce dégraissage est utilisé pour l’élimination des corps gras de mise en forme et de manipulation. La composition ainsi que les paramètres d’utilisation sont présentés ci-dessous :

|  |  |
| --- | --- |
| Carbonate de sodium | 10 g·L-1 |
| Phosphate trisodique | 20 g·L-1 |
| Gluconate de sodium | 30 g·L-1 |
| Tensioactif et inhibiteurs |  |
| 30 °C - 10 min - immersion |  |

**I.1** **Justifier** l’utilisation d’une telle formulation de bain de dégraissage pour le traitement des alliages d’aluminium.

**I.2** **Proposer** une action pour améliorer l’efficacité du bain de dégraissage chimique sans modifier la composition du bain.

**Étape 02 : élimination de la couche de conversion**

La couche de conversion réalisée par erreur chez l’usineur doit être éliminée.

**I.3** En vous aidant de la fiche technique du bain de conversion SurTec 650 (***annexe 1, page 8***), **proposer** une solution pour éliminer le traitement : bain, temps et température.

**Étape 03 : décapage chimique acide**

Deux bains de décapage sont présents dans l’entreprise :

* Bain à l’acide phosphorique : H3PO4 250 mL·L-1 à 90 °C
* Bain sulfochromique : CrO3 50 g·L-1 et H2SO4 150 mL·L-1 à 70 °C

**I.4** **Choisir** le bain le plus adapté au décapage de cette pièce. **Justifier** votre réponse.

**Étape 05 : Double zingage chimique**

Le traitement de double zingage chimique assure l’adhérence des dépôts sur alliage d’aluminium.

Le bain de zingage chimique a la composition suivante :

|  |  |
| --- | --- |
| Oxyde de zinc (ZnO) | 90 g·L-1 |
| Hydroxyde de sodium (NaOH) | 400 g·L-1 |

**I.5** **Donner** le principe de fonctionnement de ce bain de zingage chimique. *Il est possible d’utiliser un schéma correctement annoté.*

**Partie II : nickel chimique**

Le bain de nickel chimique est livré sous forme de 3 composés : Niklad 8910 A, Niklad 8910 B et Niklad 8910 H (***annexe 2 page10***).

Le volume des bains de traitement de l’entreprise est de 200 litres.

La société procède en deux étapes (étapes 06 et 07) pour le revêtement de nickel chimique. Un premier bain où les pièces restent 7,5 minutes et un deuxième bain, appelé bain de charge, où le reste de l’épaisseur en nickel chimique est déposé.

**II.1** **Justifier** l’utilisation du bain de nickel chimique n°1 avant le bain de charge.

**II.2 Calculer** le temps de traitement à la minute supérieure pour le deuxième bain de nickel chimique (étape 07).

**II.3 Proposer** une méthode de contrôle de l’épaisseur du revêtement de nickel chimique.

L’analyse du bain n°1 donne une concentration en nickel métal de 5 g·L-1. La concentration de la solution Niklad 8910 A est de 40 g·L-1 en nickel métal.

**II.4** **Calculer** le volume en litre de Niklad 8910 A à ajouter au bain pour revenir à la valeur optimale.

Le bain n° 2 (bain de charge) est utilisé depuis plusieurs semaines. Un technicien procède à son réglage et utilise 7 bidons de 20 litres de Niklad 8910 A.

**II.5** **Calculer** le nombre de « turn-over » (MTO) du bain.

**II.6 Relever** à partir du diagramme (***annexe 2 page 11***) les nouveaux paramètres d’utilisation.

L’installation de nickel chimique du bain n°2 de l’entreprise présente 3 cuves : une contenant le bain de nickel chimique (cuve A), une autre de l’acide nitrique (cuve B) et une troisième vide (cuve C).

**II.7** **Donner** le rôle de ces trois cuves. *Il est possible d’utiliser un schéma correctement annoté.*

**Partie III : argentage cyanuré**

L’entreprise travaille avec un bain de la société Enthone « Silvrex R107 ». Elle souhaite utiliser une formulation plus récente de ce bain tout en conservant la même concentration en sels.

**III.1** **Proposer** une méthode d’élimination des deux additifs organiques base et brillanteur.

Avant l’analyse chimique du bain, le technicien vérifie l’aspect des anodes et il constate qu’elles sont très sombres.

**III.2** **Donner** une explication à ce constat et une action corrective pour y remédier.

Le bain n’est pas encore équipé de système d’agitation, il n’y a qu’un système de filtration sur cartouche.

**III.3** **Proposer** un système d’agitation en plus de la filtration. Justifier votre choix.

Avant de lancer la production, il est nécessaire de connaître l’intensité à appliquer et la durée du traitement d’argentage.

**III.4 Calculer** l’intensité lors du traitement d’argentage.

**III.5** **Déterminer** la durée en minute du traitement d’argentage.

**Données :**

* Le bain d’argentage ne peut recevoir que deux montages à la fois.
* Surface électrolysable d’une pièce : 12 cm².
* Densité de courant cathodique : 0,7 A·dm-2.
* Rendement cathodique : 100 %.
* Masse molaire de l’argent : 107,9 g·mol-1.
* Masse volumique de l’argent : 10,5 g·cm-3.
* Constante de Faraday : 96500 C·mol-1.

**Partie IV : Traitement des effluents - Contrôle du revêtement**

L’entreprise utilise plusieurs types de rinçage après chaque bain de préparation et de traitement.

**IV.1** **Donner** la caractéristique indispensable au rinçage qui précède le bain de nickelage chimique.

L’entreprise souhaite récupérer l’argent entraîné par les pièces directement sur la chaîne de production.

**IV.2** **Indiquer** le matériel nécessaire à cette opération et son positionnement au niveau de la chaîne.

Les effluents de l’atelier, hormis ceux du nickelage chimique, sont traités en station physico-chimique au fil de l’eau.

**IV.3** **Lister** les opérations utilisées pour les dépolluer jusqu’au rejet final.

Le contrôle d’adhérence doit être réalisé sur toutes les pièces.

**IV.4** **Proposer** une méthode compatible avec ce contrôle systématique et en **détailler** le principe.

**Barème**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Partie I (3,5 pts)** | | | | | | | | | | |
| Question | I.1 | I.2 | I.3 | I.4 | I.5 |  | |  | | |
| Points | **0,5** | **0,5** | **1** | **0,5** | **1** |  | |  | | |
| **Partie II (8 pts)** | | | | | | | | | | |
| Question | II.1 | II.2 | II.3 | II.4 | II.5 | II.6 | II.7 | | | |
| Points | **1,5** | **1** | **0,5** | **1** | **2** | **1** | **1** | | | |
| **Partie III (4,5 pts)** | | | | | | | | | | |
| Question | III.1 | III.2 | III.3 | III.4 | III.5 |  | | |  | |
| Points | **0,5** | **1** | **1** | **1** | **1** |  | | |  | |
| **Partie IV (4 pts)** | | | | | | | | | | |
| Question | IV.1 | IV.2 | IV.3 | IV.4 |  |  | | | |  |
| Points | **0,5** | **1** | **1,5** | **1** |  |  | | | |  |

**Annexe 1 : Extrait fiche technique SURTEC 650**



**SurTec 650 – Propriétés**

- Passivation sans chrome VI pour aluminium à base de chrome III

- Adapté comme prétraitement avant laquage, poudrage et collage

- Très bonne protection anticorrosion sur pièces non peintes comparable à celle du chrome VI

- Fonctionne également sur les alliages d’aluminium et l’aluminium de fonderie

- Facile à appliquer en immersion, en aspersion ou au chiffon

- Produit une couche irisée légèrement bleutée

- Le revêtement répond aux exigences ELV, RoHS et WEEE si on suit les gammes recommandées

- Faible résistivité de contact, < 32,25 mOhm pour 1cm² (< 5000 μOhm per square inch)

- Résistant à la température jusqu’à 100°C avec une perte minimale de résistance à la corrosion

**SurTec 650 - Spécifications techniques**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **A 20 °C** | Aspect | Densité (g/ml) | pH (pur) |
| **SurTec 650** | Liquide vert pouvant contenir quelques précipités | 1,005  (1,000 – 1,010) | 2,9 – 4,0 |

Remarque : Pendant les premiers jours de stockage, la valeur du pH monte significativement.

**SurTec 650 - Mise en œuvre**

|  |  |
| --- | --- |
| **Concentration** | Trempé : 20 % (10 - 25 %)  Aspersion : 25 % (10 - 50 %) |
| **Température** | 40 °C (30 – 40 °C) |
| **pH** | 3,9 (3,7 - 4,0)  Ajuster avec une solution d’acide sulfurique à 5 % ou d’hydroxyde de sodium à 1 % si nécessaire. |
| **Temps de traitement** | Trempé : 4 min (1 à 6 min)  Aspersion : 2 min (1 à 6 min) |

**SurTec 650 – Détermination du poids de couche**

|  |  |
| --- | --- |
| **Équipement** | Balance de précision (affichage au dixième de milligramme) |
| **Réactif** | Solution d’acide nitrique à 50% vol. (à partir d’acide nitrique concentré à 65%) |
| **Protocole** | 1. Traiter une pièce test de surface S connue avec SurTec 650. 2. Rincer à l’eau déminéralisée et sécher rigoureusement à l’air comprimé à température ambiante. 3. Peser la pièce sur la balance de précision, soit M1 (ne pas excéder 3h d’attente après le traitement). 4. Dissoudre la couche par immersion dans la solution d’acide nitrique (4 min à 20-25°C). Une solution d’acide nitrique de 1 litre pourra être utilisée pour une surface totale de 1 m². Au-delà, il faudra renouveler la solution. 5. Rincer à l’eau déminéralisée et sécher rigoureusement à l’air comprimé à température ambiante. 6. Peser à nouveau la pièce sur la balance de précision, soit M2. 7. Répéter cette analyse sur une pièce dégraissée et désoxydée mais non passivée (soit M3 et M4). |
| **Résultat** | (M1 - M2) / S = A  (M3 - M4) / S = B  A - B = poids de couche en g/m² |

Pour un bain de SurTec 650 à 20% vol., une température de 40°C et un temps d’immersion de 2 à 4 min, le poids de couche varie de 0,2 à 0,5 g/m².

Cette détermination est applicable pour les matériaux extrudés. Pour la fonderie d’aluminium contenant beaucoup de silicium et étant parfois poreuse, cette méthode n’est pas adaptée.

**Annexe 2 : Extrait fiche technique NIKLAD 8910**

 NIKLAD 8910

***Nickel chimique haut phosphore longue durée de vie***

Le procédé **NIKLAD 8910** est un procédé de nickelage chimique à très longue durée de vie, haute teneur en phosphore et semi brillant. Il est particulièrement destiné aux applications techniques.

Le procédé **NIKLAD 8910** permet d’obtenir un alliage d’épaisseur uniforme et dur sur des substrats tels que : acier, acier inoxydable, cuivreux et alliages, aluminium et alliages, certains non- conducteurs, autres.

Caractéristiques

Haute résistance à la corrosion

Adapté aux dépôts à forte épaisseur.

Excellente stabilité.

Non magnétique en sortie de bain.

Remarquable propriété d’allongement.

Système à pH auto-régulé avec ou sans ammoniaque

Aspect semi-brillant

Conforme aux directives 2000/53/EC (ELV/VHU), 2002/95/EC (RoHS) et 2002/96/EC (WEEE).

* Le **NIKLAD 8910** est livré en 3 composés :
  + **NIKLAD 8910 A** utilisé au montage et à la recharge en Ni métal
  + **NIKLAD 8910 B** utilisé au montage uniquement
  + **NIKLAD 8910 H** utilisé à la recharge uniquement.

Conditions d’utilisation

**NIKLAD 8910 A** 150 ml/L (145 - 155)

**NIKLAD 8910 B** 150 ml/L (145 - 155)

Eau déminéralisée 700 ml/L (710 – 690)

Nickel 6,0 g/l (5,5 – 6,5)

Hypophosphite de sodium 35 g/l (33 – 37)

Orthophosphite de sodium 0 – 300 g/l \*

Température 88 – 94°C (selon l’âge du bain) \*\*

pH (pH mètre à 25°C) 4,25 (4,25 - 5,0)\*\*

Vitesse de dépôt 8 – 12 µm/heure,

Surface traitée au litre 1,3 dm²/l (0,25 – 2,5)

\* Afin d’avoir les meilleures performances anticorrosion sur tout substrat, ne pas dépasser 180 g/l en orthophosphite de sodium.

\*\* De façon à maintenir une vitesse de déposition constante, la température et le pH doivent être ajustés selon l’âge du bain (cf graphe page 11).



**Courbes de température et de pH en fonction de l'âge du bain**

5

95

4,9

94

4,8

93

4,7

92

4,6

91

4,5

4,4

90

4,3

89

4,2

88

4,1

87

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

**Age du bain (MTO)**

pH

Température (°C)

Caractéristiques du dépôt obtenu

Teneur en phosphore 10 - 12 % Densité du dépôt 7,7 à 7,9

1 µm/dm2 pèse 0,076 à 0,078 Température de fusion 880° à 960°C

Dureté du dépôt en sortie de bain 500 à 600 Vickers

Dureté du dépôt traité 4 h à 290°C 850 à 950 Vickers

Dureté du dépôt traite 1 h à 400°C 900 à 1000 Vickers

Coefficient de dilatation 13 à 15 m/m/°C

Conductivité thermique 0,0105 à 0,0135 Cal/cm/sec/°C

Propriétés magnétiques non magnétique en sortie de bain

Équipement

Cuve : Polypropylène ou acier inoxydable polarisé.

Chauffage : Tout système capable de réguler la température au degré près. Thermoplongeurs en verre, porcelaine ou acier inoxydable, échangeur en téflon ou chauffage par bain marie.

Agitation : Doit être étudiée pour éviter toute surchauffe locale ou "points froids" et permettre une homogénéité constante du bain. Mécanique ou par air. Les pièces au bain-mort peuvent être également agitées mécaniquement.

Filtration : En continu. Taille de filtration : 5 µm maximum Débit de filtration : 10 fois le volume du bain par heure.

Refroidisseur : Système de refroidissement souhaitable afin de pouvoir stopper immédiatement tout "amorçage" éventuel et de ne pas maintenir le bain en température inutilement (métallisation de l’installation).

Aspiration : Indispensable pour éliminer les vapeurs lorsque le bain de nickel chimique est en chauffe.