

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option B – Traitements de surfaces

- U4.4B -

SESSION 2018

—
Durée : 2 heures
Coefficient : 2
—

Matériel autorisé :

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 8 pages, numérotées de 1 à 8 dont 1 annexe de 3 pages.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2018
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Code : TM44B	Page 1/8

ALLUME-CIGARE AUTOMOBILE

Une entreprise de traitements de surfaces, sous-traitante de l'industrie automobile, réalise des traitements sur des embouts d'allume-cigare.



Les traitements de surfaces effectués consistent en un dépôt de **cuivre en milieu cyanuré de 6 μm** d'épaisseur suivi d'un **nickel brillant également de 6 μm** d'épaisseur sur les embouts en acier ; ceux-ci doivent être protégés contre la corrosion, résister à l'abrasion, et présenter un aspect esthétique.

Ci-dessous, à gauche l'embout brut et à droite l'embout traité prêt à être assemblé avec les autres pièces constituant l'allume-cigare.



L'embout a un diamètre de 22 mm, une longueur de 24 mm.

Le nombre de pièces à traiter, pour ce sous-traitant, est de l'ordre de 10 000 pièces par jour.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2018
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B	Code : TM44B	Page 2/8
Option B : Traitements de Surfaces		

L'entreprise, soucieuse de préserver l'environnement et la santé de son personnel, souhaite remplacer le bain de cuivre cyanuré par un bain de cuivrage alcalin sans cyanure. Par la suite, elle n'aura plus de cyanure dans son atelier.

La fiche technique du nouveau procédé est fournie en **annexe 1**.

Toutefois, cette volonté ne doit pas entraîner une baisse de qualité provenant d'une éventuelle mauvaise adhérence du nouveau dépôt de cuivre.

Le test choisi pour vérifier l'**adhérence des dépôts** consiste, sur quelques pièces du lot, à **écraser le cylindre entre deux mors parallèles**.

Partie I : Évolution de la chaîne de traitement

I.1 Indiquer pourquoi il est intéressant de supprimer les cyanures dans les ateliers de traitements de surfaces. Préciser ce qu'il y a à gagner, économiser ou perdre.

Partie II : Étude des caractéristiques des dépôts

II.1 En fonction du cahier des charges décrit en page 2, indiquer quels rôles jouent ces différents dépôts.

II.2 Préciser comment le test d'écrasement à plat peut permettre le contrôle de l'adhérence des dépôts.

Partie III : Étude du procédé de cuivrage cyanuré

III.1 Les pièces sont traitées au tonneau. À l'aide d'un schéma, expliquer le principe de fonctionnement d'un traitement au tonneau. Faire apparaître les pièces, les arrivées de courant et les polarités.

III.2 Indiquer pourquoi la densité de courant au tonneau doit être plus faible que la densité du courant à l'attache.

III.3 Les pièces sont traitées au tonneau. En prenant en compte la DDC optimale, calculer la vitesse de déposition exprimée en $\mu\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$.

On donne :

DDC Bain mort de 0,5 à 3 A.dm⁻² optimum 2 A.dm⁻²

DDC Tonneau de 0,3 à 1,5 A.dm⁻² optimum 1 A.dm⁻²

Masse molaire du Cu : 63,5 g.mol⁻¹

Masse volumique du Cu : 8,9 kg.dm⁻³

Valence 1

Rc = 0,68

F = 96 500 C.mol⁻¹

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2018
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Code : TM44B	Page 3/8

L'entretien du bain de cuivrage cyanuré est toujours en cours d'exploitation.

Au cours de la production, la composition du bain de cuivrage cyanuré évolue :

- *Composition initiale au montage du bain :*

$$\text{CuCN} = 60 \text{ g.L}^{-1} \qquad \text{NaCN libre} = 10 \text{ g.L}^{-1}$$

- *Composition après dosage (suite à une longue période de production) :*

$$\text{Cu métal} = 34 \text{ g.L}^{-1} \qquad \text{NaCN libre} = 4 \text{ g.L}^{-1}$$

On donne les masses molaires : $C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ $N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$ $\text{Cu} = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$

III. 4 Préciser quelles sont les origines de ces évolutions Justifier vos réponses.

Partie IV : Étude de la fiche technique du nouveau procédé de cuivrage

IV.1 Expliquer pourquoi on ne peut pas envisager le remplacement du bain en milieu cyanuré par un cuivrage acide. Détailler la réponse.

IV.2 Ce nouveau procédé alcalin ne possède pas de cyanure. Indiquer quelle est la fonction de l'agent complexant SurTec™ 864 I.

IV.3 Le bain est *tolérant en ce qui concerne la carbonatation*.

Indiquer quelle est l'origine de la carbonatation.

Écrire les réactions chimiques correspondantes à la formation des carbonates.

Préciser l'incidence d'un excès de carbonate sur le fonctionnement du bain.

IV.4 Le bain *possède un excellent pouvoir couvrant*.

Donner la définition du pouvoir couvrant.

Détailler un essai permettant de le mesurer.

IV.5 *Le procédé produit un dépôt à grains fins, ductile et non poreux*.

Expliquer pourquoi ces propriétés sont importantes pour cette application. Justifier votre réponse.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2018
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B	Code : TM44B	Page 4/8
Option B : Traitements de Surfaces		

Partie V : Étude de la mise en œuvre du nouveau procédé

- V.1 Les pièces sont traitées au **tonneau** par lot de 1000 pièces. À partir de la fiche technique, **calculer le temps de traitement** pour déposer 6 µm avec ce nouveau bain.
- Comparer au procédé cyanuré de la question III.3. Indiquer s'il y a un avantage au niveau de la production.
- V.2 Il est précisé dans le cahier des charges que le dépôt de nickel est brillant. Indiquer quels sont les éléments qui permettent d'assurer la brillance du nickel.
- V.3 Proposer une méthode de contrôle de l'épaisseur en fin de traitement, qui permet la différenciation des dépôts. Justifier votre choix.

Partie VI : traitements des rejets et sécurité

- VI.1 Expliquer le rôle de l'eau de javel dans le traitement préliminaire de la cuve de cuivrage alcalin. Voir fiche technique du bain S864 en **annexe 1**.
- VI.2 Indiquer les mesures de protection du personnel et de l'environnement à prendre lors de l'installation du nouveau bain.

Barème

	Partie I	Partie II		Partie III			
Questions	I.1	II.1	II.2	III.1	III.2	III.3	III.4
Points	1	1	0,5	1,5	1	2	2

	Partie IV					Partie V			Partie VI	
Questions	IV.1	IV.2	IV.3	IV.4	IV.5	V.1	V.2	V.3	VI.1	VI.2
Points	1	1	1	1	0,5	2	0,5	1,5	1	1,5

----- Annexe 1 -----

SurTec® 864

Procédé de cuivre Alcalin sans cyanure

Présentation

- Supprime l'utilisation d'électrolytes cyanurés avec leurs risques élevés pour l'environnement et la santé humaine
- Peut être directement utilisé sur l'acier, le laiton, le zincate sur aluminium et le zamak
- Utilisable au tonneau, à l'attache et sur lignes en continu
- Forme une bonne base pour le cuivre acide et le nickel
- Aucun produit de décomposition toxique en cas de rinçage commun avec un cuivrage acide
- Tolérant en ce qui concerne la carbonatation (aucun besoin de décarbonater par le froid)
- Excellent pouvoir couvrant
- Produit un dépôt à grains fins, ductiles et non-poreux

Caractéristiques moyennes des produits

(à 20 °C)	Aspect	Densité (g/ml)	Valeur pH (concentré)
SurTec 864	liquide, bleu	1,384 (1,36-1,41)	8,7 (8,4-9,2)
SurTec 864 I	liquide, incolore	1,146 (1,13-1,16)	1,0 (0,7-1,3)

Mise en œuvre

Le procédé SurTec 864 inclut les produits suivants :

- SurTec 864 électrolyte concentré qui contient le cuivre
- SurTec 864 I correcteur qui contient l'agent complexant

Valeur de montage :

SurTec 864 électrolyte concentré	30%vol	(25-60%vol)
SurTec 864I solution de correction	6,5 % vol	
KOH (45 %)	pour ajuster le pH	

Valeur analytique :

Cuivre	9 g/l	(7,5 – 18 g/l)
Phosphore du complexant	36 g/l	(35 – 40 g/l)
Ratio Cu/P	1 : 4	

Étapes de montage :

1. Éliminer les cyanures résiduels en traitant la cuve et les équipements annexes (filtres, pompes, paniers d'anodes, etc.) avec une solution à 2 % d'hypochlorite de sodium (eau de javel à 47° cl) pendant 24 heures, rincer ensuite à l'eau, puis faire circuler une solution à 2 % d'acide sulfurique, rincer à nouveau et en final, faire circuler une solution à 5 % de lessive de potasse.
2. Remplir la cuve propre avec 1/3 d'eau maximum (dépend des valeurs de montage)
3. Ajouter la solution de correcteur SurTec 864 I
4. Ajuster le pH avec de la lessive de potasse à 45 %
5. Ajouter le concentré d'électrolyte SurTec 864
6. Corriger à nouveau le pH
7. Compléter avec de l'eau jusqu'au volume final

Paramètres de travail :

Température	55 °C (50-70 °C)
Activation du bain	1-2 A/dm ² appliqué pendant 5 min
Densité de courant cathodique	0,1-1 A/dm ² tonneau 0,5-1,5 A/dm ² attache
Redresseur	18 – 20 V
Rendement	environ 95 % de 0,4-2 A/dm ²
Vitesse de déposition	environ 0,2 µm/min à 1,0 A/dm ²
Vitesse de déposition	environ 0,3 µm/min à 1,5 A/dm ²
Valeur du pH	sur acier 9,5 (9,2-9,8) sur zamak et aluminium 9,2 (9,0-9,4)
Diminuer le pH avec le correcteur SurTec 864 I ou l'augmenter avec de la lessive de potasse à 45 %	
Conductivité	environ 70 mS/cm à 20-25 °C environ 60 mS/cm à 55-60 °C
Anodes	OFHC-cuivre (haute conductivité sans oxygène) barres, berlingot ou billes dans des paniers en titane
Ratio anode/cathode	environ 1,5 /1
Matériau de la cuve : acier revêtu de plastique	
Agitation : agitation de l'air (optimal : à l'anode et la cathode)	
Rotation tonneau de 2 à 6 tr.min ⁻¹	
Filtration : continue	
Aspiration : recommandée	