

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
SOUS-EPREUVE SPECIFIQUE A CHAQUE OPTION
OPTION B : TRAITEMENTS DE SURFACE
- U4.4B -

DUREE : 2 HEURES

COEFFICIENT : 2

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n°99-186
du 16 novembre 1999

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7 dont 2 annexes.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2005
Code : TMSTI B		Sous-épreuve spécifique à chaque option Option B : Traitements de Surface – U4.4B	Page 1/7

Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles
Option B : Traitements de Surface

Une entreprise traite des corps de pompe d'injection pour des machines à café professionnelles type « expresso ». Ces corps sont en laiton Cu Zn 30 obtenus par fonderie. La photographie n°1 en annexe (page 6/6), montre un de ces éléments.

La partie intérieure est un cylindre, dans lequel un piston pousse l'eau chaude vers le filtre contenant le café.

Pour assurer une bonne résistance à l'usure, la partie intérieure du corps de pompe doit être recouverte de 20 microns de chrome.

La gamme actuellement appliquée est la suivante :

PREPARATION

NICKELAGE ELECTROLYTIQUE

CHROMAGE INTERIEUR DU CYLINDRE

PARTIE 1

Le bain de nickelage utilisé est un bain de type WATTS dont la composition est la suivante :

Ni SO ₄ ,6 H ₂ O	260 g/L
Ni Cl ₂ ,6H ₂ O	50 g/L
H ₃ BO ₃	45 g/L
Tensioactif	2 mL/L pour obtenir une tension superficielle de 30 – 35 dynes/cm.

Les conditions opératoires sont :

Anodes en nickel
Température 65 °C
D.D.C. cathodique 4 A/dm²
Rendement cathodique 97 %
Agitation par air surpressé
La durée de traitement est de 20 minutes.

1. Calculer l'épaisseur de nickel déposée dans ces conditions.

Pour assurer la qualité du chromage, la couche de nickel doit être exempte de discontinuité.

La méthode de contrôle consiste à nickeler un témoin en acier ordinaire, et à appliquer après traitement pendant 10 minutes un papier filtre imprégné de la solution suivante :

Chlorure de sodium	60 g/L
Ferricyanure de potassium	10 g/L
Ferrocyanure de potassium	10 g/L

Chaque défaut de continuité est mis en évidence par une tache bleue sur le papier.

2. Peut-on réaliser le même test de porosité pour un dépôt de zinc sur acier ? Justifier votre réponse.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2005
Code : TMSTI B		Sous-épreuve spécifique à chaque option	Page 2/7
		Option B : Traitements de Surface – U4.4B	

Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles
Option B : Traitements de Surface

3. Sur un lot de pièces, le test met en évidence une porosité trop importante.
Après analyse, il apparaît que :

- Le pH est correct
- L'épaisseur est correcte
- La température est optimale

Quels sont les autres paramètres à contrôler pouvant être responsables de cet excès de porosité ?

4. L'étape de nickelage est associée à un rinçage économique, encore appelé « rinçage éco. ». Faire le croquis de cette installation, et préciser quels en sont les avantages.

PARTIE 2

Le dépôt de chrome réalisé après nickelage a une épaisseur de 20 microns.
Chaque pièce est traitée sur un montage (photographie 2 en annexe page 6/6).

Le bain utilisé pour cette opération fonctionne dans les conditions suivantes :

CrO ₃	250 g/L
H ₂ SO ₄	2,5 g/L
Température	55 °C
D.D.C. cathodique	45 A/dm ²
Rendement cathodique	18 %
Anodes en plomb à 6% d'antimoine	

5. Après plusieurs semaines de fonctionnement, on constate une augmentation significative de la concentration en SO₄²⁻. Compte tenu du type de pièces traitées et de la gamme, comment peut-on expliquer ce phénomène ?
6. On envisage de traiter les 800 litres de bain au carbonate de baryum pour réduire de 1 g/L la concentration en SO₄²⁻.
- Ecrire la réaction chimique.
 - Calculer la masse de carbonate de baryum à introduire.
 - Décrire succinctement le mode opératoire.
7. Pourquoi a-t-on disposé le circuit anodique (*repéré A sur la photographie 2, page 6/6*) au centre de la pièce ?
Quel rôle très important joue l'anode au niveau du fonctionnement du bain ?
Comment peut-on contrôler visuellement le bon fonctionnement de l'anode ?
8. Lors de la déchromatation dans la station de détoxication, l'acide chromique H₂ CrO₄ est réduit en Cr₂ (SO₄)₃ par l'hydrogénosulfite de sodium : NaHSO₃, appelé commercialement bisulfite. Le bisulfite est livré en solution à 400g/L. Il y a en attente 6,5 kg d'acide chromique qui doit être traité.
- Ecrire la réaction de détoxication de l'acide chromique par le bisulfite.
 - Il reste en stock 15 litres de bisulfite, peut-on lancer l'opération de détoxication ?

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2005
Code : TMSTI B		Sous-épreuve spécifique à chaque option Option B : Traitements de Surface – U4.4B	Page 3/7

Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles
Option B : Traitements de Surface

PARTIE 3

La réglementation actuelle tend à supprimer le chrome VI. La société envisage donc de remplacer les opérations de nickelage + chromage par un nickelage chimique dur traité thermiquement.

9. A partir du tableau ci-dessous, **justifier** le choix d'une formule de bain capable de fournir le dépôt souhaité, si l'on désire une dureté maximale.

BAINS de NICKEL CHIMIQUES					
TABLEAU 1					
<i>Constituant ou variable</i>	<i>n° 1</i>	<i>n° 2</i>	<i>n° 3</i>	<i>n° 4</i>	<i>n° 5 *</i>
Sulfate de nickel (g/l)	25	21	20	23	30
Hypophosphite de sodium (g/l)	30	24	24	18	38
Glycolate de sodium (g/l)	30	-	-	-	-
Acide lactique à 88 % (m/l)	-	30	-	20	15
Acide malique (g/l)	-	-	16	-	15
Acide citrique (g/l)	-	-	-	-	10
Acide succinique (g/l)	-	-	18	12	5
Acide propionique (m/l)	-	2	-	-	5
Acétate de sodium (g/l)	20	-	-	-	-
Ions plomb (mg/l)	2	1	1	1	-
Thiourée (mg/l)	3	-	-	-	-
MoO ₃ (mg/l)	-	-	-	-	5
pH du bain **	5	4,5	5,2	5,2	4,8
Température en °C	90	95	95	90	90
Vitesse de dépôt en µm/heure	20	17	22	15	10

* Teneurs en phosphore des dépôts des bains 1 à 5 : 6,8, 8,9, 9,9, 7,8 et 10,11.
 ** pH ajusté avec une solution d'hydroxyde de sodium ou de potassium.
 Réf. : K. Parker, Plating and Surface Finishing, fév. 87.

10. Préciser le cycle thermique nécessaire après traitement pour obtenir la dureté maximale, et décrire succinctement le mécanisme produisant l'augmentation de dureté.
11. Le nickelage sera directement effectué sur le substrat. Quel problème va se poser avec le traitement du laiton ? Comment y remédier ?
12. On envisage l'utilisation d'une cuve en acier inoxydable, proposer une solution empêchant sa métallisation. Faire un schéma de l'installation.
13. Le volume de la cuve de travail est de 300 litres. On envisage de faire travailler le bain jusqu'à 7 turn over.
- Quelle quantité totale de sulfate de nickel (cf. tableau 1) doit-on commander pour toute la durée de vie du bain ?

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2005
Code : TMSTI B		Sous-épreuve spécifique à chaque option Option B : Traitements de Surface – U4.4B	Page 4/7

Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles
Option B : Traitements de Surface

On donne :

$1 \text{ Faraday} = 96500 \text{ C}$

$\text{masse volumique} = 8,9 \text{ g.cm}^{-3}$

Potentiels standards :

$\text{Zn} / \text{Zn}^{++} = -0.76 \text{ V}$,

$\text{Fe} / \text{Fe}^{++} = -0.44 \text{ V}$,

$\text{Ni} / \text{Ni}^{++} = -0.25 \text{ V}$

Masses molaires : cf. Classification périodique annexe 2, page 7/7

Barème de Correction

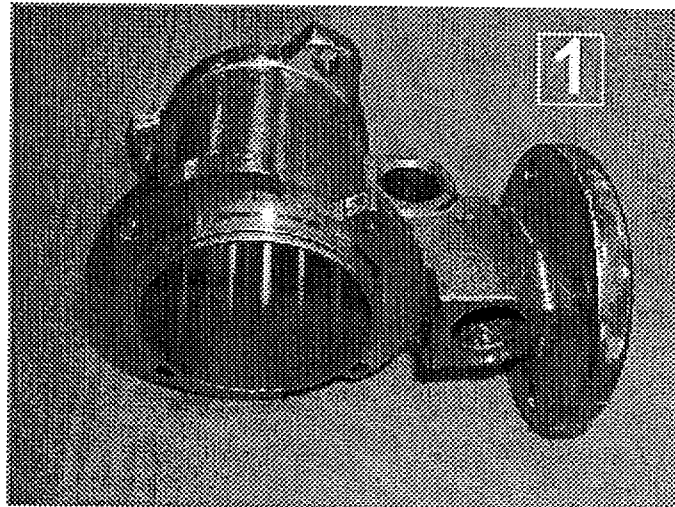
	Partie 1				Partie 2					Partie 3			
Questions	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Points	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2005
Code : TMSTI B		Sous-épreuve spécifique à chaque option Option B : Traitements de Surface – U4.4B	Page 5/7

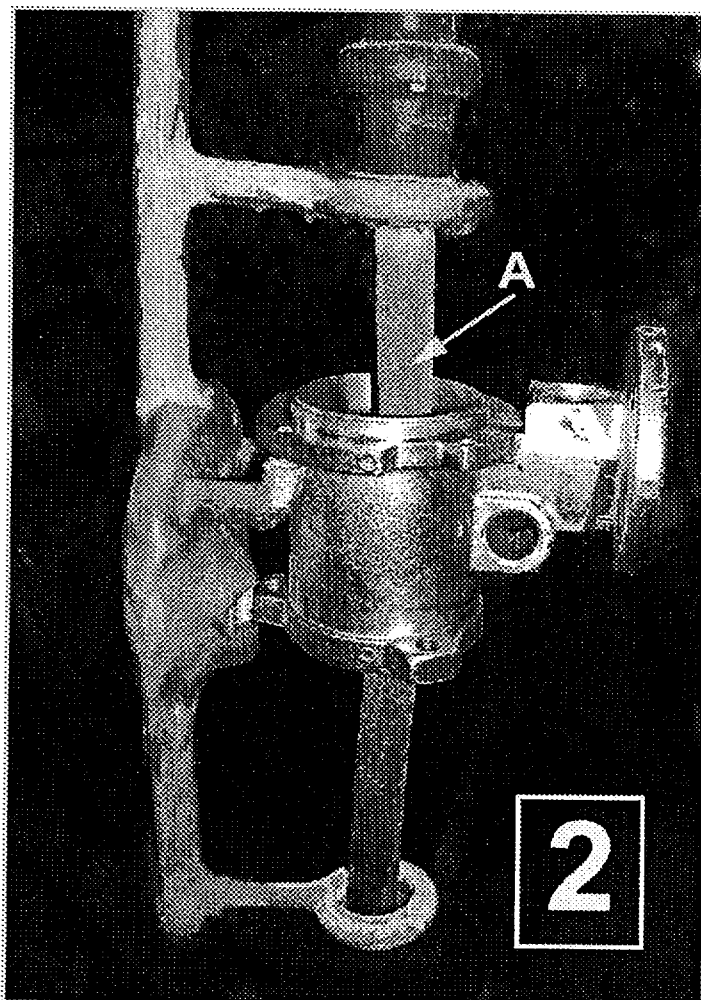
Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles
Option B : Traitements de Surface

ANNEXE 1

Photographie n° 1



Photographie n° 2



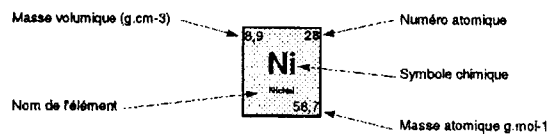
BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2005
Code : TMSTI B		Sous-épreuve spécifique à chaque option Option B : Traitements de Surface – U4.4B	Page 6/7

ANNEXE 2

Classification périodique des éléments

Périodes	Ia	Ila	Illa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIII	IX	X	XI	XII	Ib	Ib	IIb	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	O			
I	H 1,008																				He 4,003			
II	Li 6,941	Be 9,012																	B 10,811	C 12,011	N 14,007	O 15,999	F 18,998	Ne 20,180
III	Na 22,990	Mg 24,305																	Al 26,982	Si 28,086	P 30,974	S 32,065	Cl 35,453	Ar 39,948
IV	K 39,098	Ca 40,078	Sc 44,956	Ti 47,88	V 50,942	Cr 52,004	Mn 54,938	Fe 55,845	Co 58,933	Ni 58,693	Cu 63,546	Zn 65,38	Ga 69,723	Ge 72,630	As 74,922	Se 78,96	Br 79,904	Kr 83,80						
V	Rb 85,468	Sr 87,62	Y 88,906	Zr 91,224	Nb 92,906	Mo 95,94	Tc 98,906	Ru 101,07	Rh 102,905	Pd 106,42	Ag 107,868	Cd 112,411	In 114,818	Sn 118,710	Sb 121,757	Te 127,6	I 126,905	Xe 131,29						
VI	Cs 132,905	Ba 137,327	La 138,905	Hf 178,49	Ta 180,948	W 183,84	Re 186,207	Os 190,23	Ir 192,222	Pt 195,084	Au 196,967	Hg 200,59	Tl 204,387	Pb 207,2	Bi 208,980	Po 209	At 210	Rn 222						
VII	Fr 223	Ra 226	Ac 227	Ku 264																				

Lanthanoides	Ce 140,1	Pr 140,9	Nd 144,2	Pm 145,0	Sm 150,4	Eu 152,0	Gd 157,3	Tb 158,9	Dy 162,5	Ho 164,9	Er 167,3	Tm 168,9	Yb 173,0	Lu 175,0
Actinoides	Th 232,0	Pa 231,0	U 238,0	Np 237,0	Pu 242,0	Am 243,0	Cm 247,0	Bk 247,0	Cf 251,0	Es 252,0	Fm 257,0	Md 258,0	No 259,0	Lw 261,0



BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - TRAITEMENTS DES MATERIAUX	
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2
Code : TMSTI B	Sciences et Techniques Industrielles
Option B : Traitements de Surface – U4.4B	Sous-épreuve spécifique à chaque option
Page 7/7	Session 2005