

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option B – Traitements de surface

- U4.4B -

SESSION 2013

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

CORRIGE

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2013
Code : TMSTI B	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Page 1/5

COUPLEUR MECANIQUE DE PUISSANCE

I.1.

La pièce étant en acier, il y a un risque de dépôt par déplacement si on immerge directement cette pièce dans le bain de cuivrage de charge. Le potentiel Cu^+/Cu est baissé par la complexation du cuivre par le cyanure de sodium. Grâce à cette modification du potentiel, le dépôt par déplacement ne s'effectue plus sur la pièce en acier.

Le dépôt par déplacement entraîne une adhérence pratiquement nulle du cuivre sur le fer, il risquerait alors de se produire un décollement du revêtement, lors de la cémentation et diffusion du carbone dans des zones devant être protégées.

Le dépôt par déplacement provoque également l'oxydation du fer et donc la formation d'ions Fe^{++} dans le bain. Il y aurait alors pollution du cuivrage de charge par le fer.

I.2.

Le pignon, fabriqué en 16NiCrMo13 est considéré comme sensible à la fragilisation par l'hydrogène du fait de sa future utilisation.

En cas de dégraissage électrolytique, on doit donc choisir une phase anodique qui produira un dégagement de dioxygène et ne fragilisera donc pas la pièce.

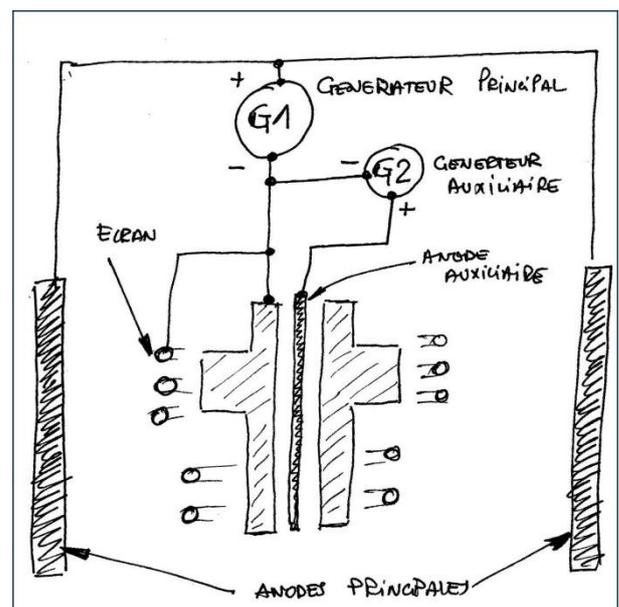
I.3.

Lors des opérations de traitements de surfaces il y a toujours un risque de dégagement d'hydrogène et donc de fragilisation. L'hydrogène diffuse dans l'acier en fonction du temps, si la cémentation est effectuée en moins de six heures après le traitement de surface, le traitement à haute température dé-fragilisera l'acier.

S'il y a une période de plus de six heures avant cémentation, l'hydrogène aura le temps de diffuser et il sera alors nécessaire d'effectuer un dégazage pour protéger l'acier de la fragilisation.

II.1

On acceptera comme solution un schéma avec deux circuits d'alimentations séparés et 2 générateurs.



II.2.

La distance pièce /anode auxiliaire est beaucoup plus petite que la distance pièce/anodes principales. Si on reliait les anodes auxiliaires directement au générateur principal, la densité de courant serait alors beaucoup trop importante dans les zones intérieures. En utilisant un générateur auxiliaire, on peut précisément régler la D.D.C pour les zones internes de la pièce et la D.D.C pour les zones périphériques. Ceci permet d'obtenir des épaisseurs uniformes dans les parties internes et externes des pignons.

III.1.

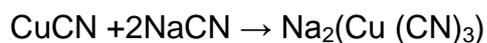
Le rendement cathodique dans le bain de cuivrage cyanuré est toujours faible, alors que le rendement anodique est pratiquement de 100 %. Lors de l'électrolyse, on dépose donc moins de métal qu'on en oxyde à l'anode. Ce déséquilibre provoque l'augmentation de la concentration en cuivre dans le bain.

L'augmentation en carbonate provient de la présence de gaz carbonique dans l'air qui se combine avec l'eau pour donner de l'acide carbonique. C'est alors cet acide carbonique qui réagit avec le cyanure, pour donner du carbonate et de l'acide cyanhydrique.

Réactions : $2\text{NaCN} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCN}$

III.2.

Complexation du cyanure de cuivre par le cyanure de sodium :



En calculant les masses molaires du cyanure de cuivre et du cyanure de sodium, on constate que :

89.57g de CuCN sont complexés par 98g de NaCN.

Pour complexer 22g de CuCN il faut : $(98 \times 22) / 89.57 = 24.1\text{g}$ de Na CN

Le bain fonctionne donc avec $32 - 24.1 = 7.9\text{ g/l}$ de cyanure de sodium libre.

D'après l'analyse, il manque : 2.4g/l de cyanure de sodium.

Pour la cuve de 300L on doit ajouter : 720g de NaCN

III.3.

La méthode consiste à calculer le rapport entre la masse pratique de métal déposé sur une cathode et la masse théorique calculée. On doit donc effectuer une pesée précise avant et après électrolyse. À la D.D.C de travail, on mesure précisément le courant d'électrolyse, ainsi que la durée. On applique la loi de Faraday pour déterminer la masse théoriquement déposée. Le rapport entre ces deux grandeurs permettra de calculer la valeur du rendement cathodique.

III.4.

La valeur du rendement cathodique conditionne la quantité d'hydrogène dégagée au niveau de la pièce. Les conséquences de cet hydrogène peuvent provoquer des piqûres dans le dépôt, induisant la possibilité de laisser diffuser l'atmosphère de cémentation lors du traitement thermique. Ceci provoque au niveau de la pièce des « points durs » dans des zones normalement non cémentées.

La Rm finale étant de 900 MPa, le dégagement d'hydrogène peut aussi contribuer à la fragilisation et présente donc un danger pour ces pignons.

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2013
Code : TMSTI B	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Page 3/5

IV.1.

Courant pour un pignon : $1.5 \times 8 = 12A$

Comme on traite deux montages à la fois, on doit donc régler le courant de cuve à :
 $12 \times 4 = 48A$

IV.2.

On peut raisonner sur $1dm^2$, et une épaisseur de 50 micromètres.

Volume : $50 \cdot 10^{-4} \times 100 = 0.5 \text{ cm}^3$

Masse de cuivre : $0.5 \times 8.93 = 4.46g$

Quantité d'électricité nécessaire :

$(96500 \times 4.46) / 31.78 = 13\,543 \text{ C.}$

Durée d'électrolyse, sachant que le rendement est de 100% :

$T = 13\,543 / 1.5$ (puisque le calcul est fait sur 1 dm^2 .)

$T = 9\,028 \text{ sec.}$ Soit 151 minutes.

IV.3.

Calcul de la quantité d'électricité nécessaire pour le traitement d'un pignon :

$9\,028 \times 12 = 108\,336 \text{ C.}$

Le rendement étant de 100%, la masse déposée est égale à la masse perdue aux anodes. On applique la loi de Faraday :

$(31.78 \times 108\,336) / 96\,500 = 35.7g$

Pour la série de 100 pièces : 3570g d'anodes en cuivre.

IV.4.

Le dépôt uniforme et le bon pouvoir de pénétration permettent d'obtenir une épaisseur régulière de cuivre et garantissent ainsi une bonne barrière contre la diffusion du carbone pendant la cémentation.

Cette caractéristique d'épaisseur régulière facilite également le décuivrage en évitant de majorer le temps de décuivrage dans le cas de surépaisseur sur les pointes (ce qui est aussi en partie corrigé par la présence des écrans).

L'absence de porosité est très importante pour assurer une parfaite étanchéité vis à vis de la diffusion du carbone. De même, l'absence de porosité, suppose un rendement cathodique très élevé et donc un très faible risque de fragilisation.

La semi brillance montre qu'il ne s'agit pas d'un bain destiné à la décoration mais d'un bain technique ; bien adapté aux applications techniques qui concernent le traitement des pignons.

Ce bain ne produit pas de déplacement sur acier puisqu'il permet de réaliser le dépôt directement sur ce substrat, sans passer par le pré-cuivrage cyanuré. On peut donc supprimer le cuivrage cyanuré ainsi que les rinçages et traitements associés.

On réalise ainsi des économies sur toutes ces étapes.

IV.5.

Il faut que la surface anodique soit deux fois plus grande que la surface cathodique.

On rappelle que seule, la surface en regard de la pièce doit-être comptabilisée, celle en regard de la cuve est considérée comme inactive.

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2013
Code : TMSTI B	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Page 4/5

IV.6.

Le rapport entre la D.D.C et le temps est proportionnel, et le rendement est de 100%, le gain de temps est donc aussi proportionnel au gain de D.D.C.

On a donc : $2 / 1.5 = 1.33$ de gain de temps de production.

D'autres réponses peuvent être faites et laissées à l'appréciation du correcteur.

V.1.

Il ne sera plus nécessaire de commander de la javel ou hypochlorite de sodium qui est le produit utilisé pour l'oxydation des cyanures en cyanates.

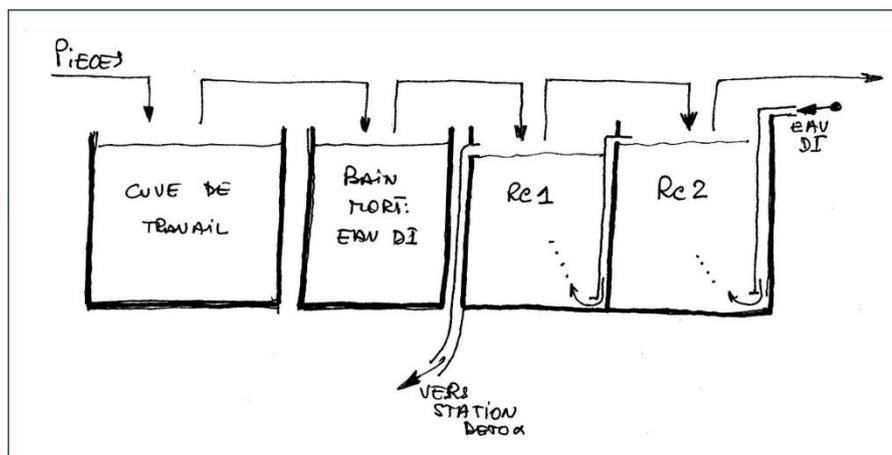
Cette opération nécessite un pH supérieur à 10.5 pour être conduite dans de bonnes conditions, il ne sera donc plus nécessaire de commander la soude pour cette fonction.

V.2.

La méthode consiste à monter le pH de l'effluent à plus de 10.5, en utilisant une base forte, qui peut-être de la soude, de ce fait, le cuivre précipite sous forme d'hydroxyde : $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

La neutralisation consiste à ramener l'eau à un pH compris entre 6.5 et 9 pour la rendre conforme aux normes de rejet. Pour ce faire, on utilise un acide, ou on combine les rejets de traitements d'autres produits acides.

V.3.



Le rinçage mort permet de réduire la perte de matières toxiques vers les circuits de détoxication. Cette méthode permet de réduire l'entraînement, d'augmenter la qualité du rinçage sans augmenter le débit d'eau D.I.

On récupère le rinçage mort pour refaire le niveau de la cuve de travail.

La concentration en cuivre va progressivement augmenter, en fonction des pièces traitées. Lorsque la concentration du rinçage mort atteint une limite fixée, on coupe le rinçage mort avec de l'eau D.I pour éviter d'augmenter l'entraînement des éléments toxiques vers les R.C.