

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option A : Traitements Thermiques

- U4.4A –

SESSION 2015

CORRIGE

Etude de la fabrication de Fourchettes porte injecteur

I. Technologie :

I.1 Avantages et inconvénients de cette technique de fabrication

Il sera demandé au candidat de ne donner que quelques critères parmi ceux-ci :

Avantages :

- Temps de production unitaire très faible,
- Très économique,
- Automatisable,
- Personnel peu qualifié pour la production,
- Pièces finies en une seule opération,
- Qualité géométrique ou dimensionnelle pouvant être élevée (7)
- Porosité avantageuse dans le cas de coussinets autolubrifiants.
- Permet d'obtenir facilement des alliages par mélange de diverses poudres.

Inconvénients :

- Mise au point délicate et coûteuse,
- Pas de contre dépouille admissibles sur les pièces,
- Outillages coûteux,
- Economiquement rentable uniquement pour des grandes séries,
- Les propriétés mécaniques sont faibles car les pièces sont poreuses.

I.2 Décrire les étapes essentielles du frittage.

Après mélange homogène de la poudre métallique avec très peu de cire, le mélange obtenu est comprimé dans un moule. C'est la phase de compression. La cohésion des pièces est suffisante pour qu'elles puissent être manipulées. Le comprimé obtenu est chauffé dans un four à atmosphère à une température inférieure à la température de fusion. C'est la phase de frittage. Les pièces peuvent subir des usinages ultérieurs, des traitements thermiques, thermochimiques, des traitements de surfaces, comme leurs homologues issus d'un usinage dans la masse.

II. Etude de l'outillage de compression inférieur :

II.1 Quel est l'intérêt de la combinaison Frette acier/Noyau carbure de Tungstène ?

Le Noyau en carbure de Tungstène permet d'avoir un outillage en contact avec la poudre particulièrement résistant à l'usure car très dur. La quantité de pièces fabriquées sera plus importante par rapport à un outillage en acier. Par contre ce matériau a une certaine fragilité.

La Frette en acier permet d'économiser sur le coût matière du carbure, et de garantir à l'ensemble une résistance à l'éclatement pendant la phase de compression.

II.2 Etablir la gamme complète de Traitement Thermique de la Frette

TREMPE :

Après dégraissage, la pièce est placée à plat sur la sole sans montage.

Pompage primaire, secondaire, puis chauffage avec une pression partielle d'azote pour éviter la sublimation éventuelle d'éléments d'alliage.

Premier palier 15 minutes à 600°C environ, sous AC1, afin de limiter les déformations.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2015
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A Option A : Traitements Thermiques	Page 2 /6

Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles

Option A : Traitements Thermiques

Temps de montée = 1 minute/millimètre. Soit environ 75 minutes (hauteur de l'outillage).

Deuxième palier 850°C/30min pour l'austénitisation.

Temps de montée = 75 minutes

Loi de refroidissement n°4. Trempe à l'azote sous pression (15 minutes).

Temps total : 75 (20/600°C) + 15 (600°C) + 75 (600°C/850°C) + 30 (850°C) + 15 (850°C-20°C)
= 210 min, soit 3 h 30 minutes d'occupation du four

Mesure de dureté : 53 HRC après trempe

REVENU :

La pièce est placée à plat sur la sole sans montage.

Pompage primaire, puis chauffage avec une pression partielle d'azote pour faciliter l'échange de chaleur.

Temps de montée = 1 minute/millimètre. Soit environ 75 minutes (hauteur de l'outillage).

Une heure à 500°C

Refroidissement à l'azote sous pression

Temps total : 75 (20/500°C) + 60 (500°C) + 15 (500°C-20°C) = 150 min, soit 2 h 30 minutes d'occupation du four

Mesure de dureté : 44 HRC minimum.

II.3 Quelle est la température de chauffage maximale admissible ?

C'est la température de revenu du métal, diminuée d'une marge de sécurité.

Dureté mini = 43HRC, soit $R_m = 1360$ MPa. Soit une température maximum de revenu de la Frette égale à 520°C. Le revenu sera fixé à 500°C. Donc pour obtenir un montage aisé, la Frette sera chauffée à environ 400°C - 450°C sans urgence de montage pour l'opérateur, ni possibilité de transformation structurale dans l'acier.

II.4 Quelle la raison qui a orienté l'entreprise vers un choix de la nuance plus chère ?

Cet acier a une meilleure trempabilité, donc subira moins de déformation lors de la trempe.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2015
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A Option A : Traitements Thermiques	Page 3 /6

III. Etude de l'outillage de compression supérieur :

III.1 A quoi correspond le domaine tracé en pointillé haut du diagramme ?

Précipitation de carbures inter-granulaires.

Loi de refroidissement n°3 : Trempe martensitique avec la vitesse la plus faible possible.

III.2 Expliquez le phénomène de durcissement secondaire observé sur la courbe de revenu après trempe à 980°C.

Stade 4 du revenu. Précipitation de carbures spéciaux dans la martensite et l'austénite, et transformation d'une grande partie de l'austénite résiduelle en martensite secondaire.

III.2 (suite) Pourquoi ce phénomène n'est il pas présent lorsque l'on trempe l'acier à 925°C ?

La température d'austénitisation n'a pas été suffisante pour mettre en solution les éléments d'alliage carburigènes dans l'austénite.

III.3 Etablir la gamme de traitement thermique complète du poinçon

TREMPE :

Après dégraissage, la pièce est placée verticalement éventuellement dans un montage assurant cette position.

Pompage primaire, secondaire, puis chauffage avec une pression partielle d'azote pour éviter la sublimation éventuelle d'éléments d'alliage.

Premier palier 15 minutes à 720°C environ, sous AC1, afin de limiter les déformations.

Temps de montée = 1 minute/millimètre. Soit environ 20 minutes.

Deuxième palier 980°C/30min pour l'austénitisation.

Temps de montée = 20 minutes

Loi de refroidissement n°3. Trempe à l'azote sous pression (15 minutes).

Temps total : 20 (20/720°C) + 15 (720°C) + 20 (720°C/920°C) + 30 (920°C) + 15 (920°C-20°C)
= 100 min, soit 1 h 40 minutes d'occupation du four

Mesure de dureté : 60 HRC environ après trempe

DOUBLE REVENU :

La pièce est placée verticalement éventuellement dans un montage assurant cette position.

Pompage primaire, puis chauffage avec une pression partielle d'azote pour faciliter l'échange de chaleur.

Temps de montée = 1 minute/millimètre. Soit environ 20 minutes.

Une heure à 550°C

Refroidissement à l'azote sous pression (15 minutes)

Temps de montée = 1 minute/millimètre. Soit environ 20 minutes.

Une heure à 550°C

Refroidissement à l'azote sous pression (15 minutes)

Temps total : 2 * (20 (20/500°C) + 60 (500°C) + 15 (500°C-20°C)) = 190 min, soit 3 h 10 minutes d'occupation du four

Mesure de dureté : 56 HRC.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2015
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A Option A : Traitements Thermiques	Page 4 /6

Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles
Option A : Traitements Thermiques

III.4 Quelle est la différence majeure entre le soudage et le brasage ?

En soudage, il y a fusion du métal d'apport et du métal de base alors qu'en brasage, il n'y a pas fusion du métal de base.

III.5 Justifier le choix brasage / soudage.

Pas de ZAT lors du brasage contrairement au soudage, il n'y a donc pas de modification structurale dans le métal de base.

IV. Suivi de la fabrication des fourchettes :

IV.1 L'atmosphère support est constituée par injection de méthanol et d'azote

- **Quel gaz faut-il injecter pour augmenter le Potentiel Carbone ?**

Propane (ou Méthane)

- **Quels sont les deux intérêts majeurs de la carbonituration par rapport à la cémentation ?**

Rapidité de diffusion, donc gain de temps et température de traitement plus basse.

- **Quel gaz faut-il injecter pour passer de la cémentation à la carbonituration ?**

NH₃ (Ammoniac)

IV.2 Principe de suivi par carte de contrôle :

La carte de contrôle permet de d'anticiper les mesures à prendre sur le procédé avant de produire de la non qualité, il est basé sur l'enregistrement de résultats de contrôle par échantillonnage puis l'interprétation, à travers des représentations graphiques, de résultats relevés sur le poste de travail par l'opérateur et comparés à des valeurs de référence grâce à un document d'aide à la décision

- **Les deux points se situent à l'intérieur des limites de surveillance,**

Pas de problème, la production peut continuer.

- **Un des deux points est situé entre les limites de surveillance et de contrôle,**

On effectue un deuxième prélèvement immédiatement. Si les deux points se situent entre les limites de surveillance et de contrôle, la production peut continuer. Sinon, arrêt de la production et recherche du problème.

- **Un des deux points sort des limites de contrôle.**

Arrêt de la production et recherche du problème.

IV.3 donnez l'intérêt que le contrôle statistique procure à l'entreprise.

Economies lors de la production :

- Ne pas intervenir trop tôt, alors que la production est satisfaisante,
- Ne pas intervenir trop tard afin d'éviter la production de pièces hors tolérance.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2015
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A Option A : Traitements Thermiques	Page 5 /6

V. Développement :

V.1 Ordre de grandeur en de la dureté Vickers atteinte en surface : 2400 Vickers.

V.2 décrire la technique de dépôt P.V.D. permettant de réaliser un dépôt de TiN

Les pièces sont placées à environ 500°C dans une atmosphère d'argon et d'azote à une pression de l'ordre de 10^{-2} HPa. Une forte tension est appliquée entre la cible en Titane (-1500V) et les parois du four (0V). Le gaz devient conducteur (Plasma froid), et la cible attire les ions Argon qui arrivent sur la surface à grande vitesse. Les atomes de Titane de la cible sont arrachés et se combinent à l'azote dans le plasma pour former l'espèce TiN qui se condensera sur la première surface rencontrée (pièces, montages, parois du four).

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2015
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A Option A : Traitements Thermiques	Page 6 /6