

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option A – Traitements Thermiques

- U4.4A -

SESSION 2018

—

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

—

CORRIGÉ

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2018
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Code : TM44A	Page 1/5

I. Le piston

I.1 Composition chimique du matériau.

C'est un alliage d'aluminium composé de 12 % de silicium, 4 % de cuivre, 2 % de nickel et moins de 1% de magnésium.

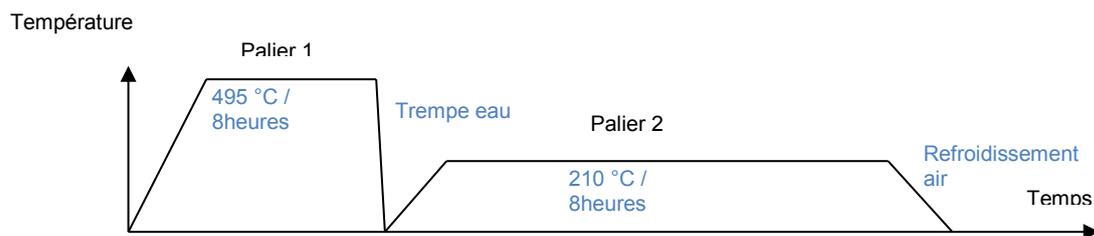
I.2 Nommer les traitements du palier 1 et 2.

- Palier 1 : Traitement de mise en solution
- Palier 2 : Revenu de durcissement structural

I.3 Quelle sont les fonctions et transformations métallurgiques des 2 paliers ?

- Palier 1 : mettre en solution les précipités afin d'enrichir la phase α en éléments d'alliage
- Palier 2 : augmenter les caractéristiques mécaniques telles que la dureté, la résistance mécanique... ; lors du revenu, des zones GP germent. Ils vont augmenter en taille pour former des précipités Θ'' puis en Θ' pour s'opposer aux mouvements des dislocations et accroître ainsi les caractéristiques mécaniques. Θ'' sont en parfaite cohérence avec la matrice et donnent la dureté maximale au métal.

I.4 A l'aide de l'annexe 1, retracer le cycle thermique des traitements en précisant les températures, les durées et les milieux de refroidissement.



I.5 Si la température de revenu est plus forte ou plus faible pendant le même temps, justifier métallurgiquement la baisse de la dureté observée en fin de cycle.

- Si la température est trop élevée, les précipités deviennent incohérents, la dureté chute.
- Si la température est trop basse, les précipités sont semi-cohérents, la dureté chute.

I.6 Préciser les particularités et classes des fours utilisés pour chacun des deux paliers.

- Palier 1 : four à convection forcée classe 5 (+/- 5°C dans le volume utile)
- Palier 2 : four à convection forcée classe 3 (+/- 3°C dans le volume utile)

II. Les moules

II.1 D'après sa désignation normalisée, donner la composition chimique moyenne de cet acier.

C'est un acier fortement allié comportant 0,38 % de carbone, 5 % de chrome, molybdène et vanadium en quantités non précisées.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2018
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A	Code : TM44A	Page 2/5
Option A : Traitements Thermiques		

II.2 À quelle classe d'acier à outils appartient-il ?

Acier de la classe 3 : acier allié pour travail à chaud.

II.3 Préciser le caractère (alphanagène, gammagène et carburigène) et l'influence de chaque élément entrant dans la composition de l'acier.

Le chrome, le molybdène et le vanadium sont alphanagènes et carburigènes. Ils améliorent essentiellement la trempabilité et la tenue à chaud.

II.4 L'aciériste préconise 2 revenus successifs. Pourquoi ? justifier vos réponses

- Le 1^{er} revenu, afin de garantir les caractéristiques mécaniques ou obtenir un bon compromis entre celles-ci.
 - La martensite s'appauvrira et il y a formation de carbures spéciaux qui précipitent aux dislocations
 - Une partie de l'austénite résiduelle se transforme en martensite secondaire.

La combinaison des 2 phénomènes contribue au durcissement secondaire.

- Le 2^e revenu : atteindre les caractéristiques mécaniques demandées et réaliser le revenu de la martensite secondaire.

II.5 En vous référant aux courbes (annexe 2 et annexe 3), tracer les cycles thermiques permettant de respecter le cahier de charge en justifiant vos choix.

- Le chauffage doit se faire avec au moins 2 paliers : le premier à 350 °C pour le dégourdisage et le second à 800 °C avant l'austénitisation pour limiter les déformations.
- La température d'austénitisation sera de 1080 °C avec un palier de 15 min afin d'avoir une mise en solution partielle des carbures dans l'austénite.
- Le refroidissement à l'huile pour éviter les tapures de trempe et former la martensite.
- Le 1^{er} revenu, afin de garantir les caractéristiques mécaniques, il se fera à 550 °C pendant 1 h refroidissement air
- Le 2^e revenu : 550 °C 1 h refroidissement air.

II.6 Pour satisfaire la dureté superficielle, quel type de traitement proposez-vous ? En décrire succinctement le principe.

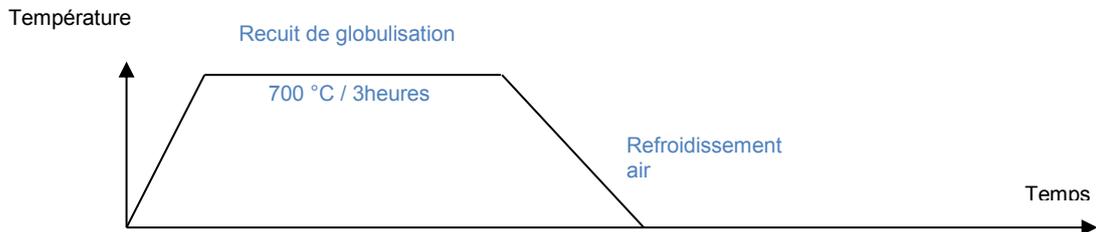
Un dépôt P.V.D. permettant de réaliser un dépôt de TiN.

Les matrices 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 Ti et les parois du four. Le gaz devient conducteur et la cible attire les ions d'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 les surfaces.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2018
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Code : TM44A	Page 3/5

III. La bielle

III.1 Indiquer un traitement thermique permettant de faciliter le cisailage à froid des lopins en phase 10. En préciser les paramètres (température, temps, mode de refroidissement).



III.2 Quelle température proposez-vous pour le forgeage, sachant que pendant les différentes opérations de mise en forme la température chute de 150 °C ? Justifier votre réponse.

Afin d'avoir la meilleure ductilité et faciliter la déformation plastique, on choisit le domaine austénitique : minimum 980 °C pour que la température soit encore au-dessus de $AC3+50$ (830 °C) + 150 après la dernière opération de frappe.

III.3 En vous aidant des annexes 4 et 5, tracer les cycles thermiques complets permettant de respecter la dureté à cœur.

La trempe :

- Monter à la température d'austénitisation (830 °C) avec un palier intermédiaire ou en programmant une montée lente.
- Maintien pendant 30 min suivi d'un refroidissement à l'eau.

Le revenu :

305 HBW \pm 10

→ 990 < Rm (MPa) < 1060

→ 580 < θ °C de revenu < 620

La température nominale de revenu sera de 600 °C pendant 1 h.

III.4 Pour le traitement permettant de respecter la dureté supérieure de 780 HV1 sur une profondeur de 2 mm

III.4.1 Quelle solution peut convenir ?

Trempe superficielle après chauffage par induction.

III.4.2 Décrire son principe.

Un courant alternatif va passer dans un inducteur qui génère un flux magnétique variable. Celui-ci passe au travers la pièce (en surface) créant ainsi un courant induit et l'échauffement de la surface de la pièce par effet joule.

III.4.3 Quels sont les paramètres permettant de respecter la profondeur du traitement ?

La puissance, la fréquence et le temps

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2018
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Code : TM44A	Page 4/5

III.4.4 Proposer et décrire une méthode permettant de contrôler la profondeur.

Faire une filiation de microdureté :

- Déterminer la profondeur conventionnelle : $0.8 \times$ la dureté mini exigée en surface.
- Faire la filiation de dureté au-delà de la profondeur totale.
- Tracer la courbe de la dureté en fonction de la profondeur.
- Tracer une horizontale correspondant à la dureté conventionnelle.
- Déterminer la profondeur par l'intersection de la droite avec la courbe.

III.5 Reproduire la gamme de fabrication simplifiée en y intégrant l'ensemble des traitements thermiques ayant été étudiés dans les différentes questions. Justifier la place de ces traitements.

5 Recuit : améliorer l'usinabilité

10 Cisailage des lopins à froid

20 Forgeages des lopins

30 Grenailage

40 Usinage ébauche et demi finition

45 Trempe/Revenu : respecter les caractéristiques mécaniques à cœur

46 Trempe par induction pour garantir les duretés superficielles

50 Usinage finition

60 Contrôle

Barème

	Partie I						Partie II					
Questions	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5	I.6	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5	II.6
Points	0,5	0,5	1,5	0,5	1	1	0,5	0,5	1	1,5	2	1

	Partie III							
Questions	III.1	III.2	III.3	III.4				III.5
				III.4.1	III.4.2	III.4.3	III.4.4	
Points	1	0,5	2	0,5	1	1	1	1,5