**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX**

# **SCIENCES ET Techniques Industrielles**

# **Sous-épreuve spécifique à chaque option**

**Option A – Traitements Thermiques**

# **- U4.4A -**

SESSION 2023

\_\_\_\_\_

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

**\_\_\_\_\_**

**CORRIGÉ**

**PARTIE I : Étude des disques de frein**

**I.1 Étude du matériau**

**I.1.1 Désignation**

- X20Cr13 : Acier fortement allié (inoxydable) à 0,20% de carbone et 13% de chrome.

- X5CrNi18-10 : Acier fortement allié (inoxydable) à 0,05% de carbone et 18% de chrome et 10% de nickel.

- X6Cr17 : Acier fortement allié (inoxydable) à 0,06% de carbone et 17% de chrome.

**I.1.2 Famille**

- X20Cr13 : acier inoxydable martensitique.

- X5CrNi18-10 : : acier inoxydable austénitique.

- X6Cr17 : acier inoxydable ferritique.

**I.1.3 Choix de la nuance**

La nuance la plus appropriée est le X20Cr13.

Le cahier des charges préconise 460 ≤ HV30 ≤ 470, donc par correspondance

1500 MPa ≤ Rm ≤ 1540 MPa, c’est le seul acier qui atteint ces valeurs.

**I.1.4 Découpe laser**

La zone affectée thermiquement, très fine, fait l’objet d’un traitement thermique ultérieur (austénitisation) et ne posera donc pas de soucis.

**I.2 Étude du traitement de trempe de la phase 20**

**I.2.1** Caractéristiques de la trempe : température de chauffage : 1000°C, pour obtenir une structure 100% austénitique.

Annexe 1, tableau conditions de trempe, groupe 2 : 950°C à 1100°C et d’après courbe TRC et courbe de revenu annexe 2 : 1000°C.

Refroidissement : du fait du caractère trempant à l’air de cet acier, un refroidissement à l’air aurait pu suffire, mais le fait d’utiliser une trempe sous presse fait privilégier un refroidissement à l’huile, annexe 1 tableau milieu de trempe, groupe 2.

**I.2.2 Une préchauffe** est nécessaire car la conductibilité de l’acier est faible à cause des éléments d’alliage. En effet pour ce type d’acier, si le chauffage est trop rapide, des déformations peuvent apparaitre lors de la chauffe (palier vers 500°C pendant 30 minutes).

**I.2.3** **Un refroidissement trop** lent risque en plus de la baisse de dureté, d’engendrer une précipitation de carbures intergranulaires (voir zone I de la courbe TRC) entrainant à terme une possible corrosion intergranulaire (d’où le refroidissement à l’huile).

**I.2.4 La trempe sous presse :** trempe d’une pièce avec refroidissement dans un outillage de presse afin de limiter les déformations. Cette technique est nécessaire ici car la géométrie du disque va générer inévitablement des déformations lors du refroidissement.

**I.3 Étude du traitement de revenu de la phase 30**

**I.3.1 Température de revenu**

Le cahier des charges préconise 460 ≤ HV30 ≤ 470, donc par correspondance

1500 MPa ≤ Rm ≤ 1540 MPa et KCU > 20 J/cm².

Sur la courbe de revenu on trace les valeurs de Rm puis de KCU et on obtient sur les abscisses entre 230°C et 300°C.

Le choix final de la température de revenu sera de 265°C.

**I.3.2** La zone de revenu comprise entre 300°C et 550°C entraine une baisse conséquente de la résilience en raison de la précipitation de carbures.

**I.3.3 La température limite d’utilisation** à ne pas dépasser est celle de la température de revenu appliquée à l’acier. Les caractéristiques mécaniques, notamment la résilience, vont se dégrader si la température dépasse 300°C.

**PARTIE II: Étude des axes d’articulation**

**II.1 Étude de la cémentation**

**II.1.1** Compte tenu du cahier des charges, à savoir absence de cémentite en réseau dans la couche cémentée et % d’austénite résiduelle faible, la teneur en carbone de la couche ne doit pas dépasser 0,8%C.

**II.1.2** La teneur en carbone de la couche dépend de l’activité de l’atmosphère c’est-à-dire du potentiel carbone.

**II.1.3** La profondeur de la couche cémentée sera d’autant plus grande que la température est élevée et que le temps de maintien sera long.

**II.1.4 Caractéristique de la cémentation**

Température de chauffage : 870 à 900°C

Temps de maintien : 3 à 4 heures mini et 8h maxi.

**II.2 Recherche de la validité du 16NiCr6**

**II.2.1 Les réserves de cémentation** étant faites par surépaisseur d’usinage, si une trempe directe est réalisée, la dureté sera trop importante pour enlever les surépaisseurs par usinage conventionnel. Il faut donc réaliser un refroidissement lent en fin de cémentation. Milieu de refroidissement : cellule de refroidissement (lent).

**II.2.2 Cycle de trempe et revenu**

Température de chauffage avant trempe : 840 à 870°C.

Temps de maintien : 30 minutes pour une homogénéisation de la composition.

Milieu de refroidissement : huile.

Température du revenu : 180° à 200°C, pour conserver une dureté maximum en surface.

Temps de maintien : 1 heure.

Milieu de refroidissement : air

850°

Temps

air

1h

huile

30’

180°

Ɵ °C

**II.2.3 :** La trempe et le revenu doivent être placés dans la gamme de fabrication après la phase 50 afin de permettre l’usinage aisé des perçages et taraudages et avant la phase 60, qui permet d’obtenir la géométrie souhaitée.

**II.2.4 :** À l’aide du tableau, on constate que la dureté à 0,7 mm du bord est de 560 HV1 et que la dureté à 0,8 mm du bord est de 520 HV1. La profondeur conventionnelle de cémentation est donc comprise entre 0,7 et 0,8 mm. Le cahier des charges est donc respecté.

**Barème de notation :**

**Partie I :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| questions | I.1.1 | I.1.2 | I.1.3 | I.1.4 | I.2.1 | I.2.2 | I.2.3 | I.2.4 | I.3.1 | I.3.2 | I.3.3 |
| points | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**Partie II :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| questions | II.1.1 | II.1.2 | II.1.3 | II.1.4 | II.2.1 | II.2.2 | II.2.3 | II.2.4 |
| points | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1,5 | 1,5 |