Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

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

SESSION 2007

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option A : Traitements Thermiques

- U4.4A -

CORRIGE

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

Eléments de correction du sujet E4.4A

1°) Il est possible d'utiliser cette courbe car il s'agit d'un acier de même classe et contenant les mêmes éléments d'addition et en quantité équivalente. Cependant on note que la teneur en carbone et plus élevée pour l'acier de la courbe TRC (0,60% au lieu de 0,70%). On rappelle que le carbone est un élément gammagène et que par conséquent il diminue A_3. On pourra donc envisager une température de mise en solution moins élevée. Cette observation est confirmée par l'exploitation de la courbe dilatométrique de l'acier 70 WCr20 sur laquelle on estime $Ac_3 \approx 800°C$; sur la courbe TRC on relève Ac_3 supérieure 820.

***Remarque**: Même si l'étudiant ne connaît pas la signification du point Ac1e il doit en déduire que Ac3 (fin de transformation $\alpha \Rightarrow \gamma$) lui est supérieur.*

Par ailleurs en tant qu'élément gammagène le carbone stabilise l'austénite par un décalage des courbes TRC vers la droite et une diminution de Ms. Conséquence la vitesse critique de trempe martensite sera plus élevée dans le cas de l'acier 60 WCr20. On peut donc envisager des refroidissements "moins" sévères pour l'acier utilisé.

2°) Pour des conditions mécaniques (limitation des efforts des installations) et des facilités de déformation le laminage s'effectue ici dans le domaine austénitique. Il y a donc lieu de maintenir l'état austénite le plus longtemps possible. Pendant l'opération de laminage il y a abaissement continu de la température. Il est donc tentant de chauffer à une température la plus élevée possible afin d'augmenter le temps disponible pour le laminage. Mais une température trop élevée entraîne une augmentation de la taille des grains et donc une diminution de certaines propriétés (Re, Rm et résilience). On se limitera ici à 1150°C (pas d'éléments susceptibles des "bloquer" le grossissement des grains)
La fin de laminage se fera avant d'entrer dans le domaine des transformations repérées sur la courbe TRC de l'acier. Par précaution on définira comme température inférieure celle correspondant à la température d'austénitisation de l'acier, soit 900°C

Intervalle de laminage : 1150 à 900°C.

3°) On peut reprendre, en partie, le même raisonnement que précédemment avec cependant quelques remarques supplémentaires.
On pourra opter pour une température plus élevée car, d'une part cet acier, contenant plus d'éléments d'addition, notamment carburigènes, est un peu plus difficile à déformer et d'autre part la présence des carbures non dissous limite le grossissement des grains donc effet moindre sur les caractéristiques mécaniques.
La température inférieure sera maintenue à 900°C (donc assez supérieure à Ac_3) afin de faciliter les opérations de fin de laminage.

Intervalle de laminage : 1200 à 900°C.

4°) Le traitement défini en phase 30 précède l'opération de dressage à froid. Il y donc lieu d'obtenir une dureté faible. Il faudra donc s'orienter vers un traitement pouvant répondre à ce critère. La lecture de la courbe TRC, de l'acier 60 WCr20, montre que la dureté la plus faible s'obtient pour une vitesse de refroidissement de 0,2°C/min. (très lent).
Pour éviter une perte de temps on peut conduire le refroidissement en deux étapes - refroidissement très lent pendant les transformations d'équilibre puis refroidissement air.
La mise en solution s'effectuera en accord avec la courbe dilatométrique - Ac_3 + 50°C ; soit 840°C.
Compte tenu de l'épaisseur du brut on estime le temps de maintien à 1h ½.
Aucune atmosphère de protection à prévoir car laminage et usinage dans les phases suivantes.

Traitement : 840 °C 1 ½ heure refroidissement four 600°C puis air. Voir TRC

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

<u>Remarques</u> Les valeurs de dureté données sur la courbe TRC sont en Vickers alors que le cahier des charges demande une dureté Brinell. Dans cette gamme de dureté il y a une certaine similitude des valeurs avec un majoration pour HV. Par conséquent il n'est pas interdit en première approche de raisonner sur la courbe TRC. L'essentiel étant que le candidat comprenne la nécessité d'avoir une faible dureté pour faciliter l'opération suivante.

5°) La description succincte du colaminage, donnée à la page 2, nous amène concevoir la nécessité d'avoir des produits pour lesquels l'interface colaminée devra être aussi propre que possible - pas de calamine due aux opérations précédentes.
Le grenaillage est un des moyens mécaniques permettant de "décalaminée" la surface.

6°) Ces deux phases sont préalables à l'opération de colaminage on conçoit aisément les déformations engendrées par cette opération. Afin d'assurer une liaison aussi parfaite que possible il indispensable d'éviter les mouvements relatifs des pièces à assembler.
Par ailleurs le chauffage avant colaminage provoquerait une oxydation des faces en contact si elle n'était pas "isolée" de l'atmosphère du four (air)
Une préliaison est donc nécessaire pour maintenir "géométriquement" l'ensemble et assurer une "étanchéité". C'est le but des opérations de soudage.
On remarque qu'il y a à la phase 90 un préchauffage celui sert à limiter le refroidissement de l'ensemble soudé. En effet le soudage concerne toute la longueur de la pièce et donc opération longue qui n'est pas sans apporter une énergie calorifique importante qui pourrait occasionner l'apparition des constituants hors d'équilibre dans la Z.A.T lors d'un refroidissement rapide, surtout dans l'acier 70WCr20.

7°) Ce traitement consiste à amener la pièce dans un état adouci facilitant l'opération de redressage qui suit. Et à améliorer la diffusion des éléments à l'interface "soudée".
Le refroidissement sera conduit lentement afin d'éviter les transformations hors d'équilibre surtout dans l'acier 70WCr20.

Traitement : 800/ °C 1 heure refroidissement four 600°C puis air.

8°) La configuration des lames s'apparente à un produit long. Les contraintes thermiques trempe) et structurales (transformations) entraînent dans ce cas des déformations anarchiques et contraignantes. Pour garantir une bonne rectitude des produits il est donc nécessaire de contrarier ces déformations par une mise sous contrainte de la lame lors du traitement de trempe. La température de mise en solution sera un peu supérieure à celle déterminée par la courbe dilatométrique pour compenser la baisse constatée lors du transfert four/presse.

870/880°C (mise en solution des carbures) - maintien 1 h.

9°) Lecture courbe d'adoucissement au revenu

200°C (60 HRC) 350°C (57/59 HRC)

10°) La courbe d'adoucissement au revenu de l'acier 70WCr20 donne pour une température de revenu de 0°C une dureté de 61 HRC, ce qui correspond à 720 HV. Il s'agit donc de la dureté obtenue après trempe.
On repère alors la loi sur la courbe TRC de l'acier 60WCr20. En reportant cette loi sur la courbe TRC de l'acier 20 Mn 5 on détermine la dureté attendue sur le talon. Soit 201 à 250 HV.
Bien qu'approximatif (courbe TRC différente de l'acier) ce raisonnement donne une bonne idée de la valeur obtenue et surtout mais en évidence la différence de dureté entre la lame (dureté élevée) et le support à qui on demande une donne résilience.

***Remarque** : Il ne s'agit pas ici de déterminer avec précision la dureté obtenue mais plutôt de savoir utiliser les documents remis.*

11°) Les déformations engendrées pendant les traitements thermiques entraîneraient inévitablement des variations dimensionnelles et donc des difficultés de montage sur la dérouleuse. Non correspondance des trous de fixation.

12°) La liaison est considérée comme correcte si la résistance au cisaillement est 'meilleure" que celle des zones avoisinantes. Par conséquent la rupture doit se produire dans la zone de diffusion

Notes aux correcteurs : Ce sujet n'a pas pour but de tester les conséquences encyclopédiques de l'étudiant, (par exemple que signifie TRC, citer des éléments alphagènes etc.), mais, plutôt des cerner sa capacité à la bonne utilisation de celles-ci devant un cas industriel.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.