

PROPRIETES

Densité : 7,8

Coefficient moyen de dilatation en $m/m.^{\circ}C$:

- *entre 20°C et 200°C: $12,6 \times 10^{-6}$
- *entre 20°C et 400°C: $13,5 \times 10^{-6}$
- *entre 20°C et 600°C: $14,3 \times 10^{-6}$

Points de transformation :

- *Ac 1 = 765°C
- *Ac 3 = 925°C

Conductivité thermique en $W.m/m^2.^{\circ}C$

- *à 20°C : 46

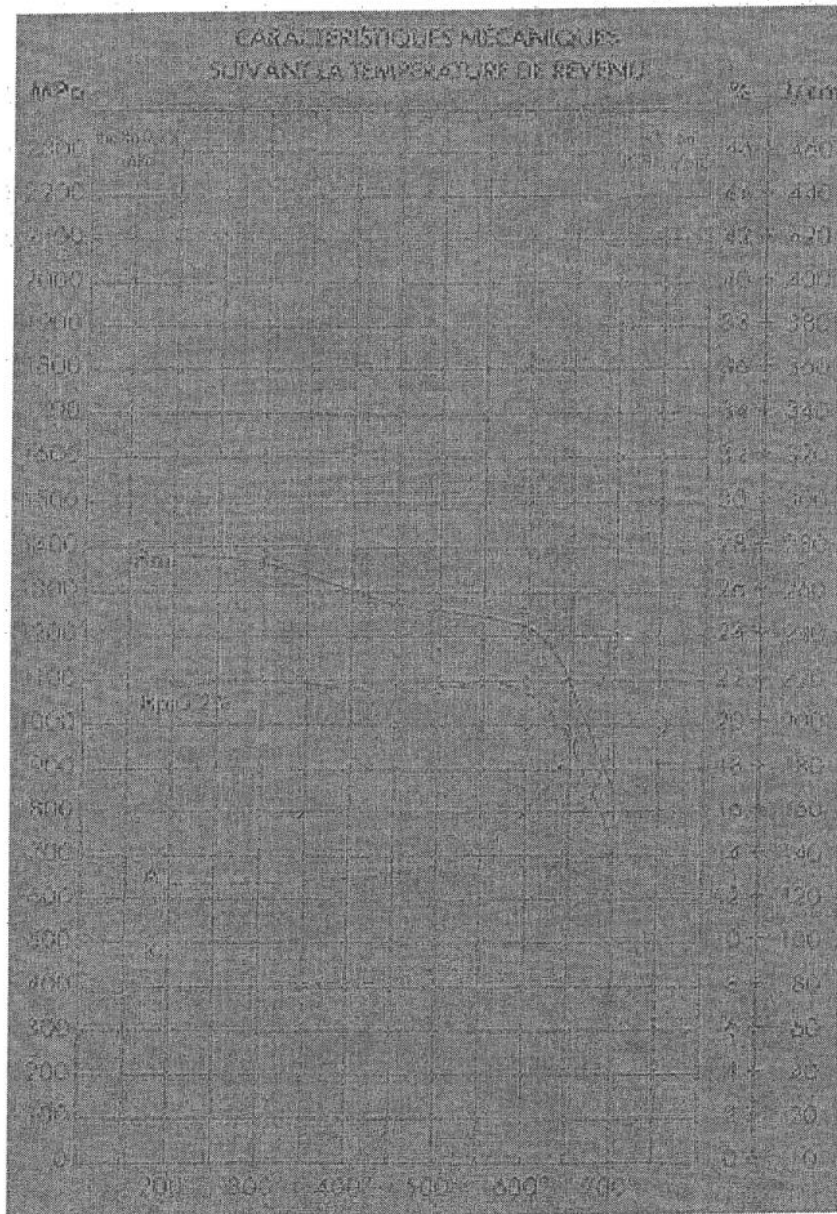
FORGEAGE

1100/900°C

RECUIT

Chauffage à 875°C. Refroidissement lent.

A l'état adouci, dureté Brinell approximative 174.



| BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENT DES MATERIAUX | | |
|---|--|------------------|
| Session 2002 | Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| Partie commune options A et B | U.4.2. : Mise en œuvre des processus industriels | Page 6/6 |

THIND B

U4.2: Partie spécifique à l'option A

ETUDE DE LA FABRICATION DES VILEBREQUINS DE MOTEURS AUTOMOBILES.

Dans un moteur d'automobile, le vilebrequin est une pièce mécanique fortement sollicitée, notamment en sollicitation de fatigue.

Sa forme géométrique est relativement complexe (voir photo en annexe 1). Il se compose de 5 tourillons et de 4 manetons. Ces parties de pièces subissent des opérations d'usinages relativement fines et précises.

Les tourillons se logent dans les paliers du bloc-moteur, et les manetons reçoivent les bielles.

Les vilebrequins des moteurs courants (moins de 2 litres de cylindrée) sont réalisés à partir d'ébauches moulées (pièces de fonderie) en fonte à graphite sphéroïdal, à matrice perlitique.

Les vilebrequins des gros moteurs, plus fortement sollicités mécaniquement, sont réalisés à partir d'ébauches estampées à chaud.

1 - ANALYSE DU MODE DE SOLLICITATIONS DU VILEBREQUIN

1.1 - Définir brièvement le mode de sollicitation en fatigue.

1.2 - Représenter une courbe d'endurance (courbe de Wöhler). Définir les axes et repérer la limite de fatigue sur cette courbe.

1.3 - Décrire succinctement les différentes étapes d'une rupture par fatigue.

2 - ETUDE DE LA FABRICATION DES VILEBREQUINS MOULÉS EN FONTE GS

2.1 - Décrire en quelques lignes le procédé de mise en forme par moulage en sable (fonderie).

2.2 - Quel est l'intérêt mécanique de la forme sphéroïdale du graphite dans les fontes, par comparaison au graphite lamellaire ?

2.3 - Quel est l'intérêt d'une matrice perlitique par rapport à une matrice ferritique ?

| BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENT DES MATERIAUX | | |
|---|---|------------------|
| Session 2002 | Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| Partie spécifique option A | U.4.2 : Mise en œuvre des processus industriels | Page : 1/5 |

T. HIND A

Dans certains cas, il est impossible d'obtenir une matrice perlitique sur les pièces brutes de coulée. On a alors recours à un traitement thermique de perlitisation. Le traitement devra permettre d'éviter la présence de cémentite secondaire dans la microstructure.

2.4 - Représenter, sur un système d'axes « température – temps », le cycle thermique de ce traitement. Préciser les températures, les durées approximatives et les conditions de refroidissement.

Après usinage, les manetons des vilebrequins subissent un traitement de trempage superficielle après chauffage par induction.

2.5 - Expliquer brièvement le processus de ce traitement.

2.6 - Justifier l'intérêt d'un tel traitement dans le cas des vilebrequins.

3-ETUDE DE LA FABRICATION DES VILEBREQUINS ESTAMPES

Les vilebrequins **en acier** sont obtenus par un procédé de mise en forme par estampage à chaud et les manetons subissent ensuite un traitement de nitruration ionique.

3.1 - Décrire le procédé de mise en forme par estampage à chaud en précisant :

- Le principe,
- L'outillage utilisé,
- Le niveau de température à atteindre pour la mise en forme en justifiant votre réponse.

3.2 - Décrire le principe de la nitruration ionique en précisant :

- Le schéma de principe,
- Le type d'atmosphère utilisée,
- Le niveau de température.

3.3 - Dans la couche nitrurée, quels sont les constituants de la couche de diffusion ? Pour quelles raisons sont-ils durcissants ?

3.4 - Justifier l'utilité de ce traitement dans le cas des vilebrequins.

| | | |
|---|---|------------------|
| BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENT DES MATERIAUX | | |
| Session 2002 | Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| Partie spécifique option A | U.4.2 : Mise en œuvre des processus industriels | Page : 2/5 |

THIND A

Les vilebrequins estampés sont réalisés en acier de nuance 35MnV7. Les caractéristiques mécaniques à cœur sont obtenues par refroidissement contrôlé dans la chaude de forge après estampage, sans aucun autre traitement thermique dans la masse complémentaire.

3.5 - Précisez la composition chimique moyenne de cet acier d'après sa désignation.

Le cahier des charges impose une dureté à cœur après refroidissement dans la chaude de forge de 300 à 310 HV.

3.6 - D'après les documents fournis (annexe 2), préciser la fourchette des vitesses de refroidissement à appliquer aux pièces après estampage, ainsi que les constituants micrographiques prévisibles.

BAREME

- Question 1.1 (1 pt)
- Question 1.2 (1,5 pt)
- Question 1.3 (1 pt)
- Question 2.1 (1 pt)
- Question 2.2 (1 pt)
- Question 2.3 (1 pt)
- Question 2.4 (2 pts)
- Question 2.5 (1,5 pt)
- Question 2.6 (1 pt)
- Question 3.1 (2 pts)
- Question 3.2 (3 pts)
- Question 3.3 (1 pt)
- Question 3.4 (1 pt)
- Question 3.5 (1 pt)
- Question 3.6 (1 pt)

| BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENT DES MATERIAUX | | |
|---|---|------------------|
| Session 2002 | Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| Partie spécifique option A | U.4.2 : Mise en œuvre des processus industriels | Page : |

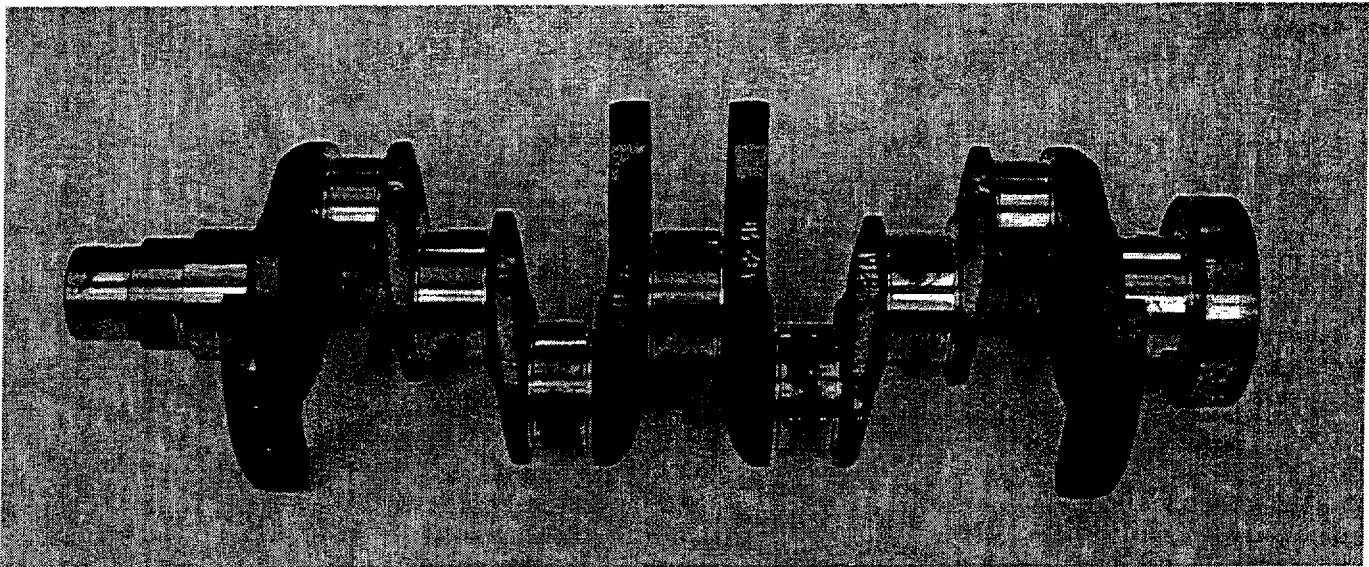
THINDA

Annexe 1

Photo du vilebrequin usiné

Tourillons

Manetons



Longueur indicative: 400 mm
Ø moyen d'encombrement: 80 mm

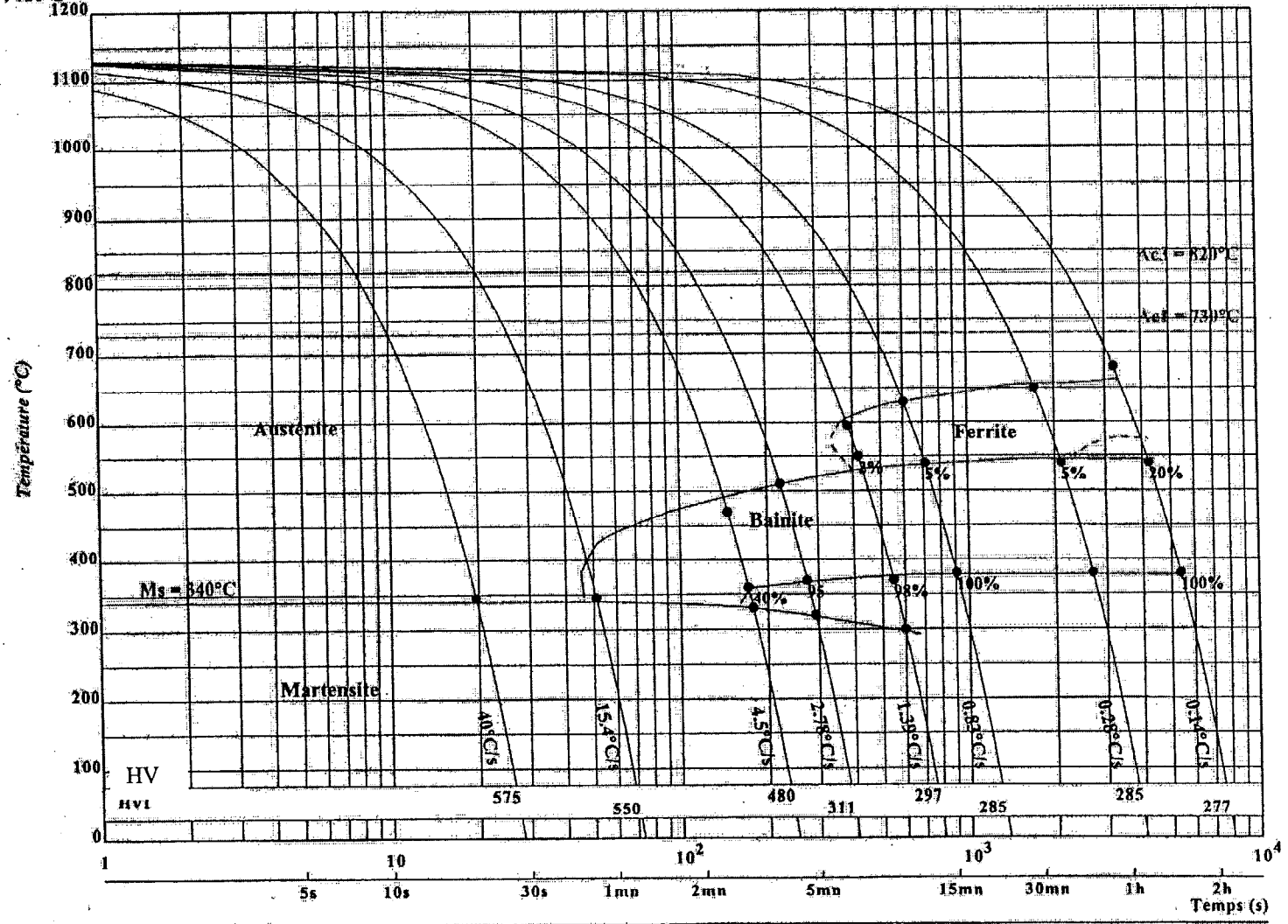
| BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENT DES MATERIAUX | | |
|---|---|------------------|
| Session 2002 | Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| Partie spécifique option A | U.4.2 : Mise en œuvre des processus industriels | Page : 4/5 |

THINDA

Diagramme TRC

Nuance : 35MnV7
 Origine : FOS
 Austénitisation : 1130°C
 Grain austénitique : 6-7
 Act : 730°C

Ms* : 340°C



ANNEXE 2

| | |
|---|---|
| BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENT DES MATERIAUX | |
| Session 2002 | Coefficient : 2 |
| Partie spécifique option A | U.4.2 : Mise en œuvre des processus industriels |
| Durée : 2 heures | |
| Page : 5/5 | |

THIND-A