

Partie 9

Intitulé du Cours en ligne :

Traitement thermique (T.T)

Destiné aux Etudiants du Master I

Domaine : Sciences et Technologie

Filière: Génie mécanique

Spécialité: Génie des Matériaux

Présenté par :

Dr. HABIBI Samir

Traitement thermique (T.T)

Sommaire

Partie 1. Concept de traitement thermique (Définition, Objectifs, Paramètres clés liés au T.T)

Partie 2. Propriétés des matériaux

Partie 3. Différents types de fours et les traitements associés

Partie 4. Défauts des pièces et mesures à prendre lors du traitement thermique

Partie 5. Classification des catégories des T.T

Partie 6. Traitement thermique dans la masse

- 6.1 Procédé thermique par la Trempe

- 6.2 Procédé thermique par le Recuit

- 6.3 Procédé thermique par le Revenu

Partie 7. Traitement thermique superficiel

- 7.1 Chauffage oxyacétylène (OA)

- 7.2 Chauffage par induction

- 7.3 Techniques haute énergie

Partie 8. Traitement thermochimique de diffusion

- 8.1 La cémentation

- 8.2 La nitruration,

- 8.3 La carbonitruration

- 8.4 La chromisation

Partie 9. Etude du diagramme temps-température- taux de transformation

Partie 10. Observations micrographiques et caractéristiques physiques et mécaniques

Partie 11. Analyse des trois types de traitement thermique appliqués aux aciers

Partie 12. Prédire et prévoir le comportement du matériau (acier) sous l'effet du T.T

Partie 9. Etude du diagramme temps-température- taux de transformation

Le diagramme temps-température-transformation, ou diagramme TTT, est utilisé pour étudier les transitions de phases ou d'état, spécialement pendant les traitements thermiques dits de revenu.

Ce type de diagramme s'obtient par des expériences de trempe suivies d'un maintien à une température donnée. On mesure alors le taux de transformation.

Il existe une compétition entre l'énergie motrice de transformation et de diffusion :

À une température donnée il faut un certain temps pour commencer la transformation de phase. Ce temps augmente lorsqu'on s'approche de la température de transformation à l'équilibre (diagramme de phase). En effet, une différence de température est nécessaire pour commencer la transformation : c'est l'énergie motrice de transformation.

Au contraire lorsqu'on diminue la température vers l'ambiante, la diffusion dans le solide devient plus lente. Cette diffusion est nécessaire à la transformation de phase. Le début de la transformation apparaît donc également après un temps plus long.

Si on refroidit le matériau très rapidement (trempe) jusqu'à une température suffisamment basse, il n'y a pas de diffusion possible, la transformation est dite displacive (exemple : Transformation martensitique).

Ces diagrammes sont dans la réalité très délicats à obtenir car ils nécessiteraient un maintien homogène et très précis de la température de l'éprouvette d'essai. Dans l'industrie, les diagrammes TRC sont donc préférés car ils correspondent à des courbes à refroidissement constant. Ils sont donc plus proches des conditions de refroidissement industrielles.

Ce type de diagramme est également utilisé en science des polymères et permet de différencier les phases liquides, gels et verres.

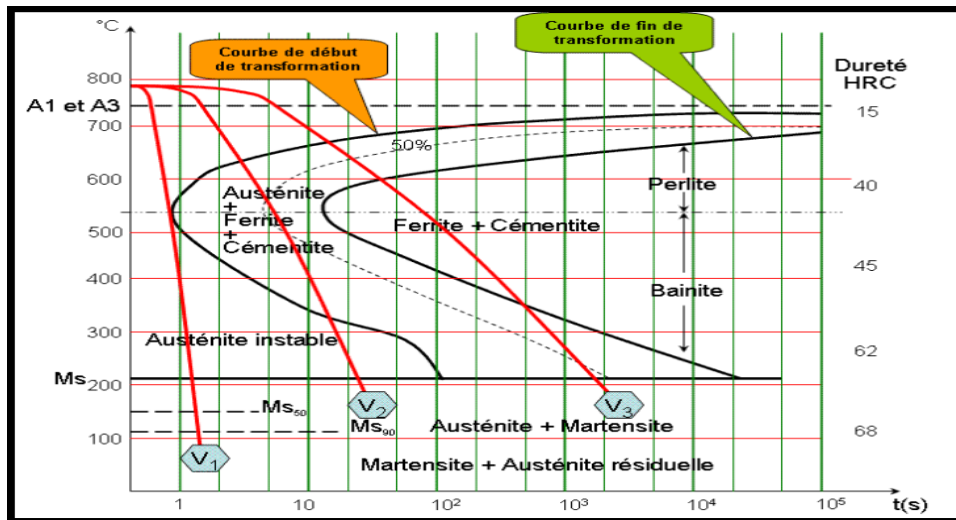


Fig. II. Diagramme Temps, température, taux de transformation.

L'aspect global des courbes peuvent donner des informations sur la teneur en carbone de l'acier non-allié qu'elles représentent:

Si les courbes ont une asymptote à 723 °C (ligne A1 ou Ael), ce sera un acier eutectoïde à 0,77 % de carbone.

Si les courbes ont une asymptote Acm (ou Aecm), ce sera un acier hypereutectoïde à entre 0,77 % et 2 % de carbone.

Si les courbes ont une asymptote à A3 (ou Ae3) ce sera un acier hypoeutectoïde à moins de 0,77 % de carbone.

Les différentes lignes citées ci-dessus ont les caractéristiques suivantes :

La ligne A1 (ou Ael) représente la température où débutent les transformations eutectoïdes, elle vaut toujours 723 °C pour un acier non-allié.

La ligne A3 (ou Ae3) représente la température de transformation de l'austénite en ferrite. Sa valeur dépend du taux de carbone, elle varie entre 723 °C et 910 °C.

La ligne Acm (ou Aecm) représente la température de transformation de l'austénite en perlite. Sa valeur dépend du taux de carbone, elle varie entre 723 °C et 1130 °C.

En guise de conclusion.

Les avantages et les inconvénients des traitements thermiques

Le traitement thermique a pour but de changer les propriétés mécaniques, physiques, et parfois chimiques d'un matériau. Ces changements s'effectuent dans des fours avec une atmosphère gazeuse contrôlée, sans humidité (eau) ou oxygène, et en suivant des cycles contrôlés de variation de pressions et températures élevées (chauffage suivi par un refroidissement rapide).

Les avantages des traitements thermiques

L'avantage est de conférer aux métaux, tels que les aciers et autres alliages métalliques, de nouvelles caractéristiques, comme une meilleure résistance à la corrosion, une augmentation de la dureté, une stabilité dimensionnelle, un état de finition superficielle de qualité (brillance) ou une augmentation de la résistance à l'oxydation dans le temps. Les pièces ainsi traitées gagnent en fonctionnalité et deviennent ainsi des pièces à valeur ajoutée importante.

Les inconvénients des traitements thermiques

Si le traitement thermique est mal appliqué, les pièces deviennent des rebuts difficilement réutilisables : surface noircie et oxydée dû à la présence de vapeur d'eau dans le four, modification non souhaitée de la composition (décarburation superficielle), variation de dureté non homogène sur la surface, pénétration du traitement variable selon la géométrie de la pièce, etc. L'entretien du four et du réseau de distribution des gaz est indispensable pour garantir un résultat final conforme aux attentes, et pour assurer la sécurité des opérateurs.

Références

[1] Jean-Marie Georges, Frottement, usure et lubrification: tribologie ou science des surfaces, Paris, Eyrolles, 2000, 424 p. (ISBN 2-212-05823-3).

[2] <https://www.unifonds.fr/fabrication/traitement-thermique/>

[3] Dominique Ghiglione, Claude Leroux et Christian Tournier, « Pratique des traitements thermochimiques », Éditions techniques de l'ingénieur, traité Matériaux métalliques.

[4] [<https://bruval.ch/fr/construction-mecanique/traitement-thermique/>]

[5] Michel Dupeux, « Aide-mémoire de science des matériaux », Dunod, 2005.

[6] Sidney H. Avner, Introduction à la métallurgie physique, Centre collégial de développement de matériel didactique, p. 281.

[7] R. Fayolle et B. Courtois, Ateliers de traitement thermique — Hygiène et sécurité, INRS, 2001.

[8] J. Barralis et G. Maeder, Précis de métallurgie — Élaboration, structures-propriétés et normalisation, Nathan/Afnor, 1991 (ISBN 2-09-194017-8), p. 70-104, 125-127.