

PARTIE 3

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 métalliques présentent après un traitement thermique

Partie 5. Mesures et dispositions à prendre lors de traitement thermique

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 3. Différents types de fours et les traitements associés

Les constructeurs sont chargés de la conception, la fabrication et l'assemblage des fours. Le cycle thermique d'un four est adapté au traitement voulu (trempe, frittage, recuit, etc.) et il est souvent défini par le constructeur selon les besoins de l'utilisateur. Il existe différents types ou géométries de fours : en configuration verticale, horizontale, en cloche, et en tunnel.



Fig. 3. Exemples de Fours de traitement thermique².

3.1 Les différents types de fours

Chaque type de traitement thermique industriel est réalisé dans un type de four spécifique, en fonction :

- du procédé,
- du type d'atmosphère (neutre, non décarburante, réactive enrichie en carbone ou en azote ou un mix des deux),

- des paramètres inhérents au traitement : vitesse de chauffe, température de maintien, type de chargement des pièces, etc.
- des différents types d'alliage et du gabarit des pièces à traiter (petites, grandes, pour des domaines industriels spécifiques, tels que l'aéronautique ou l'automobile),
- de l'uniformité des propriétés mécaniques requises pour la pièce finale (par exemple un four de cémentation atmosphérique peut conférer à la pièce finale une dureté moins homogène qu'un procédé de cémentation réalisé dans un four sous vide).

Comme règle générale, les traitements thermiques des métaux doivent toujours être faits à l'abri de l'air (source d'oxygène et d'humidité) pour éviter l'oxydation superficielle de l'acier à traiter.

Les constructeurs sont chargés de la conception, la fabrication et l'assemblage des fours. Le cycle thermique d'un four est adapté au traitement voulu (trempe, frittage, recuit, etc.) et il est souvent défini par le constructeur selon les besoins de l'utilisateur. Il existe différents types ou géométries de fours : en configuration verticale, horizontale, en cloche, et en tunnel.

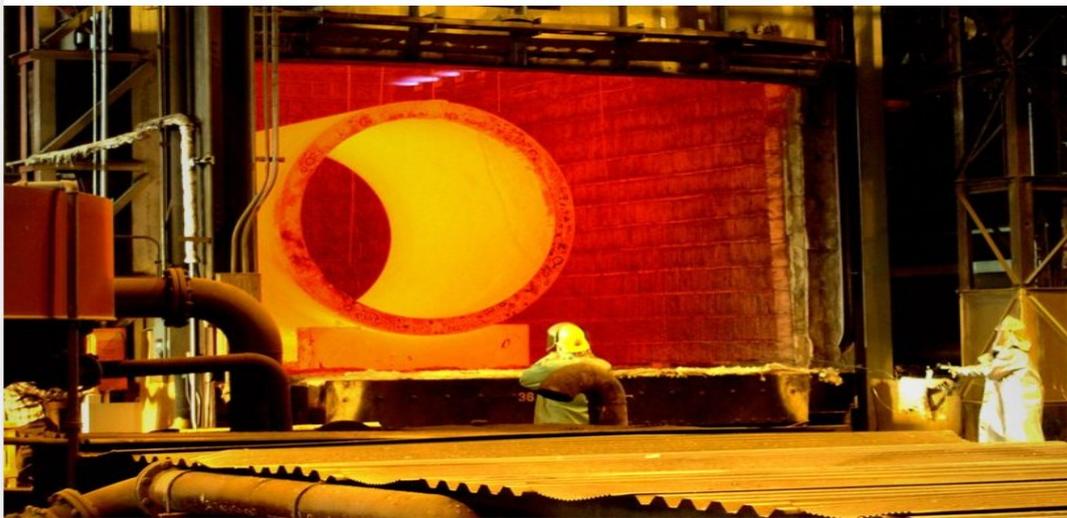


Fig. 4. Présentation de four.

3.1.1 Les fours de recuit

Les fours de recuit sont des équipements d'une très grande capacité et s'ils sont correctement entretenus, ces types de fours sont très fiables et robustes. Leur maintenance régulière permet d'assurer la sécurité des opérateurs, mais aussi d'éviter tous risques de contamination de l'atmosphère du four.

3.1.2 Les fours de traitement de surface des métaux: Cémentation atmosphérique, nitruration, traitement mixtes C-N

Les fours de traitement de surface peuvent être de tailles variables, selon l'application et les dimensions des pièces à traiter. Ces types de fours mettent en œuvre plusieurs gaz tels que l'ammoniac, le méthanol ou l'acétylène et disposent d'un système de contrôle qui pilote les cycles d'injection de gaz de manière très précise.

3.1.3 Four à basse pression (BP) et de trempe à haute pression

Les matériaux pour l'aéronautique, le spatial ou l'automobile doivent supporter des charges et des conditions de fonctionnement de plus en plus critiques et nécessitent des traitements de surface de meilleure qualité (plus uniforme, plus homogène). Cela est possible grâce aux traitements thermiques de surface à basse pression ou sous vide. En effet, la basse pression facilite les échanges entre l'atmosphère réactive dans le four et la surface des pièces à traiter.

La trempe gaz à haute pression est un procédé sûr, propre et de haute qualité. En effet, la vitesse de refroidissement et les paramètres du cycle de trempe sont gérés de manière beaucoup plus précise que ceux d'un procédé traditionnel. Il n'y a pas de risques de caléfaction superficielle des pièces car il n'y a pas de contact entre la pièce et les liquides classiques de trempe (huiles, polymères ou sels fondu). De plus, les résultats obtenus ont une meilleure reproductibilité.

Grâce à ce procédé, les pièces finales présentent moins de déformations géométriques, sont plus propres et présentent des propriétés mécaniques plus uniformes par rapport aux pièces traitées avec les fluides classiques. L'utilisation du gaz permet aussi

d'éliminer les contraintes liées à la gestion des huiles ou polymères usés et réduit l'impact environnemental du traitement.

Les fours de cémentation à basse pression (CBP) ou sous vide, les fours de nitruration à basse pression et de trempe gaz haute pression (HPGQ) sont généralement de taille moyenne ou petite. Ces équipements doivent résister à des pressions de travail allant du vide primaire (10⁻³mbar) jusqu'à 20 bars ou plus.

L'injection du gaz (ammoniac, acétylène, azote ou argon pour les pièces les plus critiques) doit respecter des plages de fonctionnement très strictes et exigeantes en termes de débit et de vitesse d'injection. La qualité du gaz (impuretés contrôlées) est aussi évidemment très importante pour la performance du processus.

Air Liquide vous fournit la meilleure solution en termes d'approvisionnement, de qualité de gaz et de réseau de distribution de gaz, et vous assure le bon fonctionnement de vos fours de traitement thermique. N'hésitez pas à contacter notre équipe d'experts pour en savoir plus sur les solutions gaz pour le traitement thermique.