

CARBONITRURATION DES ACIERS

Définition du traitement

Principe : enrichissement superficiel en carbone (entre 0,7 et 0,9% en masse) et azote (entre 0,15 et 0,3% en masse) par diffusion dans le domaine austénitique (825 à 900°C) suivi d'une trempe et d'un éventuel revenu, afin d'obtenir une dureté superficielle élevée (58 à 62 HRC) selon un gradient décroissant sur une profondeur donnée. Les profondeurs réalisables sont comprises entre 0,05 et 0,6 mm, au delà de 0,6mm l'apport d'azote n'a plus d'intérêt.

CARACTÉRISATION :

- Teneurs en carbone et azote superficielles
- Dureté superficielle (HRC, HRA, HV)
- Profondeur conventionnelle de couche dure Dc (sauf spécification particulière NFA04-204)
- Exigences de microstructure
- Taux de contraintes résiduelles

APPLICATIONS :

- Usure
- Renforcement à la fatigue

DIFFÉRENTS PROCÉDÉS :

Liquide ou en bains de sels souvent appelé cyanuration : emploi de sels à base de chlorures alcalins (NaCl, KCl) additionnés d'une quantité de cyanures élevée (NaCN), environ 20%. La cinétique est rapide, le contrôle du taux de cyanure permet de maîtriser le potentiel carbone et azote. La trempe est faite directement à l'huile ou aux sels (après rinçage dans des sels neutres)

Sous atmosphère contrôlée ou gazeuse : l'atmosphère est du type endothermique obtenue :

- par craquage d'un alcane dans un générateur avec addition de méthane ou propane pour maintenir le potentiel carbone,
- par injection d'un mélange méthanol - azote directement dans le four avec addition de méthane ou propane pour maintenir le potentiel carbone,

L'azote est apporté par injection de gaz ammoniac directement dans le four. La composition type de l'atmosphère est 20 à 25% CO, 20 à 40% N₂, 40 à 55% H₂ (CO₂, O₂, H₂O traces). Le taux d'ammoniac injecté est de l'ordre de

1 à 5% du volume total de gaz. Le potentiel carbone de l'atmosphère est mesuré et piloté par des analyses des gaz (% CO, CO₂, H₂O, O₂). La cinétique est assez rapide grâce à l'optimisation du cycle.

La trempe est faite directement le plus souvent à l'huile.

En lit fluidisé : la fluidisation est faite par un gaz équivalent aux atmosphères gazeuses. La cinétique est rapide mais l'emploi n'est pas très aisé.

Sous basse pression : après chauffage dans un four sous vide, on établit une pression séquentielle de l'ordre de 5 à 20 mbar par injection d'un hydrocarbure, propane, éthylène ou acétylène, les séquences de carburation sont suivies de séquences de diffusion sous vide. Des séquences d'apport d'ammoniac sont combinées avec celles de l'apport de gaz carburant.

La cinétique est très rapide. Le procédé autorise des températures de cémentation élevées accélérant la cinétique. Les avantages principaux sont l'absence d'oxydation superficielle et une bonne pénétration dans les fins orifices. Ce procédé est souvent associé à une trempe gaz. (5 à 20 bar d'azote). Le pilotage repose sur un modèle de réaction gaz métal supposant une saturation en carbone de la surface durant les phases de carburation et diffusion.

Ce procédé est en développement.

L'azote mis en solution dans la couche carbonitrurée augmente fortement la trempabilité ce qui permet des trempes douces à l'huile chaude (80 à 160°C ou au bain de sel 150 à 180°C) limitant ainsi les déformations. L'application la plus importante est celle des engrenages de boîte de vitesses d'automobiles.