

CÉMENTATION OU CARBURATION DES ACIERS

Définition du traitement

Principe : enrichissement superficiel en carbone (entre 0,7 et 0,9% en masse) par diffusion dans le domaine austénitique (900 à 1050°C selon les procédés) 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 0,1 et 6 mm. Les plus courantes sont comprises entre 0,3 et 3 mm.

CARACTÉRISATION :

- Teneur en carbone superficielle
- Dureté superficielle (HRC, HRA, HV)
- Profondeur conventionnelle de couche dure Ec (sauf spécification particulière selon NFA04-204)
- Exigences de microstructure
- Taux de contraintes résiduelles en compression

APPLICATIONS :

- Usure
- Renforcement à la fatigue

DIFFÉRENTS PROCÉDÉS :

Solide ou en caisse : emploi de granulés à base de charbon de bois activé, ce procédé n'est plus employé que pour des applications artisanales ou des cémentations de pièces dans des fours à air. La trempe ne peut pas intervenir directement, les pièces sont refroidies puis réchauffées pour être trempées. La cinétique est assez lente, le contrôle de carbone doit être fait sur échantillon ou sur pièce. Température de cémentation comprise entre 900 et 950°C.

Liquide ou en bains de sels : emploi de sels à base de chlorures alcalins (NaCl, KCl) additionnés d'une quantité de cyanures de sodium (NaCN), (environ 10%), il existe des formulations sans cyanure. La cinétique est rapide le contrôle du taux de cyanure permet de maîtriser le potentiel carbone. La trempe est faite directement à l'huile ou aux sels (après rinçage dans des sels neutres). Température de cémentation comprise entre 875 et 930°C. Ce procédé est assez peu employé compte tenu des contraintes de traitement des déchets.

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,
- ou par injection d'un mélange alcane et air.

La composition type de l'atmosphère est 20 à 25% CO, 20 à 40% N₂, 40 à 55% H₂ + (CO₂, O₂, H₂O traces). 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. Température de cémentation comprise entre 900 et 975°C.

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 à vide une pression séquentielle de l'ordre de 5 à 20mbar est établie par injection d'un hydrocarbure, propane, éthylène ou acétylène, les séquences de carburation sont suivies de séquences de diffusion sous vide. 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. Température de cémentation comprise entre 900 et 1050°C.

Assisté plasma ou cémentation ionique : la cémentation se fait sous un plasma de propane. Les avantages sont comparables à la cémentation basse pression auxquels s'ajoutent les économies faciles par caches métalliques. Ce procédé a été peu développé, la cémentation basse pression l'ayant concurrencée.

Quelque soit le procédé, la cémentation est suivie d'une trempe soit directe soit différée après reprise d'usinage.

Le choix des températures avant trempe et du fluide de trempe sont choisis pour obtenir une mise en compression de la couche enrichie en carbone vers la sous couche et le cœur.