

## NITRURATION OU NITROCARBURATION FERRITIQUE DES ACIERS ET DES FONTES. Définition du traitement

**Principe :** enrichissement superficiel en azote et carbone éventuel dans le cas de nitrocarburation, par diffusion dans le domaine ferritique < T° Ac1 (450 à 620°C selon les procédés), afin d'obtenir une dureté superficielle élevée (450 à 1200 HV selon le matériau traité) associé à un gradient décroissant sur une profondeur donnée, ainsi qu'une couche de combinaison superficielle constituée de nitrures de fer. Les profondeurs de diffusion réalisables sont comprises entre 0,05 et 1,5 mm. Les plus courantes sont comprises entre 0,1 et 0,8 mm. (le temps de traitement augmente fortement avec la profondeur visée, vitesse de nitruration de l'ordre de 0,03 à 0,01 mm/H). Les épaisseurs des couches de combinaison obtenues le plus couramment lors de nitrocarburation à des températures comprises entre 550 et 620°C sont comprises entre 5 et 30 µm selon les procédés et température appliqués. Les caractéristiques s'obtiennent sans transformation de trempe.

### CARACTÉRISATION :

- Dureté superficielle (HV, HRA)
- Epaisseur de la couche de combinaison ou couche blanche
- Structure de la couche de combinaison (monophasée epsilon ou gamma')
- Profondeur conventionnelle de couche dure Ec (sauf spécification particulière NFA04-204)
- Exigences de microstructure
- Taux de contraintes résiduelles en compression

### APPLICATIONS :

- Usure
- Renforcement à la fatigue
- Propriétés tribologiques des couches de combinaison (inhibitrice de grippage, faible coefficient de frottement)

### DIFFÉRENTS PROCÉDÉS :

#### Nitruration, nitrocarburation gazeuses :

l'atmosphère de traitement établie entre 500 et 620°C après une phase de chauffage sous azote, est constituée d'ammoniac (NH<sub>3</sub>), d'un mélange ammoniac-azote auquel peuvent être ajoutés différents gaz : activateur comme le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), air (on peut parler d'oxynitruration) -carburant : gaz carbonique (CO), gaz endothermique, gaz exothermique dans le cas de nitrocarburation. Les cinétiques sont relativement lentes. Les procédés industriels actuels sont pilotés et régulés.

Il existe des versions sous pression réduite de ces procédés mises en œuvre dans des fours à purge sous vide sous pression de 200 à 300 mbar.

Les rejets gazeux riches en ammoniac doivent être brûlés avant leur rejet dans l'atmosphère extérieure.

**Nitrocarburation en bain de sels :** emploi de sels à base de chlorures et cyanates alcalins activés par apport d'air et additifs (propres aux développeurs des procédés) entre 550 et 620°C (idéalement 570-580°C). Ces procédés ont principalement pour but d'obtenir des couches de combinaison de type epsilon (nitrures Fe<sub>2-3</sub>N) d'épaisseur 10 à 20µm aux propriétés tribo-logiques intéressantes. Ils ne sont pas destinés à obtenir des couches de diffusion profondes. Leurs cinétiques sont très rapides. Les inconvénients sont liés à l'emploi de sels fondus (récupération des rejets et nettoyage des pièces traitées).

#### Nitruration, nitrocarburation assistées plasma :

(souvent connues sous le nom de nitruration ionique): la réaction est établie sous un plasma azote - hydrogène dans un réacteur à purge sous vide équipé d'un générateur d'arc à haute fréquence (polarisation opposée des pièces et des parois du four). Les molécules ionisées produisent par collision des molécules activées qui améliorent la cinétique de réaction. Les avantages sont le large spectre de température possible allant surtout vers les plus basses températures et la modularité des résultats (présence et nature de la couche de combinaison), l'épargne facile par cache métallique. Les cinétiques sont rapides pour les profondeurs les plus faibles. La préparation des charges est plus délicate et moins adaptée aux productions de masse que les autres procédés.

**Parachèvements oxydants :** tous les procédés fabriquant une couche de combinaison peuvent recevoir une phase d'oxydation en fin de cycle de nitruration par maintien dans un milieu oxydant à une température voisine de 450°C développant une fine couche de conversion des nitrures en oxydes noirs Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Cette couche contribue à une amélioration de la tenue à la corrosion qui peut atteindre 450 à 600 heures au brouillard salin sur des couches exemptes de microporosités. L'effet néfaste de la présence de ces microporosités peut être annulé par imprégnation des surfaces à l'aide de produits organiques polymérisant à froid.

Dans les procédés gazeux l'oxydation s'effectue par apport d'un gaz oxydant (N<sub>2</sub>O, vapeur d'eau, air), dans les procédés en bain de sels l'oxydation s'effectue par maintien séquentiel dans un bain de sels oxydants (à base de nitrates).

Les couches nitrurées après élimination de la couche blanche peuvent servir de renforcement en sous-couche de revêtements par des couches minces type PVD et PACVD (traitement duplex).

Cette famille de traitement peut concerner des applications sur tous les alliages ferreux, avec des propriétés variables selon les nuances. Les variations géométriques sont très faibles, l'emploi de pièces sans reprise après traitement est envisageable sous réserve d'effectuer les nitrurations sur un état préalablement stabilisé. Les parachèvements mécaniques pratiqués sont la rectification à la meule (la couche blanche est éliminée, les profondeurs doivent être prévues en conséquence), le polissage à la bande émerisée des surfaces de révolution, la projection de billes de verre.