

## Tremper, cémenter, nitrurer, braser, MIM



Four moufle étanche à paroi chaude NR 50/11 avec dispositif de trempé semi-automatique pour la trempé d'acier ou de titane



Système de trempé sous gaz protecteur SHS 41



Four chambre à convection forcée N 250/85 HA avec caisson de recuit



Four moufle étanche NRA 50/09 H<sub>2</sub>

### Tremper

La trempé est l'une des formes de traitement thermique les plus fréquentes pour matériaux métalliques. Elle a pour but d'augmenter leur résistance mécanique par la transformation de leur microstructure.

L'amélioration de la dureté et de la solidité, obtenue grâce à la trempé, sont les principales raisons de la résistance accrue contre l'usure, la tension, la pression et la flexion.

D'une manière générale, on entend par durcissement la transformation de la structure, c'est-à-dire l'austénitisation de la matière consécutive à la trempé. Au moment de la trempé, la vitesse de refroidissement critique du matériau doit être dépassée afin d'obtenir une structure martensitique. Le trempé peut se faire par l'intermédiaire de différents milieux (eau, air, huile ou gaz).

Suivant le type d'application, le matériau peut ensuite subir un revenu, par exemple pour obtenir la ductilité désirée. Dans ce cas la dureté est à nouveau réduite.

### Cémentation

Les aciers ayant une basse teneur en carbone peuvent présenter une dureté finale relativement faible. En augmentant le taux de carbone jusqu'à un certain pourcentage, la dureté du matériau peut être nettement améliorée. C'est en tirant avantage de cette propriété que l'on procède à la cémentation. La couche superficielle est enrichie de carbone, de sorte que cette partie du matériau est ensuite apte à la trempé. Par contre, le cœur de la structure n'est pas cémentée et reste ductile. Un exemple connu de ce procédé est la cémentation suivie consécutivement d'une trempé puis d'un revenu des roues dentées de tous types d'engrenages. Après cémentation, la denture possède la dureté de surface requise pour réduire l'usure, alors que le cœur de la structure reste ductile et maniable.

### Nitruration

Comme la cémentation, la nitruration est un traitement thermo-chimique. Pendant la nitruration, on diffuse de l'azote dans la couche superficielle. En fonction de l'acier ou de l'alliage de fonderie utilisé, il est possible d'augmenter la dureté du matériau. L'avantage qu'offre la nitruration est l'obtention d'une couche superficielle résistante à l'usure. Pour des aciers faiblement alliés, leur résistance à la corrosion peut être nettement améliorée grâce à ce procédé.

La cémentation et la nitruration peuvent être réalisées dans un environnement solide, gazeux ou liquide.

Les concepts de fours suivants conviennent à la trempé, à la cémentation et à la nitruration:

#### Trempe

- Trempe en caisson ou enveloppe avec mise sous gaz protecteur ou bien en caisson pour le recuit dans les fours chambres avec ou sans atmosphère neutre. La trempé peut se faire dans des milieux divers comme l'huile, l'eau ou l'air.
- Trempe dans des fours moufle étanche à paroi chaude avec gaz protecteur ou réactif à 1150 °C. La trempé s'effectue manuellement ou de façon semi-automatique dans l'huile, l'eau ou l'air.

#### Cémentation/nitruration

- Cémentation/nitruration en caisson avec des granulats spéciaux
- Nitruration/cémentation régulée ou non dans des fours moufle étanche à paroi chaude à l'aide de gaz réactifs. La trempé se fait manuellement ou de façon semi-automatique dans l'huile, l'eau ou l'air.

#### Recuit

- Recuit des fours chambre à convection forcée avec ou sans atmosphère neutre
- Recuit dans des caissons avec balayage de gaz neutre au équipement positionné dans des fours chambre à convection forcée

**Procédés de traitement thermique à l'aide de poudres**

Pour certaines applications, le traitement thermique avec des granulats s'avère être une possibilité avantageuse par rapport aux processus thermochimiques qui se font en atmosphère gazeuse.

Les pièces, préparées en conséquence, sont chargées dans un caisson puis plongées dans la poudre adaptée au traitement thermique voulu. Le caisson est ensuite fermé par un couvercle.

Les diverses possibilités d'application sont la cémentation, le recuit neutre, la nitruration ou la boruration.

**Braser**

Sur la base de la plage de fusion du métal d'apport de brasage, on fait généralement la différence entre brasage tendre, soudobrasage (ou fort) et brasage haute température. Il s'agit d'un processus thermique pour assembler et revêtir des matériaux de manière hermétique avec apparition d'une phase fluide, résultat de la fusion du métal d'apport. On différencie les processus suivants sur la base des températures de fusion du métal d'apport:

Brasage tendre:  $T_{liq} < 450 \text{ °C}$

Soudobrasage:  $T_{liq} > 450 \text{ °C} < 900 \text{ °C}$

Brasage haute température:  $T_{liq} < 900 \text{ °C}$

Ce qui est déterminant pour le processus, c'est le bon choix du four à souder, en plus du bon choix du métal d'apport et éventuellement, du flux, ainsi que la propreté des surfaces. En addition aux procédés de soudage propres, le programme de Nabertherm comporte des fours destinés au procédé de préparation comme la métallisation des céramiques en tant que préparation au soudage des assemblages métal-céramique par exemple.

Les concepts de four qui suivent sont proposés pour le brasage:

- Soudage dans caisson de mise sous gaz dans un four chambre à convection forcée jusqu'à 850 °C sous atmosphère protectrice
- Soudage dans caisson de mise sous gaz dans un four chambre jusqu'à 1100 °C sous atmosphère protectrice
- Soudage dans four moufle étanche à paroi chaude de la ligne de produits NR/NRA, sous gaz protecteur ou réactif jusqu'à 1100 °C
- Soudage dans four moufle étanche à paroi froide de la ligne de produits VHT, sous gaz protecteur, gaz réactif ou sous vide jusqu'à 2200 °C
- Soudage dans bain de sel jusqu'à une température du bain de sel 1000 °C
- Soudage ou métallisation dans four tubulaire jusqu'à 1800 °C, sous gaz protecteur, gaz réactif ou sous vide jusqu'à 1400 °C

A Lilienthal au centre d'essai de Nabertherm, une série de fours représentatifs sont à la disposition des clients pour leurs essais. Nous définissons volontiers avec vous le modèle de four approprié à votre application.

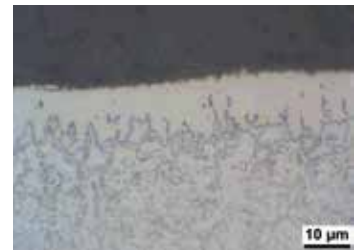
**MIM - Moulage par injection de poudre métallique**

Ce procédé est fondé sur le même principe que le moulage par injection de pièces en matière plastique. Dans le procédé MIM, une charge métallique, qui est un mélange de poudre métallique avec un liant, est fabriquée à l'aide d'une machine équipée d'un système d'injection et d'un moule. Il en résulte ce que l'on appelle un corps vert qui n'a pas encore sa forme et sa densité définitive.

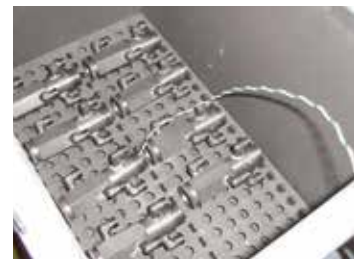
Au cours de la première étape de déliantage qui se fait soit sous atmosphère neutre pour les pièces métalliques, soit sous hydrogène ou bien par processus catalytique sous atmosphère à l'acide nitrique azoté, le corps vert perd une grande partie de son liant.

Au cours du processus de frittage qui suit et qui se fait également en atmosphère protectrice, gaz réactif ou sous vide d'air, la pièce brune obtenue est frittée pour obtenir une forme définitive. Dans la plupart des cas, la pièce n'a plus besoin d'être usinée.

Nabertherm propose une vaste sélection de fours de déliantage et de frittage pour pièces MIM.



Détail d'une section métallographique d'un acier à outils pour travail à chaud et boruré dans la poudre



Soudobrasage dans caisson de mise sous gaz



Four moufle étanche NRA 40/02 CDB avec bac de rétention pour la pompe à acide



Four moufle étanche VHT 40/16-MO H<sub>2</sub> avec équipement pour hydrogène en version automatique