

Metallurgie des poudres

Description du procédé Micro-Melt®

Questions les plus habituelles concernant la métallurgie des poudres

1 Q: Qu'est-ce que la métallurgie des poudres?

R: La métallurgie des poudres est la fabrication de métaux à partir de poudres métalliques atomisées.

2 Q: Comment sont produits les aciers et alliages issus de la métallurgie des poudres vendus par L. Klein SA?

R: Tous les aciers et alliages issus de la métallurgie des poudres vendus par L. Klein SA, sont fabriqués par Carpenter Technology Corp., Wyomissing, PA, USA, selon leur procédé Micro-Melt®.

3 Q: Qu'est-ce que le procédé Micro-Melt® ?

R: Le procédé Micro-Melt® comporte 3 opérations principales:

I. La fusion élaboration sous vide VIM (Vacuum Induction Melting) de l'acier ou alliage ;
II. L'atomisation par jet de gaz (Gas Atomization) ;
III. La consolidation primaire par pressage à chaud HIP (Hot Isostatic Pressing).

4 Q: Quels sont les avantages d'une élaboration sous vide?

R: La fusion sous vide VIM permet d'élaborer des aciers parfaitement dégazés, propres et de compositions contrôlées avec précision.

5 Q: Qu'est-ce que l'atomisation au gaz (Gas Atomization) ?

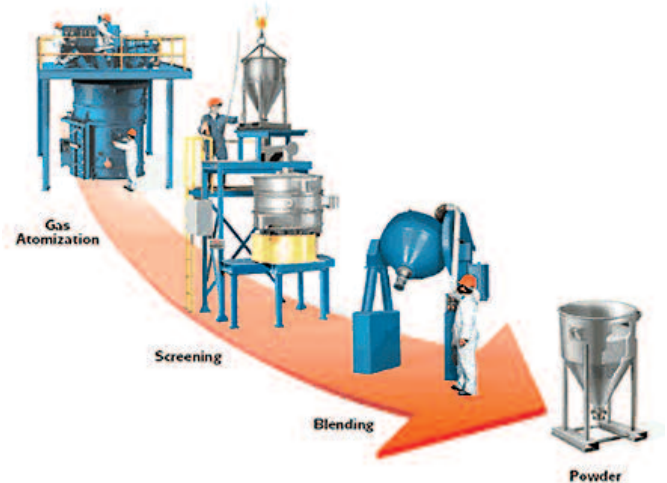
R: L'atomisation au gaz se fait par l'éclatement d'une colonne de métal liquide sous l'impact d'un jet de gaz d'azote à haute pression. Il se forme des gouttelettes sphériques de métal liquide qui cristallisent sous forme de particules individuelles, sans former d'agglomérats entre elles.

6 Q: Est-ce que l'homogénéité de la composition des poudres atomisées est assurée ?

R: Oui, car chaque particule cristallisée sous la forme d'un grain de poudre métallique, représente un micro lingot de la charge du métal fondu. Tous ont une composition absolument identique.

7 Q: Quelle est la granulométrie des poudres métalliques atomisées (Screening) ?

R: Les particules atomisées, refroidies dans la tour de refroidissement de l'installation d'atomisation, sont collectées et conservées sous protection d'azote jusqu'au tamisage à 125 µm (120 mesh).



8 Q: Quel est le spectre granulométrique des poudres métalliques Micro-Melt® tamisées ?

R: Il s'étend de 0 à 125 µm. La taille moyenne d'une particule ou grain métallique est de 47 µm. C'est-à-dire que 50% du volume et poids de la poudre est constitué de particules plus grandes ou plus petites que 47 µm.

9 Q: Comment est-ce que la reproductibilité de la composition des produits finaux livrés est assurée (Blending) ?

R: Les poudres tamisées de plusieurs charges VIM sont mélangées pour obtenir une composition finale très précise et reproductible dans des fourchettes de l'ordre de 2 à 3 fois plus étroites qu'avec d'autres procédés.

10 Q: Comment l'homogénéité du spectre granulométrique est-elle garantie (Blending) ?

R: L'opération de mélange des poudres garantit la répartition et la distribution homogène des particules de diverses tailles formant le spectre granulométrique de la poudre métallique utilisée.

11 Q: Comment les poudres sont-elles protégées ?

R: Les poudres sont maintenues sous atmosphère de protection.

Metallurgie des poudres

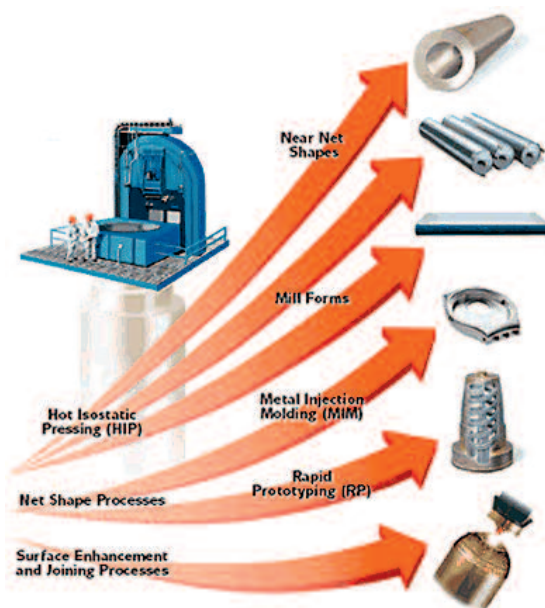
Description du procédé Micro-Melt®

12 Q: Qu'est-ce qu'une capsule HIP (Hot Isostatic Pressing) ?

R: Une capsule HIP est une boîte en acier soudé de composition compatible avec l'alliage à presser à chaud et qui sera remplie avec le mélange de poudres métalliques de l'alliage à presser.

13 Q: Comment se fait le remplissage des capsules HIP (Powder) ?

R: Le remplissage est fait sur une table vibrante. Les poudres sont légèrement chauffées afin d'éviter toute contamination et condensation avant et durant le remplissage des capsules HIP. La densité tassée de remplissage est de 70-72%, donc près de la densité théorique de 74%. Durant leur remplissage, les capsules sont maintenues constamment sous vide, puis soudées hermétiquement sous-vide.



14 Q: Qu'est-ce que le pressage à chaud HIP (Hot Isostatic Pressing) ?

R: Les capsules HIP sont placées dans un autoclave mis à la pression de pressage à l'aide d'un gaz inerte. Elle est supérieure à la limite élastique à chaud du métal à presser. Puis, les capsules sont portées à la température de pressage durant un temps assez long pour assurer la fermeture totale de tous les pores par pressage et par soudage par diffusion. La densité finale garantie est de 100% dans chaque cas.

Cette opération est la dernière du procédé Micro-Melt® proprement dit.

15 Q: Comment se distingue le procédé HIP des autres procédés de la métallurgie des poudres (Near Net Shape) ?

R: Le procédé HIP est le seul procédé de consolidation de poudres métalliques permettant d'atteindre la densité effective de 100%. Tous les autres procédés conservent une porosité résiduelle allant par exemple de 0.2 à 2.0% dans le cas du MIM (Metal Injection Molding) et jusqu'à 5% ou plus pour le frittage classique, le RP (Rapid Prototyping) et les autres techniques de PT (Printing technology).

16 Q: Est-ce que des opérations secondaires de déformation à chaud et à froid peuvent encore réduire les porosités résiduelles des produits frittés conventionnels ?

R: En principe oui. Des opérations de déformation plastiques subséquentes à chaud ou à froid, comme le forgeage p. ex., le permettent. Par contre, elles ne permettent que rarement de garantir leur élimination totale.

17 Q: Quelles sont les transformations à chaud subséquentes des lingots pressés HIP (Mill Forms) ?

R: Le laminage à chaud primaire est fait jusqu'aux dimensions des billettes utilisées pour la production de fils machine. Ensuite, celles-ci sont laminées à chaud aux dimensions des fils machine désirées. Dans le cas d'un fil machine de 5.5 mm, la réduction totale de la section à chaud est d'environ 1'900.

18 Q: Comment se fait la transformation à froid des fils et barres de décolletage (Mill Forms) ?

R: La transformation à froid se fait par étirage avec recuits intermédiaires si nécessaire. Pour des fils de 2.5 mm, la réduction totale à froid est, après apprêtage éventuel des fils machine ou des fils étirés en cours de leur fabrication, de grosso modo 4 dans ce cas.

19 Q: Quelles sont les réductions totales des fils et barres à leur état final (Mill Forms) ?

R: Les réductions de section cumulées des déformations à chaud et à froid sont d'approximativement 7'000 dans le cas de fils ou de barres de 2.5 mm et d'environ 60'000 pour des fils de 1mm.

20 Q: Est-ce que le procédé Micro-Melt® est utilisé pour d'autres produits que les fils et les barres (Mill Forms) ?

R: Oui, pour la fabrication d'aciers et d'alliages sous forme de bandes, comme l'acier inoxydable martensitique CHRONIFER® M-15X par exemple.

Micro-Melt reg. U.S. Pat. & Tm. Office to CRS Holdings, Inc., a subsidiary of Carpenter Technology Corporation www.carttech.com. Images courtesy of Carpenter Powder Products, Bridgeville