

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②①

N° 80 05954

⑤④ Procédé de fabrication de pièces à partir de poudres métalliques, frittées à basse température.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). B 22 F 3/12 // F 16 C 17/00.

②② Date de dépôt..... 12 mars 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 38 du 18-9-1981.

⑦① Déposant : ALLIAGES FRITTES SA, résidant en France.

⑦② Invention de : Louis Pleney.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Léon Séraphin, Pechiney Ugine Kuhlmann,
28, rue de Bonnel, 69433 Lyon Cedex 03.

PROCEDE DE FABRICATION DE PIECES A PARTIR DE POUDRES
METALLIQUES

La présente invention se situe dans le domaine de la fabrication de pièces
5 frittées de grande précision à partir de poudres métalliques et,
plus particulièrement, de coussinets auto-lubrifiants.

On sait que la méthode classique de fabrication de pièces frittées précises (coussinets par exemple), comporte en général les opérations suivantes :
10

- mélange de poudres initiales,
- compression à froid,
- frittage à chaud sous gaz protecteur (ou sous vide),
- calibrage par compression à froid,
- 15 - éventuellement, imprégnation sous vide par un lubrifiant liquide.

Cette méthode présente l'inconvénient d'opérations multiples dont l'une, le frittage, s'effectue à une température relativement élevée ; par
20 exemple, pour les pièces à base de fer, le frittage s'effectue généralement dans une gamme de températures allant de 900 à 1200°C, sous gaz réducteur (hydrogène, ammoniac craqué, gaz exothermique ou endothermique); pour les pièces à base de bronze, le frittage s'effectue entre 750 et 820°C sous les mêmes gaz réducteurs.

25 Il en résulte une grande consommation d'énergie et, de plus, les pièces sont déformées lors de cette opération thermique, ce qui impose le calibrage à froid, en général à la presse, pour obtenir les tolérances requises.

30 Dans le domaine des coussinets auto-lubrifiants, les caractéristiques de fonctionnement sont données par le produit P.V. (produit de la pression P qui s'exerce sur le coussinet par la vitesse circonférentielle de l'arbre). Les coussinets frittés classiques ont des P.V. généralement limités à 20
35 quand P est exprimé en daN/cm² et V en mètres/seconde.

-Nous rappelons que $P = F/\text{diamètre de l'alésage} \times \text{longueur du coussinet}$,

-2-

F étant la force radiale appliquée en daN,
le diamètre de l'alésage et la longueur du coussinet étant
exprimés en cm, et V est égal à :

$$V = \frac{\pi \varnothing \omega}{60}$$

5

où $\varnothing$ est le diamètre de l'arbre (en mètres)
 ω le nombre de tours/min. de l'arbre.

10 La demanderesse a trouvé qu'il était possible de conserver l'état de
surface et la précision dimensionnelle des pièces telles qu'elles résultent
de la compression à froid initiale en introduisant dans le mélange
de poudres à fritter, jusqu'à 10 % en poids d'un métal ou alliage fusible,
type brasure tendre, dont la température de fusion θ_f soit comprise entre
80°C et 400°C environ.

15

Dans ce cas, l'opération de frittage est effectuée au voisinage immédiat
de la température de fusion (θ_f) de cette addition et, de préférence, légèrement
au-dessus, dans l'air ou sous gaz réducteur ou inerte.

20 La durée de frittage peut varier de 5 minutes à 3 heures suivant la nature
de l'addition.

25 Les pièces conservent alors leur géométrie initiale et la légère oxydation
superficielle, qui a lieu dans l'air, n'est en général pas nuisible à l'emploi
ultérieur des pièces obtenues. Dans le cas des coussinets, cette oxydation
superficielle est même favorable car elle en abaisse le coefficient
de frottement.

30 Les métaux ou alliages fusibles peuvent être choisis entre autres parmi le
groupe des métaux tels que Sn, Ga, Bi, Pb, In, Zn, Cd, Sb, etc... ou leurs
alliages ayant un point de fusion inférieur à 400°C.

35 Cette méthode permet également l'introduction dans le mélange initial de
poudres de lubrifiants solides (graphite, plomb et sels de Pb, fluorure
de graphite, etc...). Par ailleurs, la température de frittage relativement
basse permet d'ajouter des lubrifiants solides tels que le bisulfure
ou le bisélénium de Mo, le bisulfure ou le bisélénium de W, le polyté-

trafluoroéthylène ou ses dérivés qui seraient modifiés (par exemple oxydés) ou décomposés à la température "normale" de frittage suivant le procédé classique.

- 5 La méthode selon l'invention consiste donc à
- mélanger les poudres initiales contenant au moins un métal ou alliage fusible ($80^{\circ}\text{C} \leq \theta_f \leq 400^{\circ}\text{C}$) jusqu'à 10 % en poids,
 - comprimer à froid,
 - 10 - fritter à une température voisine ou légèrement supérieure à θ_f .

Cette méthode apporte donc, par rapport à la méthode classique, des économies d'énergie et de gaz réducteur, une simplification de la gamme
 15 opératoire par suppression du calibrage à froid, une diminution des investissements nécessaires à la fabrication, la possibilité d'introduire des lubrifiants solides dans la structure des pièces, et permet d'obtenir des produits plus performants. Les P.V. maxima obtenus sur les coussinets selon l'invention sont, en effet, de l'ordre de 40, alors que les P.V. maxima sont de l'ordre de 20 pour les coussinets classiques.

Les exemples ci-après, non limitatifs du domaine protégé, illustrent les propriétés obtenues sur un coussinet fabriqué selon la méthode décrite ci-dessus :

25

EXEMPLE I

On a mélangé au mélangeur mécanique de la poudre de fer ayant une taille moyenne de 100 μm (30 à 150 μm environ) avec 1 % en poids de poudre d'étain de granulométrie < 60 μm (taille moyenne 30 μm), et 1 % en poids
 30 d'un lubrifiant classique de compression (ACRAWAX).

Ce mélange a été comprimé à froid à une masse spécifique de 6,1 g/cm³, sous forme d'un coussinet cylindrique de dimensions suivantes :

35 $\varnothing$ int. = 20 mm
 $\varnothing$ ext. = 25 mm
 longueur = 25 mm

Celui-ci a été fritté à l'air, à 300°C, pendant 1 heure et imprégné d'huile Shell Tellus S 100 sous vide pendant 1 heure.

Les tolérances dimensionnelles obtenues après frittage répondent aux exigences de la classe 6 selon la norme dimensionnelle internationale ISO ce qui correspond à 13 μm pour les cotes diamétrales, dans le cas du coussinet cité plus haut. Ce coussinet auto-lubrifié a été essayé dans un palier soumis à une charge radiale de 32 daN à une vitesse de rotation de l'arbre de 6000 t/min., soit dans des conditions correspondant à un P.V. = 40 (daN/cm² x m/sec.) avec des cycles successifs de fonctionnement et arrêt (45 sec. + 15 sec. respectivement).

Le coussinet selon l'invention a duré plus de 500 h. sans défaillance alors qu'un coussinet en fer auto-lubrifié, fabriqué selon la méthode classique, gripe rapidement (durée de vie < 50 h. environ) dans les mêmes conditions de P.V.

EXEMPLE 2

On a mélangé au mélangeur mécanique de la poudre de fer (de taille de grain : 100 μm moyen) avec 0,7 % de poudre d'étain (grain moyen : 30 μm) et 0,3 % de poudre de plomb (grain moyen $\approx$ 20 μm) et 1 % d'un lubrifiant classique de compression (ACRAWAX). Ce mélange a été comprimé à froid à une masse spécifique voisine de 5,3 g/cm³, sous la forme d'un coussinet cylindrique dont les dimensions sont les suivantes :

$\varnothing$ int.	=	20 mm
$\varnothing$ ext.	=	25 mm
longueur	=	25 mm

Ce coussinet a été fritté à l'air à 290°C pendant 1/2 heure et imprégné d'huile Shell Tellus S 100 sous vide pendant environ 1 h. Il a été essayé dans un palier soumis à une charge radiale de 32 daN à une vitesse de rotation de l'arbre de 3000 t/min., soit dans des conditions correspondant à un P.V. = 20 (daN/cm² x m/sec.) avec des cycles successifs de fonctionnement et arrêt (45 sec. + 15 sec. respectivement). Le coussinet selon l'invention a duré plus de 500 h. sans défaillance, la température du palier en fonctionnement n'étant que de 55°C alors qu'avec un coussinet classique, la température du palier, dans les mêmes conditions, est de l'ordre de 80°C.

Cette différence de température de palier, en régime, est l'indice d'un meilleur coefficient de frottement du coussinet selon l'invention par rapport au coussinet classique.

Le même coussinet essayé dans des conditions de fonctionnement du palier correspondant à un P.V. = 30 (daN/cm² x m/sec.) avec une charge de 48 daN et une vitesse de rotation de l'arbre de 3000 t/min., et toujours en cycles marche-arrêt, a conduit à une température de régime du palier de 5 l'ordre de 60°C. Pour un coussinet classique, la température de régime du palier, dans les mêmes conditions, aurait été de 90 à 100°C, ce qui constitue une température limite pour la résistance à l'oxydation de la plupart des huiles utilisées dans les coussinets actuels et, de ce fait, en interdit l'usage dans des conditions acceptables de sécurité de fonc-
10 tionnement.

Le facteur de rupture K du coussinet selon l'invention, facteur défini par :

$$15 \quad K = \frac{\text{Charge de rupture} \times (\varnothing \text{ extérieur} - \text{épaisseur})}{(\text{en daN/mm}^2) \quad \text{longueur} \times (\text{épaisseur})^2}$$

varie de 5 à 14 daN/mm² selon la masse spécifique du coussinet et le métal ou alliage fusible utilisé.

20 Il est, par exemple, égal à 10 daN/mm² pour un coussinet Fer/Sn à 1 % de Sn dont la masse spécifique est de 6,1 g/cm³ après frittage ; cette masse spécifique correspond à une porosité ouverte de 22 %.

REVENDICATIONS

- 1/ - Procédé de fabrication de pièces métalliques, et plus particulièrement de coussinets auto-lubrifiants, à partir de poudres, caractérisé en ce que :
- 5 a) on mélange les poudres initiales, ce mélange contenant jusqu'à 10 % en poids d'au moins un métal ou alliage fusible dont la température de fusion (θ_f) est comprise entre 80 et 400°C,
- b) on comprime à froid ces poudres, sous forme de pièce,
- 10 c) on fritte cette pièce à une température voisine de θ_f et, de préférence, supérieure à cette température,
- d) on imprègne éventuellement la pièce frittée d'un lubrifiant liquide.
- 2/ - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une poudre
- 15 lubrifiante solide est incorporée au mélange initial.
- 3/ - Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le frittage est effectué à l'air.
- 20 4/ - Procédé suivant l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le frittage est effectué sous gaz réducteur ou sous gaz inerte.
- 5/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le frittage est effectué entre 5 minutes et 3 heures.
- 25 6/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la poudre lubrifiante est constituée de bisulfure ou bisélénium de molybdène.
- 30 7/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la poudre lubrifiante est constituée de bisulfure ou bisélénium de tungstène.
- 8/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce
- 35 que la poudre lubrifiante est du polytétrafluoroéthylène (PTFE) ou l'un de ses dérivés.
- 9/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce

que la poudre lubrifiante est du plomb ou un sel de plomb.

10/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la poudre lubrifiante est du graphite ou du fluorure de graphite.