



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: B 32 B 15/00  
 B 32 B 7/00  
 B 30 B 3/00

**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

**⑫ FASCICULE DU BREVET A5**

⑪

**640 177**

②① Numéro de la demande: 6685/80

②② Date de dépôt: 05.09.1980

③③ Priorité(s): 07.09.1979 FR 79 22444

②④ Brevet délivré le: 30.12.1983

④⑤ Fascicule du brevet  
publié le: 30.12.1983

⑦③ Titulaire(s):  
 Union Sidérurgique du Nord et de l'Est de la  
 France "USINOR", Paris 9e (FR)

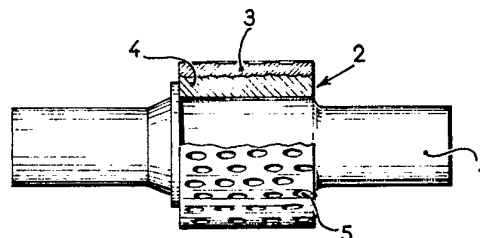
⑦② Inventeur(s):  
 Jean-Claude Werquin, Ronchain (FR)  
 Jean Quichon, Paris (FR)

⑦④ Mandataire:  
 Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich

**⑤④ Cylindre composite de compactage.**

⑤⑦ Ce cylindre composite pour machine à compacter comprend un arbre (1) et une enveloppe (2) frettée sur cet arbre. Ladite enveloppe (2) est elle-même composite et comprend une première couche externe (3) d'un premier matériau A, une deuxième couche interne (4) d'un second matériau B possédant un coefficient de dilatation linéaire supérieur à celui du matériau A. Les matériaux de ces deux couches (3, 4) étant liés métallurgiquement entre eux, préalablement au frettage, de façon à placer le matériau A en précontrainte de compression. La valeur de cette précontrainte de compression est au moins égale à la contrainte de traction engendrée lors du frettage de l'enveloppe composite (2) sur l'arbre (1).

Ce cylindre composite de compactage offre des caractéristiques de tenue et de résistance très sensiblement améliorées par rapport aux cylindres connus.



## REVENDEICATIONS

1. Cylindre composite de compactage comprenant un arbre et une enveloppe frettée sur cet arbre, caractérisé en ce que ladite enveloppe (2) est elle-même composite et comprend une première couche externe (3) d'un premier matériau (A), une deuxième couche interne (4) d'un second matériau (B) possédant un coefficient de dilatation linéaire supérieur à celui du matériau (A), les matériaux de ces deux couches étant liés métallurgiquement entre eux, préalablement au frettage, de façon à placer le matériau (A) en précontrainte de compression, la valeur de cette précontrainte de compression étant au moins égale à la contrainte de traction engendrée lors du frettage de l'enveloppe composite sur l'arbre.

2. Cylindre composite suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau (A) est choisi dans le groupe comprenant:

a) une fonte à haute teneur en chrome et en carbone ayant la composition suivante:

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
2,0	0,40	0,40	12	0,50	0,5
3,5	1,00	2,00	25	1,50	3,5

b) un acier à haute teneur en chrome ayant la composition suivante:

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Va
0,20	0,40	0,40	3	0,50	0,50	0,10
1,50	1,50	2,00	14	2,00	1,50	0,50

3. Cylindre composite suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau (B) est choisi dans le groupe comprenant:

a) de la fonte nodulaire de type GS 70.2, selon la norme française NFA 32.201, ayant la composition suivante:

C	Si	Mn	Ni
3,00	1,50	0,40	0,50
3,40	2,50	0,80	2,00

b) un acier de type XC 40 à XC 70 normalisé revenu, selon la norme française NFA 32.054.

4. Cylindre suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la couche externe (3) a une épaisseur supérieure à 25 mm.

5. Cylindre suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la couche interne (4) a une épaisseur supérieure à 35 mm.

6. Cylindre suivant les revendications 4 et 5, caractérisé en ce que l'enveloppe composite (2) a une épaisseur comprise entre 60 et 150 mm.

7. Procédé de fabrication d'un cylindre composite de compactage suivant la revendication 1, dans lequel on frette une enveloppe sur un arbre, caractérisé en ce qu'on coule tout d'abord par centrifugation une enveloppe composite en choisissant pour la couche interne, coulée en second, un matériau dont le coefficient de dilatation linéaire est supérieur à celui du matériau de la couche externe, on engendre ainsi dans la couche externe des contraintes de compression, de valeur déterminée fonction de la valeur des coefficients de dilatation respectifs desdits matériaux, puis on frette l'enveloppe composite sur l'arbre, cette opération de frettage engendrant dans l'enveloppe et en particulier dans la couche externe de cette enve-

loppe des contraintes de traction, la valeur des contraintes de compression étant choisie au moins égale à celle des contraintes de traction engendrées dans la couche externe.

La présente invention concerne un cylindre composite pour une machine à compacter.

On sait que de telles machines utilisent comme outils essentiels deux cylindres situés en vis-à-vis et dont la table de travail est couverte d'alvéoles dont la forme et la répartition sont déterminées en fonction de la nature du produit à compacter. Dans de telles machines, on part d'un produit brut en poudre ou formé d'un mélange de poudres de granulométrie variable que l'on presse entre les deux cylindres, de façon à obtenir à la sortie une plaque qui se brise facilement en morceaux et que l'on peut granuler. Cette technique s'applique notamment à des engrais, des minerais enrichis, de la poudre de fer préréduite, etc.

Les alvéoles prévus à la périphérie des cylindres ont un rôle essentiel dans la qualité et la régularité du compactage. Leur usure excessive conduit à une mauvaise répartition des pressions et à des glissements parasites qui ont pour conséquence des vibrations mécaniques préjudiciables à la bonne tenue des paliers. Il est donc essentiel que ces alvéoles aient une bonne tenue et, par conséquent, que les tables des cylindres aient elles-mêmes une excellente résistance.

Ces conditions de travail sont parfois aggravées par le fait que les produits à compacter sont portés à haute température, ce qui provoque des phénomènes de fatigue thermique se traduisant par un réseau de fissuration couvrant toute la surface de travail du cylindre.

Or, ces cylindres sont réalisés sous forme composite et constitués d'un arbre et d'un anneau frettés. Une telle conception est économique, car elle permet le remplacement de la seule partie usée, c'est-à-dire de la frette, l'arbre pouvant par contre être réutilisé indéfiniment. Cependant, le frettage conduit à la mise sous contrainte de traction tangentielle de l'anneau, de sorte que des entailles peuvent se former à partir des fissures d'origine thermique et aboutir au bris de la frette.

Lors de la fabrication de tels cylindres, on doit également tenir compte d'un autre facteur, qui est celui de la résistance à l'abrasion et de la résistance aux chocs. Pour résister à l'abrasion, il est souhaitable que la phase carbure soit abondante, ce qui va cependant à l'encontre des objectifs recherchés dans le frettage.

Il y a donc là une difficulté importante, et le but de cette invention est de réaliser un cylindre composite de compactage qui offre des caractéristiques de tenue et de résistance très sensiblement améliorées par rapport aux cylindres connus.

Le cylindre composite de compactage suivant l'invention, comprenant un arbre et une enveloppe frettée sur cet arbre, est caractérisé en ce que ladite enveloppe est elle-même composite et comprend une première couche externe d'un premier matériau A, une deuxième couche interne d'un second matériau B possédant un coefficient de dilatation linéaire supérieur à celui du matériau A, les matériaux de ces deux couches étant liés métallurgiquement entre eux, préalablement au frettage, de façon à placer le matériau A en précontrainte de compression, la valeur de cette précontrainte de compression étant au moins égale à la contrainte de traction engendrée lors du frettage de l'enveloppe composite sur l'arbre.

La réalisation de l'enveloppe sous forme composite permet de choisir pour le matériau de la table ou couche externe du cylindre des compositions de fonte ou d'acier dont les caractéristiques sont optimales dans l'application considérée.

C'est ainsi que pour ce matériau A on utilisera de préférence:

a) des fontes à haute teneur en chrome et en carbone comportant par exemple de 2 à 3,5% de carbone et de 12 à 25% de chrome, ou bien

b) des aciers à haute teneur en chrome comprenant par exemple de 0,2 à 1,5% de carbone et de 3 à 14% de chrome.

Par contre, on pourra utiliser pour le matériau B une fonte nodulaire comprenant de 3 à 3,4% de carbone ou de l'acier de type XC 40 à XC 70 normalisé revenu, selon la norme française NFA 32.054 (mai 1978) relative à des aciers moulés de construction non alliés et faiblement alliés aptes au traitement thermique.

L'invention va être décrite plus en détail ci-dessous en se référant au dessin annexé, donné à titre d'exemple, dont la figure unique représente de façon schématique un cylindre suivant l'invention.

On voit sur cette figure un cylindre composite de compactage comprenant un arbre central 1 sur lequel est frettée une enveloppe 2, elle-même constituée par deux couches 3, 4 de matériaux A et B. La couche 3 peut avoir une épaisseur supérieure à 25 mm, la couche 4 une épaisseur supérieure à 35 mm, l'épaisseur de l'ensemble de l'enveloppe étant de préférence comprise entre 60 et 150 mm.

Cette enveloppe est de préférence réalisée par centrifugation. La couche externe du matériau A, qui assure les fonctions de résistance à l'usure et de résistance à la fatigue thermique et comporte des alvéoles 5, est choisie de façon à répondre au mieux à cette fonction. C'est ainsi que l'on utilise de préférence pour le matériau A :

a) une fonte à haute teneur en chrome et en carbone ayant la composition suivante :

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
2,0	0,40	0,40	12	0,50	0,5
3,5	1,00	2,00	25	1,50	3,5

b) un acier à haute teneur en chrome ayant la composition suivante :

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Va
0,20	0,40	0,40	3	0,50	0,50	0,10
1,50	1,50	2,00	14	2,00	1,50	0,50

Les coefficients de dilatation des matériaux A sont compris entre  $11,7$  et  $12,7 \cdot 10^{-6}$  mm/mm°C.

Le choix de la teneur en carbone détermine la quantité de carbure présente dans la structure du matériau A, et est donc conditionné par l'intensité des mécanismes d'abrasion mis en jeu lors de l'utilisation du cylindre. Par ailleurs, le choix de la teneur en chrome

est conditionné par l'intensité des mécanismes de corrosion et par l'adaptation des coefficients de dilatation des deux métaux. D'une façon générale, le coefficient de dilatation diminue quand la teneur en chrome augmente. La teneur maximale en chrome est donc limitée par l'apparition de l'austénite résiduelle qui présente le double inconvénient de diminuer la résistance à l'usure et d'augmenter le coefficient de dilatation. La valeur maximale de la teneur en chrome dépend également de la teneur en carbone. Cette dernière est limitée à 3,5, de façon à éviter les structures hypereutectiques qui présentent une plus grande fragilité.

Le matériau B de la couche interne est lié métallurgiquement au matériau A et présente un coefficient de dilatation linéaire supérieur à celui du matériau A. Ce matériau possède essentiellement des propriétés d'élasticité et de résilience et peut être constitué de préférence par :

a) de la fonte nodulaire de type GC 70.2, selon la norme française NFA 32.204, ayant la composition suivante :

C	Si	Mn	Ni
3,00	1,50	0,40	0,50
3,40	2,50	0,80	2,00

b) un acier de type XC 40 à XC 70 normalisé revenu, selon la norme française NFA 32.054.

Les coefficients de dilatation des matériaux B sont alors compris entre  $13,5$  et  $14,2 \cdot 10^{-6}$  mm/mm°C, soit sensiblement supérieurs à ceux des matériaux A.

Lors de la fabrication de cette enveloppe bimétallique, la couche externe est mise en précontrainte de compression et les couples de matériaux A et B sont choisis de façon que la valeur de cette précontrainte de compression soit au moins égale à la contrainte de traction engendrée dans l'enveloppe lors du frettage sur l'arbre 1. Cette contrainte de traction se trouve ainsi annulée, de sorte que la tenue du matériau constituant la couche externe est sensiblement améliorée. On peut ainsi choisir pour ce matériau une composition de métal relativement riche en carbure qui procure une résistance particulièrement élevée à l'abrasion, la teneur en chrome étant par ailleurs suffisante pour garantir une excellente tenue vis-à-vis des contraintes d'origine thermique.

On voit donc que la structure du cylindre selon l'invention et son procédé de fabrication, alliant la coulée par centrifugation et le frettage, permettent de façon surprenante de concilier des impératifs a priori opposés, ou supposés tels, dans la technique antérieure.

