

(12) **NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN**

(45) Date de publication du nouveau fascicule du brevet:
13.09.89

(51) Int. Cl.⁴: **B 30 B 11/16 //**
B21B27/00

(21) Numéro de dépôt: **80401261.5**

(22) Date de dépôt: **04.09.80**

(54) **Cylindre composite de compactage.**

(30) Priorité: **07.09.79 FR 7922444**

(43) Date de publication de la demande:
18.03.81 Bulletin 81/11

(45) Mention de la délivrance du brevet:
15.02.84 Bulletin 84/7

(45) Mention de la décision concernant l'opposition:
13.09.89 Bulletin 89/37

(84) Etats contractants désignés:
AT DE NL

(56) Documents cités:
DE-A-2 415 044
FR-A-2 061 701
US-A-3 775 820

IRON AND STEEL ENGINEER, vol. 54, no. 9,
septembre 1977, Pittsburgh US Y. SEKIMOTO:
"Composite sleeved rolls reduce cost and improve
productivity in H-beam mills", pages 64-69
"New Strip and Platemill Rolls with Superior
Performance: "Bofors Akers février 79, pages 5 à 13
"Cast iron and Cast Steel Rolls" Bofors-Akers
pages F5 à F10 - 1976

Le dossier contient des informations techniques
présentées postérieurement au dépôt de la
demande et ne figurant pas dans le présent
fascicule.

(73) Titulaire: **UNION SIDERURGIQUE DU NORD ET
DE L'EST DE LA FRANCE** par abréviation
"USINOR", La Défense 9, 4, place de la
Pyramide, F-92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeur: **Werquin, Jean- Claude, 342, avenue
Jean- Jaurès, F-59790 Ronchain (FR)**
Inventeur: **Quichon, Jean, 93, rue Jeanne d'Arc,
F-75013 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Moncheny, Michel, c/o Cabinet
Lavoix 2 Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris
Cedex 09 (FR)**

EP 0 025 394 B2

Description

La présente invention concerne les cylindres utilisés notamment dans des machines à compacter ou applications analogues.

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.

Ainsi l'article de la revue Iron and Steel Engineer, volume 54, n° 9, Septembre 1977, Y. Sekimoto: "Composite sleeved rolls reduce cost and improve productivity in H-beam mills", pages 64-69, ayant servi de base pour le préambule de la revendication, décrit l'utilisation pour des cylindres composites pour laminoirs à poutrelles, d'une enveloppe composite obtenue par centrifugation et frettée sur un arbre, l'enveloppe composite comprenant une première couche externe d'un premier matériau A en alliage ferreux résistant à l'abrasion et une deuxième couche interne d'un second matériau B également en alliage ferreux, les matériaux de ces couches étant liés métallurgiquement entre eux préalablement au frettage. Aucune indication plus précise n'est cependant fournie quant à la nature des divers matériaux constituant l'enveloppe frettée.

Lors de la fabrication de cylindres pour compactage, 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 une difficulté et le but de cette invention est de réaliser un cylindre pour machine à compacter ou applications analogues qui offre des caractéristiques de tenue et de résistance très sensiblement améliorées par rapport aux cylindres connus.

L'invention a donc pour objet un cylindre composite comprenant un arbre et une enveloppe (2), elle-même composite réalisée par centrifugation et frettée sur cet arbre, la dite enveloppe (2) comprenant une première couche externe (3) d'un premier matériau A en alliage ferreux résistant à l'abrasion et une deuxième couche interne (4) d'un second matériau B également en alliage ferreux, les matériaux de ces couches étant liés métallurgiquement entre eux, préalablement au frettage, caractérisé en ce que le cylindre composite est un cylindre de compactage dont la couche externe (3) comporte des alvéoles (5), la couche externe (3) a une épaisseur supérieure à 25 mm, la couche interne (4) a une épaisseur supérieure à 35 mm, l'épaisseur totale de l'enveloppe étant comprise entre 60 et 150 mm, et en ce que le second matériau B possède un coefficient de dilatation linéaire supérieur à celui du matériau A de façon à placer le matériau A en précontrainte de compression préalablement au frettage, 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, le matériau A étant 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
à	à	à	à	à	à
3,5	1,00	2,00	25	1,50	3,5

b - ou bien 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
à	à	à	à	à	à	à
1,50	1,50	2,00	14	2,00	1,50	0,50

le matériau B étant choisi dans le groupe comprenant:

a - de la fonte modulaire type GS.70.2 ayant la composition suivante:

5	<u>C</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Ni</u>
	3,00	1,50	0,40	0,50
	à	à	à	à
	3,40	2,50	0,80	2,00

10 b - ou bien un acier de type XC 40 à XC 70 normalisé revenu.

La structure de l'enveloppe précédemment définie permet de résoudre les problèmes de contrainte de traction tangentielle qui apparaissent lors du fretage et conduisent à des entailles qui se forment à partir des fissures d'origine thermique engendrées sur la surface extérieure de la frette. En effet, la mise en précontrainte de compression du matériau A constituant la couche externe de l'enveloppe permet de compenser et au-delà la contrainte de traction qui sera engendrée lors du fretage de l'enveloppe composite sur l'arbre et ainsi d'annuler la tendance à la formation d'entailles.

Cette structure particulière due au choix des coefficients de dilatation linéaire respectifs des matériaux A et B constitue l'aspect essentiel de la présente invention qui n'est nullement suggéré dans la technique antérieure.

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

On voit sur cette Fig. un cylindre composite 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 a une épaisseur supérieure à 25 mm, la couche 4 une épaisseur supérieure à 35 mm, l'épaisseur de l'ensemble de l'enveloppe étant comprise entre 60 et 150 mm.

25 Cette enveloppe est 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 pour le matériau A:

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

<u>C</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Cr</u>	<u>Ni</u>	<u>Mo</u>
2,0 à 3,5	0,40 à 1,00	0,40 à 2,00	12 à 25	0,50 à 1,50	0,5 à 3,5

35 b - ou bien un acier à haute teneur en chrome ayant la composition suivante:

<u>C</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Cr</u>	<u>Ni</u>	<u>Mo</u>	<u>Va</u>
0,20 à 1,50	0,40 à 1,50	0,40 à 2,00	3 à 14	0,50 à 2,00	0,50 à 1,50	0,10 à 0,50

40 Les coefficients de dilatation des matériaux A sont compris entre 11,7 et 12,7 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.

50 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 est constitué par:

a - de la fonte nodulaire type GS. 70.2 ayant la composition suivante:

55	<u>C</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Ni</u>
	3,00 à 3,40	1,50 à 2,50	0,40 à 0,80	0,50 à 2,00

b - ou bien un acier de type XC 40 à XC 70 normalisé revenu.

60 Les coefficients de dilatation des matériaux B sont alors compris entre 13,5 et 14,2 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 fretage sur l'arbre 1. Cette contrainte de traction se trouve ainsi annulée de sorte que la tenue de matériau constituant la

65

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.

- 5 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 suprenante de concilier des impératifs a priori opposés ou supposés tels dans la technique antérieure.

10

Revendication

- 15 Cylindre composite comprenant un arbre et une enveloppe (2), elle-même composite réalisée par centrifugation et frettée sur cet arbre, la dite enveloppe (2) comprenant une première couche externe (3) d'un premier matériau A en alliage ferreux résistant à l'abrasion et une deuxième couche interne (4) d'un second matériau B également en alliage ferreux, les matériaux de ces couches étant liés métallurgiquement entre eux, préalablement au frettage, caractérisé en ce que le cylindre composite est un cylindre de compactage dont la couche externe 3 comporte des alvéoles (5), la couche externe (3) a une épaisseur supérieure à 25 mm, la couche interne (4) a une épaisseur supérieure à 35 mm, l'épaisseur totale de l'enveloppe étant comprise entre 20 60 et 150 mm, et en ce que le second matériau B possède un coefficient de dilatation linéaire supérieur à celui du matériau A de façon à placer le matériau A en précontrainte de compression préalablement au frettage, 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, le matériau A étant choisi dans le groupe comprenant:

- 25 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
à	à	à	à	à	à
30 3,5	1,00	2,00	25	1,50	3,5

- b - ou bien 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
à	à	à	à	à	à	à
35 1,50	1,50	2,00	14	2,00	1,50	0,50

le matériau B étant choisi dans le groupe comprenant:

40

- a - de la fonte modulaire type GS.70.2 ayant la composition suivante:

C	Si	Mn	Ni
3,00	1,50	0,40	0,50
à	à	à	à
45 3,40	2,50	0,80	2,00

- b - ou bien un acier de type XC 40 à XC 70 normalisé revenu.

50

Patentanspruch

- 55 Verbundwalze mit einer Welle und einem Verbundmantel (2), der durch Zentrifugieren hergestellt und auf diese Welle aufgeschumpft ist, welcher Mantel (2) eine erste äußere Schicht (3) aus einem ersten Werkstoff A aus einer gegenüber dem Abrieb beständigen Eisenlegierung und eine zweite innere Schicht (4) aus einem zweiten Werkstoff B ebenfalls aus Eisenlegierung aufweist, wobei die Werkstoffe dieser Schichten vor dem Aufschumpfen metallurgisch untereinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet,
 60 daß die Verbundwalze eine Kompaktierwalze ist, deren äußere Schicht (3) Zellen (5) aufweist, die äußere Schicht (3) eine Dicke über 25 mm hat, die innere Schicht (4) eine Dicke über 35 mm hat, wobei die Gesamtdicke des Mantels zwischen 60 und 150 mm ist, und daß der zweite Werkstoff B einen höheren linearen Ausdehnungskoeffizient als den des Werkstoffs A derart hat, um den Werkstoff A vor dem Aufschumpfen unter Druckvorspannung zu setzen, wobei der Wert dieser Druckvorspannung mindestens gleich der beim Aufschumpfen des Verbundmantels auf die Welle erzeugten Zugspannung, ist wobei der Werkstoff A aus der Gruppe gewählt ist, die umfaßt:

65

EP 0 025 394 B2

a - ein Gußeisen mit hohem Gehalt an Chrom und an Kohlenstoff mit der folgenden Zusammensetzung:

	<u>C</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Cr</u>	<u>Ni</u>	<u>Mo</u>
	2,0	0,40	0,40	12	0,50	0,5
5	bis	bis	bis	bis	bis	bis
	3,5	1,00	2,00	25	1,50	3,5

b - oder auch einen Stahl mit hohem Gehalt an Chrom mit der folgenden Zusammensetzung:

10	<u>C</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Cr</u>	<u>Ni</u>	<u>Mo</u>	<u>Va</u>
	0,20	0,40	0,40	3	0,50	0,50	0,10
	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis
	1,50	1,50	2,00	14	2,00	1,50	0,50,

15

wobei der Werkstoff B aus der Gruppe gewählt ist, die umfaßt:

a - Kugelgraphitgußeisen - Typ GS.70.2 mit der folgenden Zusammensetzung:

20	<u>C</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Ni</u>
	3,00	1,50	0,40	0,50
	bis	bis	bis	bis
	3,40	2,50	0,80	2,00

25

b - oder auch einen normalgeglühten angelassenen Stahl des Typs XC 40 bis XC 70.

Claim

30

Composite cylinder comprising a shaft and a case (2), which is itself composite and produced by centrifuging and which is shrunk onto said shaft, said case (2) comprising a first outer layer (3) of a first material A consisting of an abrasion-resistant ferrous alloy and a second inner layer (4) of a second material B also of a ferrous alloy, the materials of said layers being metallurgically bonded together prior to shrinking,

35

characterized in that the composite cylinder is a compacting cylinder, whose outer layer (3) has cavities (5), the outer layer (3) has a thickness exceeding 25 mm, the inner layer (4) has a thickness exceeding 35 mm, the total case thickness being between 60 and 150 mm and in that the second material B has a linear expansion coefficient higher than that of material A, so as to place the material A under compressive prestress prior to shrinking, the value of said compressive prestress being at least equal to the tensile stress produced during the shrinking of the composite case onto the shaft, material A being chosen from the group including:

40

a - an iron with a high chromium and carbon content with the following composition:

45	<u>C</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Cr</u>	<u>Ni</u>	<u>Mo</u>
	2.0	0.40	0.40	12	0.50	0.5
	to	to	to	to	to	to
	3.5	1.00	2.00	25	1.50	3.5

b - or a steel with a high chromium content having the following composition:

50

	<u>C</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Cr</u>	<u>Ni</u>	<u>Mo</u>	<u>Va</u>
	0.20	0.40	0.40	3	0.50	0.50	0.10
	to	to	to	to	to	to	to
	1.50	1.50	2.00	14	2.00	1.50	0.50

55

material B being chosen from the group including:

a - nodular iron of type GS 70-2 with the following composition:

60

	<u>C</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Ni</u>
	3.00	1.50	0.40	0.50
	to	to	to	to
	3.40	2.50	0.80	2.00

65

b - or a steel of type XC 40 to XC 70, which has been normalized and tempered.

