

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **88870121.6**

61 Int. Cl.4: **C 23 C 4/12**
C 23 C 26/02
// C23C4/18, B21B27/00

22 Date de dépôt: **12.07.88**

30 Priorité: **14.07.87 BE 8700873**

43 Date de publication de la demande:
18.01.89 Bulletin 89/03

84 Etats contractants désignés:
BE DE FR GB IT LU

71 Demandeur: **CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE Association sans but lucratif Vereniging zonder winstoogmerk Rue Montoyer, 47 B-1040 Bruxelles (BE)**

72 Inventeur: **Totolidis, Dimitrios**
3, rue Fraikin
B-1030 Bruxelles (BE)

Magnée, Adrien
63, Bd. Emile de Laveleye
B-4020 Liège (BE)

Coutsouradis, Dimitri
10/071, Quai Orban
B-4020 Liège (BE)

74 Mandataire: **Lacasse, Lucien Emile et al**
CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES Abbaye du Val-Benoît 11, rue Ernest Solvay
B-4000 Liège (BE)

54 **Procédé de fabrication de cylindre multicouche et cylindre obtenu.**

57 On fabrique un cylindre multicouches, en formant la ou les couches par dépôt d'un ou de plusieurs métaux ou alliages métalliques sous forme de fines gouttelettes liquides sous une atmosphère contrôlée. Les gouttelettes liquides sont obtenues par dispersion d'un métal ou d'un alliage métallique en fusion à l'aide d'un fluide froid. Le dépôt est opéré sur la surface d'un cylindre qui est en rotation et en translation par rapport au flux de gouttelettes. La ou les couches déposées peuvent subir un traitement thermomécanique de densification.

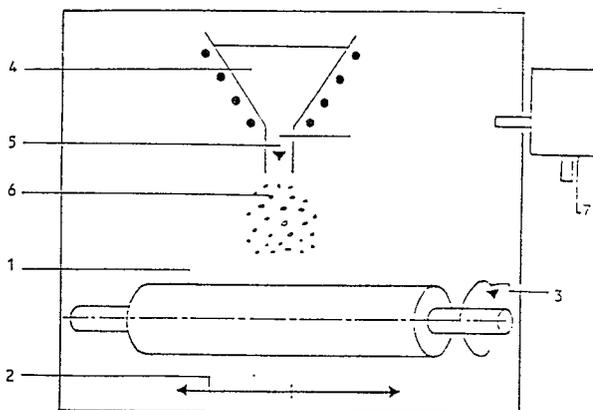


FIG. 1.

Description**Procédé de fabrication de cylindre multicouches et cylindre obtenu**

La présente invention a trait à un procédé de fabrication de cylindre multicouches et au cylindre obtenu, plus spécialement à un cylindre de laminoir métallurgique.

5 A l'heure actuelle, il existe deux grands groupes de cylindres de laminoirs qui sont classés suivant leur mode de fabrication.

10 Le premier groupe comprend les cylindres obtenus par forgeage. Ceux-ci présentent une structure métallique fine et résistante qui répond bien aux sollicitations mécaniques des laminoirs. Cependant, la mise à forme précitée, c'est-à-dire le forgeage, limite fortement la composition de l'alliage utilisé car l'aptitude nécessaire au forgeage restreint les additions d'éléments d'alliage possibles pour augmenter la dureté. Il en résulte que ce type de cylindres doit subir une étape de traitement thermique ultérieure à la mise en forme, afin de lui conférer une dureté suffisante pour limiter l'usure lors de son emploi au laminoir.

15 Par opposition au premier groupe de cylindres, le second comprenant les cylindres obtenus par coulée, ne pose pas de problème quant à la composition chimique et n'est pas limité en éléments d'addition. Toutefois, ces cylindres présentent souvent une structure grossière due au moyen de mise à forme, c'est-à-dire la coulée et l'âme du cylindre n'est pas toujours apte à résister aux fortes sollicitations par chocs que le cylindre subit lors de son travail au laminoir.

20 En outre, il existe aussi des cylindres constitués d'éléments séparés, les différents éléments étant assemblés par frettage pour constituer un cylindre. En théorie, cette solution semble idéale car chaque élément du cylindre peut être adapté au mieux à son travail au laminoir.

En pratique, on constate que des problèmes d'usure et de longévité naissent du fait qu'il n'y a pas de liaison ou de continuité métallique réelle entre les différents éléments constitutifs du cylindre.

Le procédé de fabrication d'un cylindre multicouches de la présente invention a le grand avantage de supprimer les inconvénients précédemment cités liés au type d'élaboration du cylindre.

25 Le terme "cylindre multicouches" doit être pris au sens d'un cylindre dont au moins un élément, par exemple la surface enveloppe du cylindre, est formé d'au moins une couche de matière déposée.

Le procédé de fabrication d'un cylindre multicouches, objet de la présente invention, est essentiellement caractérisé en ce qu'on forme la ou les couches par dépôt d'un ou de plusieurs métaux ou alliages métalliques sous forme de fines gouttelettes liquides sous une atmosphère contrôlée.

30 Suivant une première modalité de mise en oeuvre du procédé de la présente invention, l'atmosphère contrôlée est du type neutre au sens métallurgique ou chimique du terme.

Suivant une deuxième modalité de mise en oeuvre du procédé de l'invention, les gouttelettes liquides sont obtenues par dispersion d'un métal ou d'un alliage métallique en fusion à l'aide d'un fluide froid.

35 Cette technique d'élaboration permet le dépôt de tout métal ou alliage métallique sans limitation dans sa composition et confère à la couche déposée une structure à propriétés mécaniques remarquables, liées notamment à l'absence de structures dendritiques grossières de coulée et à l'inexistence de macroségrégations de solidification.

Suivant une modalité préférentielle de mise en oeuvre du procédé de la présente invention, le dépôt est opéré sur la surface d'un cylindre qui est en rotation et en translation par rapport au flux de gouttelettes.

40 On comprend dès lors que cette technique permet de conjuguer les propriétés d'une âme forgée à la résistance à l'usure d'une enveloppe fortement alliée en réalisant le cylindre par dépôt de l'enveloppe sur un cylindre forgé qui en constitue l'âme.

45 Suivant une autre modalité de mise en oeuvre du procédé de la présente invention, on procède au dépôt d'une ou de plusieurs couches successives sur un cylindre usé, c'est-à-dire qu'on procède à l'opération de rechargement dudit cylindre, ledit cylindre étant du type coulé ou forgé.

Le fait d'utiliser un cylindre usé sortant des laminoirs comme base du dépôt permet l'économie appréciable de la coulée et/ou du forgeage de ce cylindre et la rectification complexe des tourillons.

50 Le procédé de l'invention donne naissance à des cylindres multicouches dont les propriétés de résistance thermomécanique peuvent être sélectionnées en fonction de leur emplacement de travail dans le laminoir et qui sont plus fiables au point de vue usure que les enveloppes coulées conventionnelles obtenues par déchargement ou centrifugation.

55 Suivant une autre modalité de réalisation préférentielle du procédé de l'invention, le dépôt d'une couche faisant partie d'une série de couches successives est contrôlé tant au point de vue épaisseur que composition chimique, de telle sorte qu'après usure de la couche extérieure le cylindre est apte à être utilisé à nouveau, mais en amont par rapport à sa position première dans le laminoir.

60 La modalité précédente définit un avantage remarquable des cylindres multicouches par rapport aux cylindres conventionnels : un cylindre multicouches après usure de sa couche extérieure peut être utilisé à nouveau sur un laminoir, mais en une localisation en amont, c'est-à-dire vers le début du train de laminoir par rapport au lieu où il a travaillé précédemment.

On sait d'une part, que les cylindres de laminoirs "remontent dans le train", c'est-à-dire que plus leur usure augmente et plus leur localisation de travail se déplace vers l'amont du train de laminoir et d'autre part, que "la fente de laminage", c'est-à-dire la distance entre les cylindres au travail, augmente.

On comprend aisément que dans le cas d'un cylindre multicouches, cette remontée du train par le cylindre

peut être préparée anticipativement lors de l'élaboration du cylindre, en contrôlant la composition et l'épaisseur du dépôt formant chaque couche en fonction de la localisation du cylindre dans le laminoir et son évolution future.

En outre, un tel cylindre multicouches simplifie de surcroît la gestion des stocks des cylindres de laminoirs en instaurant une relation univoque : diamètre extérieur du cylindre = position dans le train = couche de surface à propriétés adéquates à son travail. 5

Suivant encore une autre modalité de mise en oeuvre du procédé de la présente invention, la ou les couches déposées subissent un traitement thermomécanique de densification.

La présente invention a aussi trait aux cylindres obtenus par application du procédé décrit ci-dessus.

Le cylindre multicouches obtenu par mise en oeuvre du procédé, objet de la présente invention, est essentiellement caractérisé en ce qu'il se compose d'au moins deux éléments, en ce que le premier élément constitue l'âme du cylindre et qu'il supporte celui-ci lors de son montage dans un train de laminoir et en ce que l'élément le plus extérieur par rapport à l'axe longitudinal du cylindre est formé par au moins une couche déposée sur la totalité ou partie seulement de la surface de l'âme ou de la couche précédente. 10

Suivant une modalité de réalisation préférentielle du cylindre multicouches, objet de la présente invention, la ou les couches constituant l'élément extérieur du cylindre comprennent au moins un ou plusieurs des éléments suivants : Fe, Si, Mn, C, Ni, Co, Nb, Cr, Mo, V, W. 15

Le schéma de la figure 1 illustre une unité d'atomisation (U.A.). On y distingue en 1 le cylindre ou l'âme à traiter, en 2 et 3 les moyens respectifs pour mettre en translation longitudinale et en rotation le cylindre précité, en 4 le métal en fusion qui doit être déposé, en 5 le fluide qui assure la dispersion du métal précité, en 6 le flux de gouttelettes qui est déposé sur le cylindre 1 et enfin en 7 le cyclone assurant le dépôt sous atmosphère contrôlée. 20

Le schéma de la figure 2 montre une installation de recouvrement à deux unités d'atomisation (U.A.) pouvant travailler en continu. On y distingue en 1 l'atelier où arrivent les cylindres usés (2), le four de préchauffage ou de traitement thermique (3), les deux U.A. (4 et 5), et le retour (6) des cylindres après rechargement. 25

La figure 3 schématise une ligne continue de rechargement à plusieurs unités d'atomisation (U.A.).

On y distingue le cylindre (1) à recharger; arrivant via un sas (2), il subit un préchauffage (3) puis trois opérations successives (4, 5, 6) de rechargement, il passe via un sas (7) dans un four (8) de traitement thermique et sort en (9) vers d'éventuels traitements ultérieurs. 30

A titre d'exemple non limitatif, on présentera ci-après les résultats de diverses réalisations pratiques par application du procédé de la présente invention.

Le Tableau 1 définit la composition chimique et le type d'élaboration des éléments formant l'âme des cylindres. 35

40

45

50

55

60

65

TABLEAU 1.

Type	Code	Composition (en % poids)						
		Si	Mn	C	Ni	Cr	Mo	V
<u>Coulé</u>								
Fonte nodulaire perlitique	C1	2,2	0,5	3	0,95	0,3	0,07	
Fonte nodulaire ferritique	C2	2,37	0,34	3,24	0,54	0,08	0,05	
Fonte lamellaire perlitique	C3	2,16	0,48	2,42	1,03	0,37	0,09	
<u>Forgé</u>								
Cylindre de travail	F1	0,2	0,3	0,8	-	1,7	0,2	0,1
Cylindre de soutien	F2	0,2	0,3	0,5	-	3	0,4	-

La Tableau 2 définit la composition chimique des couches déposées par mise en oeuvre du procédé de la présente invention.

TABLEAU 2.

No.	Composition (en % poids)						
	Si	Mn	C	Ni	Cr	Mo	V
1	0,2	0,3	0,8	-	1,7	0,2	0,1
2	0,43	0,95	2,84	1,41	17,8	1,07	0,21
3	0,95	0,98	3,37	4,42	1,88	0,31	
4	0,49	0,69	1,35	0,76	11,8	2	0,13
5	0,53	0,79	1,95	0,7	13	3	0,3
6	2,2	1	3,3	4,4	4,7	2	-

Le Tableau 3 définit les combinaisons choisies pour une épaisseur totale déposée de 60 mm.

TABLEAU 3.

Substrat	Métal déposé (60 mm)							
	1	2	3	4	5	2 + 1 30 30	2 + 6 + 1 20 20 20	
C1		X	X	X	X	X	X	
C2		X	X	X	X	X	X	
C3		X	X	X	X	X	X	
F1	X	X	X	X		X	X	
F2	X	X	X	X		X	X	

Le Tableau 4 donne les valeurs des duretés HV 50 kg obtenues.

TABLEAU 4.

Métal déposé	HV 50 kg
1	757
2	783
3	661
4	752
5	762
2 + 1	657 + 779
2 + 6 + 1	661 + (\pm 715) + 776

On a alors procédé à des essais d'usure en laboratoire, dans des conditions définies, afin d'obtenir des valeurs relatives d'usure en prenant comme référence l'acier forgé conventionnel; le Tableau 5 indique les valeurs obtenues.

TABLEAU 5.

5

10

15

20

25

30

Métal déposé	Usure relative (20 km)
1	0.72
2	0.207
3	0.401
4	0.205
5	0.203
2 + 1 $\left\{ \begin{array}{l} 2 \\ 1 \end{array} \right.$	0.404
	0.208
2 + 6 + 1 $\left\{ \begin{array}{l} 2 \\ 6 \\ 1 \end{array} \right.$	0.402
	0.292
	0.211

35

L'avantage du procédé de l'invention est évident au vu des chiffres du Tableau 5, car il permet un rendement d'usure de 1,4 à presque 5 fois plus élevé, donc d'augmenter la longévité des cylindres dans les mêmes proportions.

Dans les deux derniers exemples, la résistance à l'usure varie selon la nature de la couche, afin de permettre à cette dernière une performance maximale compte tenu d'autres sollicitations que l'on peut envisager.

40

Il va de soi que cette description a été volontairement axée sur les cylindres de laminoirs, mais il ne sort pas du domaine de protection de l'invention d'appliquer son principe de travail à la réalisation d'autres cylindres tels que ceux de broyeurs, à cannelures, de renvoi en laminoir, coulée continue ou même traitement thermique.

45

Revendications

50

1. Procédé de fabrication d'un cylindre multicouches, caractérisé en ce que l'on forme la ou les couches par dépôt d'un ou de plusieurs métaux ou alliages métalliques sous forme de fines gouttelettes liquides sous une atmosphère contrôlée.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'atmosphère contrôlée est du type neutre au sens métallurgique ou chimique du terme.

3. Procédé suivant les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les gouttelettes liquides sont obtenues par dispersion d'un métal ou d'un alliage métallique en fusion à l'aide d'un fluide froid.

55

4. Procédé suivant les revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le dépôt est opéré sur la surface d'un cylindre qui est en rotation et en translation par rapport au flux de gouttelettes.

5. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on procède au dépôt d'une ou de plusieurs couches successives sur un cylindre usé, c'est-à-dire qu'on procède à l'opération de rechargement dudit cylindre.

60

6. Procédé suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le dépôt d'une couche faisant partie d'une série de couches successives est contrôlé tant au point de vue épaisseur que composition chimique, de telle sorte qu'après usure de la couche extérieure le cylindre est apte à être utilisé à nouveau, mais en amont par rapport à sa position première dans le laminoir.

65

7. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la ou les couches déposées subissent un traitement thermomécanique de densification.

8. Cylindre multicouches obtenu par mise en oeuvre du procédé suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il se compose d'au moins deux éléments, en ce que le premier élément constitue l'âme du cylindre et qu'il supporte celui-ci lors de son montage dans un train de laminoir et en ce que l'élément le plus extérieur par rapport à l'axe longitudinal du cylindre est formé par une couche déposée sur la totalité ou partie seulement de la surface de l'âme ou de la couche précédente.

5

9. Cylindre multicouches suivant la revendication 8, caractérisé en ce que la ou les couches constituant l'élément extérieur du cylindre comprennent au moins un ou plusieurs des éléments suivants : Fe, Si, Mn, C, Ni, Co, Nb, Cr, Mo, V, W.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

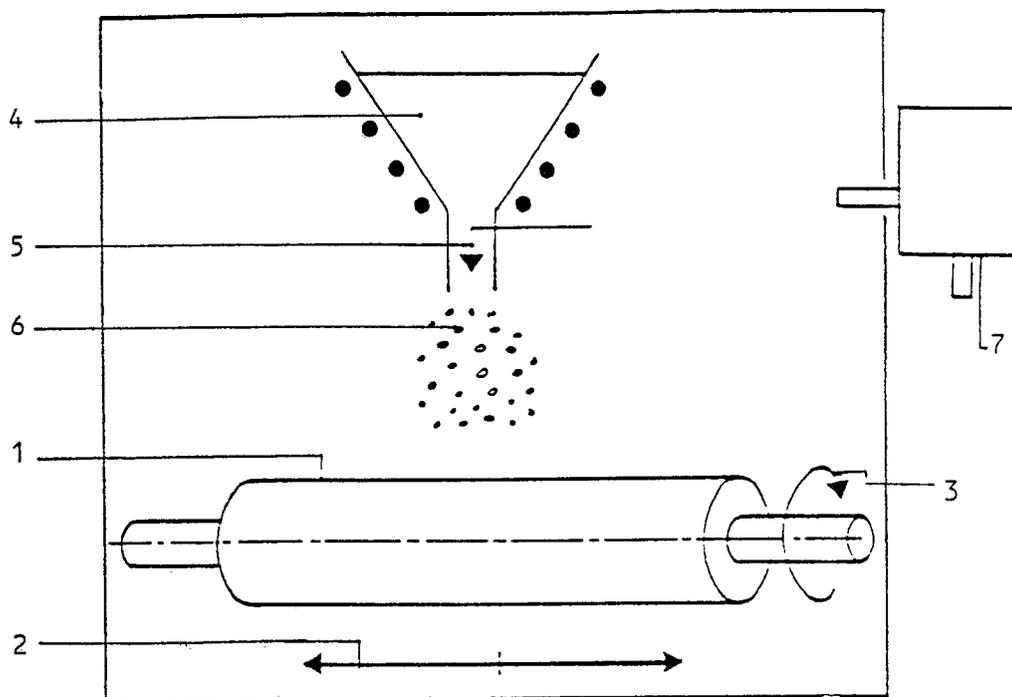


FIG. 1.

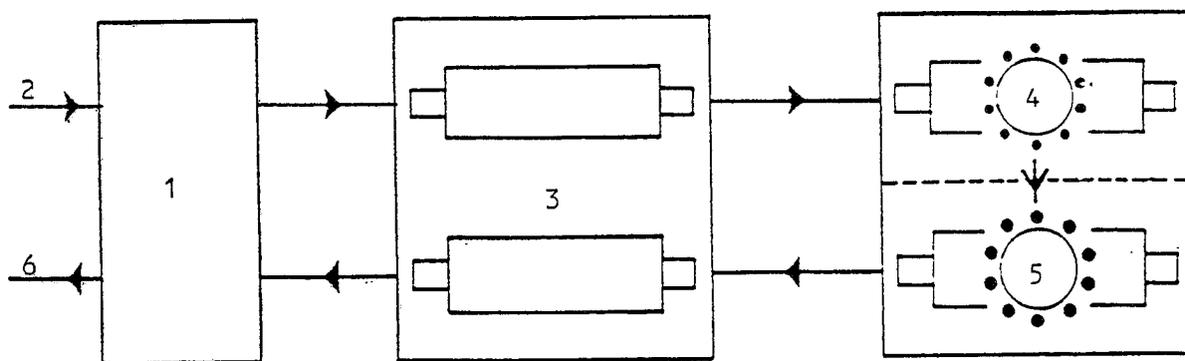


FIG. 2.

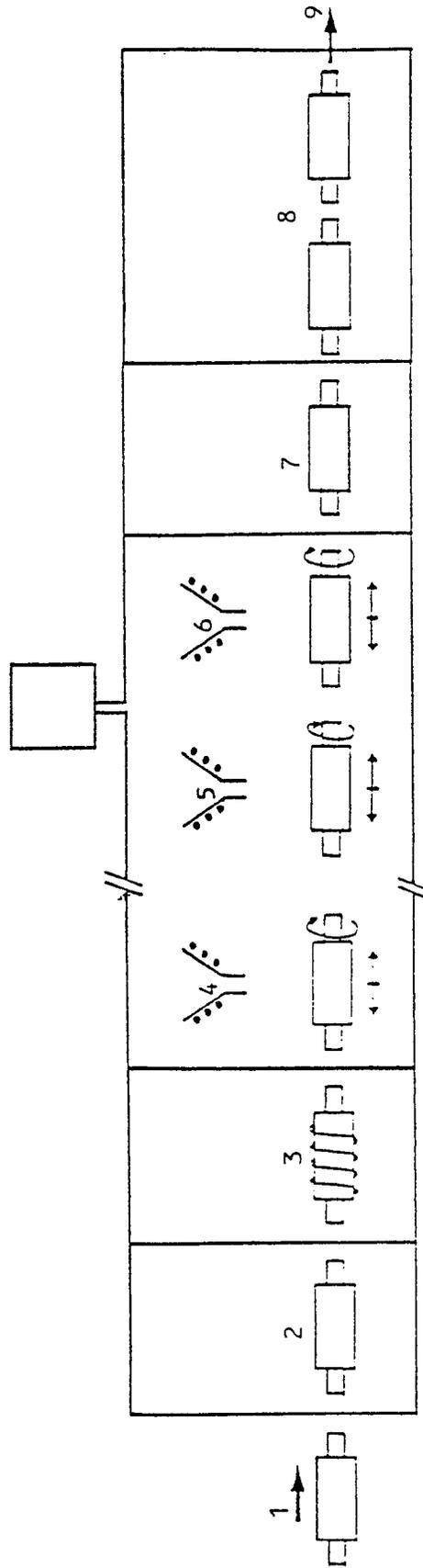


FIG. 3.