

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 81401594.7

(51) Int. Cl.³: **B 21 B 27/00**

(22) Date de dépôt: 14.10.81

(30) Priorité: 31.10.80 FR 8023316

(43) Date de publication de la demande:
12.05.82 Bulletin 82/19

(84) Etats contractants désignés:
AT DE FR GB SE

(71) Demandeur: **UNION SIDERURGIQUE DU NORD ET DE L'EST DE LA FRANCE** par abréviation "USINOR" Société anonyme:
14, Rue d'Athènes
F-75426 Paris, Cedex 09(FR)

(72) Inventeur: **Bocquet, Jacques**
32, avenue des Martyrs de la Résistance
F-08200 Sedan(FR)

(72) Inventeur: **Werquin, Jean-Claude**
342, avenue Jean Jaurès
F-59790 Ronchin(FR)

(74) Mandataire: **Lavoix, Jean et al,**
c/o Cabinet Lavoix 2, Place D'Estienne D'Orves
F-75441 Paris Cedex 09(FR)

(54) **Cylindre de laminage à froid fabriqué par coulée et son procédé de fabrication.**

(57) La présente invention est relative à un cylindre composite bimétallique pour laminage à froid obtenu par moulage, caractérisé en ce qu'il comprend un métal de coeur constitué d'une fonte nodulaire ou lamellaire et un métal d'enveloppe constitué d'un acier ayant une teneur en chrome de 8 à 16 % et en carbone de 0,65 à 0,95 %, le rapport chrome/carbone étant compris entre 11 et 16 et la structure du métal d'enveloppe étant martensitique avec une teneur en austénite résiduelle inférieure à 10 %.

1.

Cylindre de laminage à froid fabriqué par coulée
et son procédé de fabrication.-

La présente invention est relative à des cylindres de travail pour laminage à froid de métaux ferreux et non ferreux, qui sont du type composite et obtenus par coulée.

5 On utilisait antérieurement, pour la fabrication de tels cylindres de travail pour laminage à froid, des cylindres en acier forgé trempé à l'eau dans des nuances à carbone de 0,8 à 0,9 % et à chrome de 1,8 à 3 %. Ces cylindres forgés doivent avoir une parfaite
10 santé interne pour supporter les tensions considérables induites lors de la trempe martensitique par un refroidissement brutal à l'eau.

 Dans certains cas, notamment lorsqu'on recherche de très fortes profondeurs de trempe, les tensions
15 internes induites par le traitement de trempe à l'eau sont telles qu'il peut être nécessaire de recourir à une refusion sous laitier, afin d'obtenir une cristallisation parfaite. La teneur en chrome de ces cylindres peut alors atteindre 5 à 7 %.

20 Une compétition s'est engagée entre forgerons pour accroître la profondeur de trempe, afin d'augmenter la partie utilisable du cylindre dans le laminoir, sans avoir à le retremper. Ainsi, de 30 mm il y a une dizaine d'années on est passé à une partie utilisable de 70 mm
25 sur le diamètre. Cette compétition n'a néanmoins pas apporté d'amélioration sensible en ce qui concerne la résistance à l'adoucissement qui caractérise, dans une certaine mesure, la résistance aux incidents de laminage.

 Plus récemment, les fabricants de cylindres
30 moulés ont introduit sur le marché un nouveau type de cylindre constitué d'une couche externe en fonte à haute teneur en chrome et d'un coeur en fonte lamellaire ou nodulaire. Ces cylindres, qui se caractérisent tout à la fois par une haute résistance à l'adoucissement, et donc

2.

aux incidents, et par une forte possibilité d'utilisation sur le diamètre (>70 mm), prennent sur le marché une place de plus en plus importante, venant ainsi concurrencer les cylindres forgés réalisés jusqu'alors.

5 Ces cylindres en fonte à haute teneur en chrome, dont les duretés atteignent celles des cylindres en acier forgé trempé à l'eau, présentent cependant des inconvénients qui en freinent l'utilisation dans les laminoirs :

10 - Ils présentent une grande difficulté de rectification.

En effet, la durée de rectification de ces cylindres entre deux montages de laminage atteint, pour une même retouche, un temps au moins double de celui
15 d'un cylindre en acier forgé.

- Ils sont plus difficiles à grenailler que les cylindres forgés.

On peut même noter qu'il est parfois impossible, notamment lorsque les cylindres en acier moulé
20 sont très durs, d'obtenir de fortes rugosités.

La présente invention vise à remédier à ces deux inconvénients importants, tout en conservant les qualités inhérentes à ce type de cylindres obtenus par moulage, dont les qualités essentielles sont une bonne
25 résistance à l'adoucissement et une grande profondeur de la partie utilisable sur le diamètre.

La présente invention a ainsi pour objet un cylindre composite bimétallique pour laminage à froid obtenu par moulage, caractérisé en ce qu'il comprend un
30 métal de coeur constitué d'une fonte nodulaire ou lamellaire et un métal d'enveloppe constitué d'un acier ayant une teneur en chrome de 8 à 16 % et en carbone de 0,65 à 0,95 %, le rapport chrome/carbone étant compris entre 11 à 16 et la structure du métal d'enveloppe étant mar-
35 tensitique avec une teneur en austénite résiduelle inférieure à 10 %.

3.

La structure du cylindre métallique, dont la composition est définie précédemment, est obtenue par un procédé de traitement thermique qui consiste tout d'abord à soumettre le cylindre à un traitement d'austénitisation à une température supérieure à 900°C pendant un temps de 8 à 24 heures, puis après trempe à l'air ou à l'air humide soufflé arrêtée à une température de 450 à 550°C, on maintient la température à 500-550°C pendant 8 à 24 heures, on refroidit alors le cylindre par trempe à l'air jusqu'à la température ambiante et on soumet enfin le cylindre à un revenu pour réactivation de l'austénite à une température comprise entre 400 et 450°C pendant un temps de 8 à 24 heures.

Le traitement d'austénitisation est de préférence conduit à une température comprise entre 1000 et 1050°C, pendant un temps de 8 à 24 heures. Le cylindre est ensuite soumis à une trempe par soufflage d'air ambiant ou d'air humide ou tout autre moyen connu équivalent, qui est de préférence arrêtée lorsque la température du cylindre atteint 500 à 520°C. On maintient alors le cylindre, pendant 8 à 24 heures, dans une enceinte portée à la température indiquée précédemment de 500 à 550°C, afin d'équilibrer les températures entre coeur et peau. On ramène alors la température du cylindre à la valeur de la température ambiante par une nouvelle trempe à l'air. Le cylindre est enfin soumis à un traitement de revenu à une température comprise entre 400 et 450°C, pendant 8 à 24 heures.

Les cylindres définis précédemment, ayant les compositions et obtenus à la suite des traitements thermiques définis ci-dessus présentent les cinq propriétés essentielles suivantes :

1 - Utilisation de millimètres utiles jusqu'à 100 sur le diamètre.

2 - Résistance à l'adoucissement à chaud exceptionnelle au moins jusqu'à 450°C.

3 - Haute dureté pour éviter les marques et augmenter la tenue du grenailage.

4 - Facilité de rectification égale à celle des cylindres en acier forgé.

5 - Facilité de grenaillage avec obtention aisée de fortes rugosités.

5 Ces cinq propriétés réunies sur un seul type de cylindre constituent un progrès notable par rapport à l'état actuel de la technique, qui ne permettait pas jusqu'à présent de concilier tous ces avantages.

10 Le cylindre composite selon la présente invention comporte une couche de métal d'enveloppe ayant une épaisseur de 30 à 70 mm, qui est de préférence réalisée par centrifugation.

15 Ce métal d'enveloppe est un acier à haute teneur en chrome et en carbone, présentant de préférence la composition suivante :

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V
%	<u>0,65</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>8</u>	—	<u>0,50</u>	<u>0,10</u>
	0,95	0,6	0,8	11	0,7max.	1,50	1

20 Le métal de coeur est de préférence une fonte nodulaire ayant la composition suivante :

%	C	Si	Mn	Ni	Cr
	<u>2,90</u>	<u>1,50</u>	<u>0,40</u>	<u>0,50</u>	<0,15
	3,20	2,50	1	2	

25 Les composition et traitements thermiques définis ci-dessus permettent d'expliquer l'obtention des cinq propriétés énoncées précédemment pour les raisons suivantes.

1. Forte couche utile (jusqu'à 100 mm sur le diamètre)

30 Ceci est obtenu à l'aide d'une transformation martensitique sur toute l'épaisseur utile et, grâce à des tensions internes induites maintenues au plus bas niveau. La transformation martensitique est obtenue par refroidissement à l'air et l'effet de trempe est limité
35 par la liaison de la couche utile du métal d'enveloppe avec un métal de coeur donnant lors du refroidissement à l'air une transformation perlitique.

5.

Le métal de coeur, peu allié, est donc constitué d'une fonte nodulaire ou lamellaire qui permet d'obtenir tout à la fois de bonnes caractéristiques mécaniques et une bonne cristallisation, ces deux propriétés étant
5 essentielles pour supporter les contraintes de traction induites par la trempe martensitique du métal d'enveloppe.

2. Résistance à l'adoucissement à chaud

L'analyse du métal d'enveloppe est choisie avec une composition voisine de celle de la matrice des
10 cylindres de travail à froid en fonte à haute teneur en chrome antérieurement utilisée dans la technique. Les revenus utilisés sur la nuance d'acier très alliée selon la présente invention ne conduisent pas à une transformation de l'austénite en bainite, mais à une réactivation
15 de l'austénite résiduelle qui se transforme, lors du refroidissement, en martensite, à l'exclusion de toute formation de bainite.

Pour obtenir la réactivation de l'austénite résiduelle, il est nécessaire de monter à des températures de plus de 400°C, sans pour autant que la martensite de trempe soit fortement adoucie.
20

3. Hautes duretés

Après trempe à l'air, le nouveau cylindre composite selon la présente invention permet d'atteindre une dureté de 700 HV (dureté Vickers) avec une teneur en
25 austénite résiduelle de 30 à 40 %.

Après revenu, la réactivation de cette austénite permet d'obtenir des duretés de 760 à 800 HV. Ces niveaux de haute dureté sont ceux que l'on obtient habituellement en laminage à froid avec des cylindres en
30 acier forgé traditionnel.

4. Facilité de rectification

Cette propriété est obtenue par l'élimination de la présence de carbures lédéburitiques du type M₇C₃ qui étaient antérieurement présents dans les cylindres moulés selon la technique antérieure.
35

En effet, on peut expliquer le comportement singulier à la rectification et au grenaillage de ces

cylindres selon la technique antérieure, comme étant la conséquence de la présence dans la structure de la fonte d'une forte quantité de carbures de chrome du type M7C3 dont la dureté individuelle peut atteindre 1700 HV. Ces carbures, solidement enchâssés dans une matrice marten-
5 sitique également dure (700 HV), s'opposent évidemment à l'abrasion de la meule, ainsi qu'à la déformation de la grenaille, qui n'atteint pas, loin s'en faut, leur dureté (la grenaille la plus dure atteint 900 à 940 HV).
10 L'étude du comportement en service de ces cylindres en fonte à haute teneur en chrome, selon la technique antérieure, a permis de conclure que la phase de carbures du type M7C3 ne jouait pas un rôle important au cours du laminage, mais provoquait, par contre, les inconvé-
15 nients constatés lors de la rectification et du grenaillage.

La composition du nouvel alliage selon la présente invention est calculée, notamment en ce qui concerne la teneur en carbone et en chrome, pour atteindre
20 une composition légèrement hypereutectoïde, afin d'éviter la présence de ces carbures lédéburitiques nuisibles.

5. Facilité de grenaillage, notamment pour les fortes rugosités

Là, également l'absence des carbures massifs
25 de type M7C3 très durs permet un meilleur travail de déformation plastique de la grenaille projetée, ainsi que cela a été expliqué ci-dessus.

L'étude de la composition de l'alliage d'enveloppe du cylindre selon la présente invention,
30 dont le carbone et le chrome constituent les deux éléments principaux, permet de dégager les conclusions suivantes.

On peut considérer que le chrome présente un coefficient de carbone équivalent de 0,05.

35 Il apparaît ainsi que la composition légèrement hypereutectoïde de l'alliage est donc équivalente, en ce qui concerne l'apparition de la lédéburite à un

7.

acier de composition $0,7 + 11 \times 0,05 = 1,25$ % de carbone pour la teneur maximale en chrome.

On vérifie ainsi que cette teneur est à la limite inférieure de l'apparition d'un réseau de carbures lédébauritiques.

Par ailleurs, pour obtenir les propriétés de résistance à l'adoucissement à chaud, il est nécessaire d'avoir une teneur en chrome suffisante dans la matrice. Le meilleur rapport $\frac{Cr}{C}$, qui détermine avec la température d'austénitisation la teneur en chrome de la matrice, a été déterminé expérimentalement sur toute une série d'alliages carbone-chrome, et doit être de préférence compris entre 11 et 16.

Les autres éléments, à savoir Si et Mn, se trouvent dans les fourchettes habituelles des analyses des aciers moulés.

Le nickel et le manganèse sont volontairement limités à 0,7% pour éviter leur effet stabilisant sur l'austénite résiduelle.

Le molybdène et le vanadium améliorent la résistance au revenu de l'austénite et se trouvent dans les teneurs habituelles des aciers de travail à froid au chrome (classes 80 et 90 de la classification américaine).

On obtient ainsi de nouveaux cylindres composites bimétalliques moulés présentant une résistance à l'adoucissement exceptionnelle par revenu de la matrice.

A titre d'exemple, un cylindre selon la présente invention a été réalisé à l'aide d'un métal d'enveloppe et d'un métal de coeur ayant les compositions suivantes.

Analyse du métal d'enveloppe

C.	Si.	Mn.	S.	P.	Cr.	Ni.	Mo.	V.
0,715	0,470	0,705	0,025	0,020	9,60	0,68	1,150	0,535

Analyse du métal de coeur

	C	Si	Mn	S	P	fonte (nodulaire)		Mo	Mg
						Cr	Ni		
5	3,02	2,42	0,48	0,008	0,022	0,10	0,50	-	0,055

Le cylindre ainsi obtenu est soumis à un traitement d'austénitisation pendant 24 heures à 1000°C, puis à une trempe à l'air soufflé qui est arrêtée à une température de 520°C. On maintient alors la température du cylindre à une valeur de 520°C pendant 20 heures, puis on refroidit le cylindre jusqu'à la température ambiante par trempe à l'air.

Il présente une dureté après trempe de 692 HV et une teneur en austénite de 40,6 %.

On soumet alors ce cylindre à un revenu à une température supérieure à 400°C, pendant 20 heures, qui permet d'obtenir à l'issue du traitement une dureté de 780 HV sur 50 mm au rayon.

Ce cylindre a été utilisé pour le laminage à froid de tôles fines et a confirmé les avantages énoncés précédemment dans le cours de la description.

REVENDEICATIONS

1. Cylindre composite bimétallique pour lami-
nage à froid obtenu par moulage, caractérisé en ce qu'il
comprend un métal de coeur constitué d'une fonte nodu-
laire ou lamellaire et un métal d'enveloppe constitué
5 d'un acier ayant une teneur en chrome de 8 à 16 % et en
carbone de 0,65 à 0,95 %, le rapport chrome/carbone étant
compris entre 11 et 16 et la structure du métal d'en-
veloppe étant martensitique avec une teneur en austénite
résiduelle inférieure à 10% et d'une dureté supérieure à 700 HV.

10 2. Cylindre selon la revendication 1, caracté-
risé en ce que le métal d'enveloppe a une épaisseur de
30 à 70 mm environ.

15 3. Cylindre selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que le métal d'enveloppe a la composi-
tion suivante:

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V
	0,65	0,4	0,4	8	-	0,50	0,10
%	0,95	0,6	0,8	11	0,7 max.	1,50	1

20 4. Cylindre selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que le métal de coeur est une fonte
nodulaire ayant la composition suivante:

	C	Si	Mn	Ni	Cr
	2,90	1,50	0,40	0,50	
%	3,20	2,50	1	2	<0,15

25 5. Procédé de fabrication d'un cylindre selon
l'une quelconque des revendications précédentes, carac-
térisé en ce qu'on coule tout d'abord par centrifugation
une couche de métal d'enveloppe en acier ayant une teneur
en chrome de 8 à 16 %, en carbone de 0,65 à 0,95 % et un
30 rapport chrome/carbone compris entre 11 et 16, puis un
noyau de métal de coeur en fonte nodulaire ou lamellaire
et on soumet le cylindre à un traitement d'austénitisa-
tion à une température supérieure à 900°C pendant un temps
de 8 à 24 heures, puis après trempe à l'air
35 ou à l'air humide soufflé

arrêtée à une température de 450 à 550°C, on maintient la température à 500-550°C, pendant 8 à 24 heures, on refroidit alors le cylindre par trempe à l'air soufflé jusqu'à la température ambiante et on soumet enfin le
5 cylindre à un revenu pour réactivation de l'austénite à une température comprise entre 400 et 450°C pendant un temps de 8 à 24 heures.

6. Procédé selon la revendication 5, caracté-
risé en ce que le traitement d'austénitisation est de
10 préférence réalisé à une température de 1000 à 1050°C et la trempe est de préférence arrêtée à une température comprise entre 500 et 520°C.



0051511

Numéro de la demande

EP 81 40 1594