

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑪ Numéro de dépôt: 88870003.6

⑤① Int. Cl.⁴: **C 22 C 37/00**
F 16 D 69/02

⑫ Date de dépôt: 14.01.88

③① Priorité: 05.02.87 BE 8700085

④③ Date de publication de la demande:
10.08.88 Bulletin 88/32

⑥④ Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

⑦① Demandeur: **S.A. ATELIERS ET FONDERIES B. PIRET**
Chaussée de Châtelet, 273
B-6060 Gilly (BE)

⑦② Inventeur: **Dehon, Herman**
Chaussée de Châtelet, 273
B-6060 Gilly (BE)

⑦④ Mandataire: **De Brabanter, Maurice et al**
Bureau VANDER HAEGHEN 63 Avenue de la Toison d'Or
B-1060 Bruxelles (BE)

⑤④ Fonte à haute teneur en phosphore résistant à l'usure.

⑤⑦ On produit une fonte à haute teneur en phosphore destinée notamment à la fabrication de sabots de freins, offrant une bonne résistance à l'usure, en incorporant directement environ 10 % en poids de ferro-phosphore, à de la fonte liquide récoltée dans une poche de coulée ou dans un mélangeur associé à cette poche de coulée.

Description

FONTE A HAUTE TENEUR EN PHOSPHORE RESISTANT A L'USURE

La présente invention est relative à une fonte à haute teneur en phosphore destinée notamment à la fabrication de dispositifs de freinage par friction, offrant une bonne résistance à l'usure et composée des

5 constituants suivants :

85 à 95 % en poids de fer

2 à 10 % en poids de phosphore

moins de 6 % du poids total de carbone et silicium

10 moins de 5 % du poids total des métaux suivants : manganèse, cobalt, nickel, vanadium, tungstène et molybdène,

et présentant une dureté Brinell inférieure à 270 HB. La fonte conforme à l'invention est utilisable dans les dispositifs faisant intervenir des pièces en fonte coulée soumises à une usure par frottement, notamment des sabots de freins à friction destinés à équiper le matériel de chemins de fer.

15 On connaît par le brevet belge n° 717.428, des alliages fer/phosphore qui, grâce à leur résistance à l'usure, sont utilisables dans des dispositifs de freinage par friction. L'ajout d'au moins 2 % en poids de phosphore permet de réduire l'usure par friction par rapport à celle de la fonte grise classique ainsi que de réduire l'émission d'étincelles lors du freinage.

20 Ce phosphore est généralement ajouté à la fonte sous forme de ferro-phosphore. L'incorporation est effectuée au cours d'une seconde fusion dans un cubilot dans lequel des charges alternées de coke et d'un mélange de fer et de ferro-phosphore sont préalablement mises en place. Selon le brevet belge susdit, la fonte ainsi obtenue possède une dureté Brinell comprise entre 207 et 255 HB, alors que la teneur en ferrite de l'alliage n'est pas précisée.

25 Des mesures de la dureté effectuées par le déposant selon la norme DIN 50 351 démontrent cependant que la dureté Brinell des alliages fer/phosphore ayant la composition décrite dans le brevet belge n° 717.428 ont une dureté bien supérieure à celle mentionnée ci-dessus, du moins si aucune précaution particulière n'est prise. Des valeurs de dureté Brinell comprises entre 250 et 350 HB ont été relevées lorsque la fonte est préparée de manière classique par affinage au cubilot. L'obtention dans les fontes au phosphore d'une dureté Brinell élevée s'explique aisément par l'influence que joue le phosphore sur la fonte de seconde fusion, qui a généralement une teneur en carbone supérieure à 2 % en poids.

30 Le phosphore favorise la ségrégation du graphite et donne lieu à la formation d'un eutectique ternaire, la steadite, qui présente une dureté Brinell d'environ 440 HB. Son point de fusion se situe vers 950° C. La steadite a une dureté bien supérieure à celle de la ferrite ou même de la perlite.

Ainsi, la ferrite a une dureté Brinell d'environ 125 HB et la perlite une dureté Brinell d'environ 220 HB.

35 Il est aisé de comprendre qu'une diminution de dureté Brinell ne peut être obtenue qu'à condition de favoriser la formation d'une structure ferritique.

Sachant que l'ajout à une fonte grise de seconde fusion contenant environ 2 % en poids de carbone, d'environ 3 % en poids de phosphore, entraîne la formation d'environ 30 % en poids de steadite, on peut donc affirmer que l'alliage ferreux qui en résulte, devrait contenir au moins 20 % en poids de ferrite pour présenter une dureté Brinell inférieure à 225 HB, telle que mentionnée dans le Brevet belge n° 717.428.

40 Or, la plupart des réseaux de chemins de fer des états européens établissent des cahiers de charge extrêmement sévères pour la réalisation de sabots de frein. Les exigences les plus marquantes consistent dans le fait que la dureté Brinell de la fonte ne peut pas dépasser 270 HB pour une teneur en ferrite inférieure à 8 % en volume.

45 Les exigences de dureté maximale et de teneur en ferrite inférieure à un niveau déterminé semblent incompatibles et irréalisables simultanément.

Pour une fonte de seconde fusion, deux solutions seulement sont susceptibles d'être retenues à ce jour pour diminuer la dureté. Ces solutions sont les suivantes :

1. Forçage de la teneur en carbone de la fonte de seconde fusion par ajout au cubilot de carbure de silicium, de manière à atteindre des valeurs de 3 à 3,3 % en poids de carbone. Le silicium, en formant du siliciure de fer plus stable que la cémentite, provoque la ségrégation du carbone. Or, les lamelles de graphite se comportent pratiquement comme des zones de dureté nulle, qui permettent d'abaisser la dureté Brinell de la fonte traitée:

2. Incorporation de manganèse à la fonte de seconde fusion, en vue de favoriser une structure perlitique.

55 La valeur de la dureté maximale de la fonte a été fixée pour tenir compte de la dureté usuelle des bandages des roues du matériel roulant.

60 Par le document FR-A-2.145.607 sont décrits des alliages de fonte à microstructure caractéristique comprenant du phosphore présent sous forme d'un réseau sensiblement continu d'un eutectique de phosphore dégénéré entre de volumineux cristaux de dendrites primaires. L'eutectique dégénéré comprend une matrice sensiblement continue de fer en prédominance sous forme de ferrite ou de perlite. Ces alliages de fonte s'obtiennent en faisant fondre ensemble, des déchets de fer et de ferro-phosphore dans un four à induction et en effectuant ensuite un recuit dans un moule chauffé électriquement.

Ce procédé procure une fonte ferritique de dureté relativement faible. Pour rendre les pièces plus dures, il

est donc nécessaire d'effectuer un recuit que l'on obtient par un chauffage prolongé pendant 1 à 6 heures des pièces coulées à une température comprise entre 850 et 1.500°C, de préférence 910 à 920°C.

La limitation de la teneur en ferrite est liée à un phénomène de micro-soudure entre la structure ferritique du sabot de frein et celle du bandage de roue, ce qui a pour effet d'entraîner une usure prématurée dudit bandage de roue.

Enfin, il est connu par le document US-A-4,352,416 un sabot de frein réalisé à partir d'un alliage de fonte contenant du soufre. Cet alliage présente la composition suivante :

carbone : 2,5 à 3,5 % en poids;

silicium : 1,6 à 2,2 % en poids;

phosphore : plus de 2 et au maximum 10 % en poids;

sulfure et manganèse, tous deux présents dans un rapport pondéral S : (Mn/1,8) > 1.

La présence de soufre dans l'alliage de fonte est désavantageuse dans le sens qu'elle rend les pièces fragiles et poreuses. On observe en effet que le soufre en réagissant avec des traces de laitier, engendre des soufflures dans l'alliage. Le soufre est généralement éliminé par l'ajout de manganèse, dans des proportions bien précises connues de l'homme de l'art.

En vue de satisfaire aux exigences de dureté maximale et de teneur en ferrite supérieure à un niveau déterminé dictées par les cahiers de charge pour la fabrication des sabots de freins l'invention propose une fonte à haute teneur en phosphore destinée notamment à la fabrication de dispositifs de freinage par friction, offrant une bonne résistance à l'usure, et composée des constituants suivants :

85 à 95 % en poids de fer

2 à 10 % en poids de phosphore

moins de 6 % du poids total de carbone et silicium

moins de 5 % du poids total des métaux suivants : manganèse, cobalt, nickel, chrome, tungstène et molybdène,

et présentant une dureté Brinell inférieure à 270 HB.

Cette fonte est essentiellement caractérisée en ce qu'elle comporte une structure perlitique contenant au moins 3 % en poids de carbone, 2 % en poids de phosphore et moins de 5 % en volume de ferrite, et une teneur en manganèse au moins égale à celle trouvée par la formule $Mn = 1.72 S + 0.30$ où S est la teneur en soufre.

Selon l'invention, la fabrication d'une fonte correspondant au paragraphe précédent, s'effectue par l'ajout de ferro-phosphore à la fonte liquide récoltée dans une poche de coulée ou un mélangeur et non pas dans l'installation de fusion. L'incorporation directe de ferro-phosphore dans la poche de coulée permet également d'obtenir une meilleure précision d'analyse de la teneur en phosphore.

La formule expérimentale de Lévi :

$$C_{\text{fonte}} = 2,4 + \frac{C_{\text{charge}}}{2} - \frac{Si + P_{\text{fonte}}}{4}$$

qui régit l'équilibre entre le carbone, le phosphore et le silicium de la fonte dans une installation de fusion, montre qu'une teneur croissante en phosphore abaisse d'autant la teneur en carbone, pour une même teneur en silicium.

Les fontes selon l'invention, à teneur en phosphore comprise entre 2 et 10 % en poids et à teneur en carbone d'au moins 3 % en poids, respectent les exigences de dureté et de teneur en ferrite.

Elles présentent en outre l'avantage d'amortir les bruits lors du freinage. Cette propriété est due au fait que les lamelles de graphite, présentes en nombre plus élevé sous une taille plus grande, sont d'excellents amortisseurs de vibrations.

Selon une particularité de l'invention, la fonte contient au moins 2,3 % en poids de carbone sous forme de graphite lamellaire.

D'autres particularités et détails de l'invention apparaîtront au cours de la description détaillée d'une forme de mise en oeuvre particulière du procédé selon l'invention.

La fonte a généralement une composition typique suivante :

carbone : 3 à 4 % en poids

silicium : 1 à 3 % en poids

manganèse : 0,4 à 1,0 % en poids

phosphore : 0,1 à 1,0 % en poids

soufre : 0,08 à 0,15 % en poids.

Selon les procédés connus, la fusion au cubilot est accompagnée de l'incorporation de ferro-phosphore lorsqu'il s'agit d'obtenir un alliage ferreux résistant à l'usure. La présente invention suggère de soumettre la fonte à un traitement différent.

Elle suggère d'amener la fonte dans une poche de coulée ou dans un mélangeur en vue d'ajouter environ 10 % en poids de ferro-phosphore.

On a constaté que lors de l'ajout de ferro-phosphore dans la poche, la totalité du phosphore provenant de la

décomposition du ferro-phosphore se retrouvait dans la fonte liquide, tandis qu'une proportion importante du fer présent dans le ferro-phosphore surnageait dans la poche, sous forme de scories.

Le fer non dissous ne participe donc pas à la dilution du carbone, de sorte que la teneur en carbone diminue dans une mesure moindre que ce qu'on aurait pu prévoir théoriquement et qu'elle reste supérieure à 3 %.

5 L'ajout de ferro-phosphore est réglé de manière à amener la teneur en phosphore à une valeur comprise entre 2,25 et 4,00 % en poids.

L'alliage a une composition correspondant typiquement à une fonte grise, sauf en ce qui concerne la teneur élevée en phosphore, supérieure à 2 % en poids et une teneur en ferrite inférieure à 5 % en volume.

10 La fonte suivant l'invention convient parfaitement à la fabrication de sabots de frein pour matériel de chemins de fer. Elle présente une excellente résistance à l'usure, comme décrit dans le brevet belge n° 717.428 et réduit considérablement la formation d'étincelles. Elle permet également de réduire l'émission de bruit, puisque les lamelles de graphite contribuent à amortir la propagation des vibrations dans les sabots de freins.

15 La fonte selon l'invention présente une bonne coulabilité, due à la présence de phosphore. Elle permet donc de réaliser avec précision des pièces relativement compliquées.

Revendications

20

1. Fonte à haute teneur en phosphore destinée notamment à la fabrication de dispositifs de freinage par friction, offrant une bonne résistance à l'usure, et composée des constituants suivants :

85 à 95 % en poids de fer

2 à 10 % en poids de phosphore

25

moins de 6 % du poids total de carbone et silicium

moins de 5 % du poids total des métaux suivants :

manganèse, cobalt, nickel, vanadium, chrome, tungstène et molybdène,

et présentant une dureté Brinell inférieure à 270 HB, caractérisée en ce qu'elle comporte une structure perlitique contenant au moins 3 % en poids de carbone, 2 % en poids de phosphore, moins de 5 % en volume de ferrite et une teneur en manganèse au moins égale à celle trouvée par la formule $Mn = 1.72 S + 0.30$ où S est la teneur en soufre due aux sulfures liés par le manganèse.

30

2. Fonte selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle contient au moins 2,3 % en poids de carbone sous forme de graphite lamellaire.

35

3. Procédé pour produire une fonte telle que décrite dans la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'on favorise la formation d'une structure perlitique en effectuant l'ajout de ferro-phosphore à la fonte liquide récoltée dans une poche de coulée ou un mélangeur.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la quantité de ferro-phosphore ajoutée s'élève à environ 10 % en poids de la fonte liquide.

40

45

50

55

60

65