

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt: **89420304.1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: **C 21 C 1/10**  
**C 22 C 35/00**

㉔ Date de dépôt: **10.08.89**

③① Priorité: **12.08.88 FR 8811190**

④③ Date de publication de la demande:  
**07.03.90 Bulletin 90/10**

⑥④ Etats contractants désignés: **BE DE ES GB IT**

⑦① Demandeur: **PECHINEY ELECTROMETALLURGIE**  
**Tour Manhattan La Défense 2 5/6 place de l'Iris**  
**F-92400 Courbevoie (FR)**

⑦② Inventeur: **Percheron, Jean-Claude**  
**145, Montée de Choulans**  
**F-69005 Lyon (FR)**

**Defrancq, Charles**  
**Kapellestraat 26**  
**B-9140 Zele (BE)**

**Dumont, Christian**  
**En Chazal Vouvray**  
**F-01200 Bellegarde En Valserine (FR)**

⑦④ Mandataire: **Séraphin, Léon et al**  
**PECHINEY 28, rue de Bonnel**  
**F-69433 Lyon Cedex 3 (FR)**

⑤④ **Procédé d'obtention de fonte à graphite sphéroïdal.**

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de production de fonte de moulage à graphite sphéroïdal ou vermiculaire à partir d'une fonte de base. Il consiste en un traitement tardif de la dite fonte de base au moyen d'un additif unique, agissant comme nodulisant et inoculant, ayant la composition suivante, exprimée en pourcent en poids :

Silicium .....	41 à 65
Magnésium .....	2 à 30
Bismuth .....	0,1 à 4
Terres rares .....	0,5 à 4
Ca, Ba, Sr .....	< 4 (pour chaque élément)
Aluminium .....	< 1,5
Fer .....	solde

Le traitement tardif de la fonte de base est effectué soit par introduction de l'additif divisé dans le jet de coulée de la fonte à l'entrée du moule soit par la technique dite "in-mold".

**Description****PROCEDE D'OBTENTION DE FONTES A GRAPHITE SPHEROIDAL****DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION**

5 La présente invention concerne un procédé d'obtention de fontes de moulage à graphite sphéroïdal par traitement tardif de la fonte au moyen d'un additif nodulisant unique permettant d'éviter l'inoculation.

**ETAT DE LA TECHNIQUE**

10 Les fontes de moulage à graphite sphéroïdal sont normalement obtenues par traitement d'une fonte de base avec un premier additif dit "nodulisant" qui assure la formation de graphite nodulaire ou sphéroïdal, et qui est le plus souvent du magnésium, par exemple sous forme d'un alliage fer-silicium-magnésium, avec ou sans terre rare, puis avec un inoculant qui modifie la germination du graphite et évite la formation de cémentite qui fragiliserait la fonte ; l'inoculant est le plus souvent à base de silicium, par exemple un alliage fer-silicium.

15 On sait également que l'effet du traitement de nodulisation est de courte durée (quelques minutes) en raison de l'évanouissement de l'effet du magnésium à la température de la fonte en fusion. Il est donc nécessaire de couler la fonte dans les moules très peu de temps après introduction des additifs. Cette exigence est peu compatible avec les conditions opératoires des fonderies modernes de grande capacité et largement automatisées car il est très difficile de conserver pendant une longue période (une demi-heure ou une heure, par exemple) une réserve de fonte traitée, dans des poches ou des fours de coulée automatique de grande capacité, comme cela serait souhaitable. La solution consiste alors à constituer une réserve de fonte en fusion non-traitée et à procéder à un traitement "tardif", par nodulisation puis inoculation, dans les quelques instants qui précèdent l'introduction de la fonte dans l'empreinte des pièces à l'intérieur des moules.

Ces traitements "tardifs" sont réalisés essentiellement par deux types de procédés :

25 - les procédés in-mold, dans lesquels les additifs en morceaux concassés ou moulés sont placés dans des logements ménagés dans le chenal d'alimentation en fonte,  
 - les procédés "au jet" dans lesquels le ou les additifs, plus ou moins finement pulvérisé(s) sont introduits dans le jet de coulée de fonte en sortie de la poche ou du four de coulée automatique, lors du déversement dans le moule. Un procédé et un dispositif relevant de ce dernier type ont été décrits dans notre brevet français FR 2588571 (= US 4723763). Ils permettent d'effectuer ces additions de façon continue et contrôlée, dans des conditions qui assurent l'élimination des crasses que pourrait provoquer cette opération.

30 La présente invention peut être mise en oeuvre aussi bien dans les procédés "in-mold" que dans les procédés "au jet" et, de façon générale, dans tous les procédés de traitement tardif, c'est-à-dire dans les quelques instants qui précèdent l'introduction de la fonte dans les empreintes des pièces à l'intérieur des moules.

**OBJET DE L'INVENTION**

35 L'objet de la présente invention est un procédé de production de fonte de moulage sphéroïdale ou vermiculaire caractérisé en ce que l'on procède à un traitement tardif de la fonte de base au moyen d'un additif unique, assurant simultanément la nodulisation et l'inoculation, cet additif étant un ferro-silico-magnésium comportant une addition de bismuth et d'au moins un métal de la famille des Terres Rares.

40 On a déjà préconisé, antérieurement, l'utilisation de bismuth dans les inoculants. Par exemple, le brevet français FR 2511044 (= US 4432793), au nom de la demanderesse décrit un inoculant, connu sous la marque déposée "Sphérix", qui est un ferro-silicium à 70-75 % de silicium, comportant de 0,005 à 3 % d'au moins l'un des métaux bismuth, plomb ou antimoine, et de 0,005 à 3 % d'au moins un métal du groupe des terres rares. Mais ce traitement est complémentaire de la nodulisation obligatoire par le magnésium, effectuée dans un premier stade.

45 Dans la demande de brevet japonais KOKAI/JA-59/43823, au nom de KUSAKA, on préconise l'introduction de bismuth et de cérium dans le nodulisant, mais l'inoculation ultérieure au ferro-silicium reste nécessaire pour obtenir les caractéristiques optimales de la fonte sphéroïdale.

50 La présente invention permet d'éviter le stade d'inoculation et d'obtenir directement une fonte sphéroïdale possédant un nombre élevé de nodules de graphite, et une absence totale de carbures même dans le cas de pièces de très faible épaisseur : quelques millimètres.

L'additif permettant d'obtenir ce résultat a une composition comprise dans les limites suivantes (exprimées en pourcent en poids) :

Silicium :	41 à 65
Magnésium :	2 à 30
Bismuth :	0,1 à 4
Terres rares :	0,5 à 4
Ca, Ba, Sr :	< à 4 (pour chaque élément)
Al :	< à 1,5
Fer :	différence à 100

5

10

Dans tout ce qui suit, on désignera par "Terres rares" au moins un métal du groupe des lanthanides, en particulier le cérium, éventuellement associé à d'autres métaux de la même famille (tels que le lanthane) dans une proportion variable selon l'origine du minerai et les traitements qu'il a subi.

Par rapport à l'art antérieur, le procédé, objet de l'invention se distingue essentiellement par le fait qu'il combine nodulisation et inoculation en une seule opération qui est effectuée en "tardif", ce qui entraîne une simplification des procédures et du matériel utilisés, donc un gain en prix de revient et en productivité de l'atelier de fonderie.

15

### EXEMPLE DE MISE EN OEUVRE

L'invention a été mise en oeuvre avec le dispositif faisant l'objet de notre demande FR 2588571, souvent appelé "sablier" en raison de sa forme particulière et qui permet l'introduction directe de l'additif finement pulvérisé dans le jet de coulée en atmosphère contrôlée.

20

On a donc préparé, selon l'invention, une fonte sphéroïdale ayant la composition finale suivante (% en poids) :

C: 3,7 Si: 2,5 Mn: 0,15 P: 0,043 Mg: 0,039

25

Pour cela, on a procédé à un traitement "tardif" de la fonte de base au moyen d'un additif unique, nodulisant-inoculant, ayant la composition suivante (% en poids) :

Si: 48,2 Mg: 6,1 TR: 0,56 Bi: 0,33 Ca: 0,44 Al: 0,71 Fe: balance. TR: essentiellement cérium, plus autres métaux du groupe, accompagnant habituellement le cérium.

Un essai comparatif, selon l'art antérieur, a été effectué sur la même fonte avec un nodulisant classique ayant la composition suivante (% en poids) :

30

Si: 44,5 Mg: 5,6 TR: 0,6 Ca: 0,83 Al: 1,21 Mn: 0,37 Fer: balance. Teneur en bismuth : nulle. TR: comme ci-dessus.

Dans les deux cas, le nodulisant a été introduit à la dose de 1 % du poids de la fonte.

Dans l'essai comparatif, la nodulisation a été suivie d'une inoculation classique avec un inoculant à base de ferro-silicium à 75 % de silicium dopé par des additions d'alcalino-terreux, à la dose de 0,2 % par rapport au poids de fonte.

35

Dans les deux cas, la fonte a été coulée, à une température de 1400°C, sous forme de barreaux ayant des diamètres de 30, 20, 12 et 6 millimètres. Les moulages ont été réalisés en sable Beta Set.

Sur ces barreaux, on a procédé à un comptage micrographique des nodules de graphite, par millimètre-carré de section transversale, ainsi qu'à la détection de la présence de carbure (cémentite) Fe<sub>3</sub>C.

40

Les résultats ont été les suivants :

	diamètre des barreaux de fonte:				
nodules/mm <sup>2</sup> et présence carbures (O/N)	30	20	12	6	
Essai comparatif,	550	750	1100		
art antérieur	N	N	N	O	50
Selon l'invention	660	900	2000	3400	
	N	N	N	N	

Ce tableau montre que :

- d'une part le nombre de nodules de graphite est sensiblement plus élevé dans le cas du traitement selon l'invention,

55

- d'autre part, l'obtention de pièces d'une épaisseur de 6 mm sans carbure, très difficile à obtenir selon l'art antérieur, est réalisée dans de très bonnes conditions selon l'invention, ce qui permet l'utilisation de ce procédé pour toutes les pièces en fonte à épaisseur réduite au moins jusqu'à 6 mm.

La quantité d'additif à introduire dans la fonte de base, pour la mise en oeuvre de l'invention, est déterminée par l'homme de l'art en fonction de la teneur finale visée, dans la fonte, des deux éléments magnésium et bismuth. Des teneurs moyennes de 0.025 à 0.060 % en poids de magnésium et de 0.005 à 0.02 de bismuth sont généralement considérées comme satisfaisantes. Elles peuvent donc être obtenues, compte-tenu de la volatilité des deux éléments, avec une quantité d'additif de l'ordre de 1 % par rapport au poids de fonte à traiter.

60

65

## Revendications

5 1° - Procédé de production de fonte de moulage à graphite sphéroïdal ou vermiculaire à partir d'une fonte de base, caractérisé en ce que l'on procède à un traitement tardif de la dite fonte de base au moyen d'un additif unique, agissant comme nodulisant et inoculant, ayant la composition suivante, exprimée en pourcent en poids :

10	Silicium .....	41 à 65
	Magnésium .....	2 à 30
	Bismuth .....	0,1 à 4
	Terres rares .....	0,5 à 4
15	Ca, Ba, Sr .....	< 4 (pour chaque élément)
	Aluminium .....	< 1,5
	Fer .....	solde

20 2° - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que le traitement tardif de la fonte de base est effectué par introduction de l'additif divisé dans le jet de coulée de la fonte à l'entrée du moule.

3° - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que le traitement tardif de la fonte de base est effectué selon la technique dite "in-mold".

25

30

35

40

45

50

55

60

65



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
Y	FR-A-2 511 044 (S.A. NOBEL BOZEL) * Revendications; page 5, lignes 7-12 * & US-A-4 432 793 (Cat. Y,D) ---	1-3	C 21 C 1/10 C 22 C 35/00
Y	AFS INTERNATIONAL CAST METALS JOURNAL, vol. 7, no. 3, pages 22-31; W. KRAUSE et al.: "Inoculation alternatives to prevent eutectic carbide formation in ductile iron" * Page 22, résumé; page 30, conclusions *	1-3	
A	LA FONDERIE BELGE - DE BELGISCHE GIETERIJ, vol. 52, février 1982, pages 5-18, ATFB, Gent-Zwijnaarde, BE; F. LIETAERT et al.: "Development of more powerful inoculants for spheroidal graphite irons" ---		
A	DE-A-3 409 550 (INGENIEURBÜRO Dr.-ING. K. ABLEIDINGER) ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	WO-A-8 303 848 (FOOTE) -----		C 21 C C 22 C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20-11-1989	Examineur OBERWALLENEY R.P.L.I.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant			