

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **88870150.5**

⑤① Int. Cl.⁴: **B 22 D 11/07**

㉑ Date de dépôt: **15.09.88**

③⑩ Priorité: **25.09.87 BE 8701090**

④③ Date de publication de la demande:
29.03.89 Bulletin 89/13

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

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: **Noville, Jean-François**
6, rue Clerbeau
B-4411 -Milmort- Herstal (BE)

Wilmotte, Stéphan
54, rue de la Loignerie
B-4930 Chaudfontaine (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 coulée continue d'un métal fondu.**

⑤⑦ Procédé de coulée continue d'un métal fondu, dans lequel on introduit un agent lubrifiant dans la lingotière à travers au moins un orifice de passage ménagé dans la paroi de cette lingotière. On utilise un agent lubrifiant sous la forme de billes sensiblement sphériques dont le diamètre n'est pas supérieur à 1,5 mm, et est de préférence compris entre 20 µm et 800 µm. Les billes sont constituées de verre, et de préférence d'un verre sodo-calcique. L'agent lubrifiant présente une température de début de ramollissement comprise entre 400°C et 800°C.

Description

Procédé de coulée continue d'un métal fondu.

La présente invention concerne un procédé de coulée continue d'un métal fondu, particulièrement mais non exclusivement de l'acier.

La coulée continue est une méthode de coulée, connue depuis longtemps, qui consiste à couler un métal fondu, sans interruption dans une lingotière sans fond. Les parois de la lingotière sont refroidies énergiquement; il en résulte un refroidissement rapide du métal coulé et la formation d'une peau solidifiée dont l'épaisseur augmente à mesure que le métal progresse dans la lingotière. A la sortie de cette dernière, le lingot partiellement solidifié traverse une zone, dite de refroidissement secondaire, où il poursuit et achève sa solidification. Pour faciliter la progression du lingot, la lingotière est généralement animée d'un mouvement de vibration suivant la direction de son axe longitudinal.

La solidification superficielle du métal dans la lingotière entraîne la mise en présence de deux surfaces métalliques différentes, se trouvant à des températures différentes et animées l'une par rapport à l'autre d'un mouvement discontinu. La zone de contact de ces surfaces est le siège de sérieux problèmes de frottement.

Pour favoriser la progression du métal dans la lingotière, il est de pratique courante de lubrifier celle-ci au moyen d'une poudre, à point de fusion relativement bas, que l'on dépose sur la surface supérieure du métal coulé dans la lingotière. Sous l'effet de la haute température du métal fondu, la poudre contenant un agent lubrifiant fond et s'écoule entre la paroi de la lingotière et le métal en train de se solidifier. Il peut cependant arriver que la poudre fondue perde totalement ou partiellement ses propriétés, et notamment sa fluidité avant d'atteindre la partie inférieure de la lingotière. Ce phénomène peut être du, par exemple, à l'entraînement de particules solides provenant du métal coulé. Ces particules solides sont généralement réfractaires, telles que des inclusions d'alumine, et ont pour effet de relever le point de fusion de la poudre; celle-ci se fige de façon irrégulière et la lubrification de la lingotière perd son caractère hydrodynamique.

En outre, dans la zone inférieure de la lingotière, le métal coulé présente une peau solidifiée relativement épaisse, qui se trouve à une température inférieure à celle du métal fondu. La paroi intérieure de la lingotière ne subit plus qu'un échauffement réduit et, du fait de son refroidissement énergétique, sa température reste inférieure au point de fusion de la poudre. Cette paroi intérieure se couvre ainsi d'une couche de poudre solidifiée qui se constitue au détriment du film d'agent lubrifiant et qui réduit par conséquent son efficacité.

Cet effet est encore aggravé par le fait que, dans la zone considérée de la lingotière, le métal partiellement solidifié subit une contraction qui provoque la rupture du contact entre la peau solidifiée et la paroi de la lingotière. Il s'établit entre celles-ci une couche d'air isolante, qui contrarie la

transmission de chaleur du métal fondu vers la paroi de la lingotière et favorise par conséquent le figeage de la poudre.

Dans ces conditions, la lubrification de la partie inférieure d'une lingotière de coulée continue n'est en général pas assurée d'une manière satisfaisante. Il en résulte un sérieux inconvénient en ce qui concerne la qualité du produit coulé, dont la surface peut présenter divers défauts tels que des fissures de retrait ou des marques de solidification.

Par le brevet BE-A-899.544, il a déjà été proposé un procédé pour lubrifier une lingotière de coulée continue en introduisant un agent lubrifiant par un orifice ménagé à travers la paroi de la lingotière. Ce brevet fait état d'un agent lubrifiant qui se trouve de préférence sous la forme d'un barreau. La mise en oeuvre de ce procédé s'est cependant avérée malaisée, en raison de la difficulté de réaliser des barreaux de lubrifiant satisfaisants et d'assurer une alimentation continue du lubrifiant sous cette forme. En outre, le procédé nécessite le préchauffage du lubrifiant, ce qui complique l'installation et augmente le coût de l'opération.

L'objet de la présente invention est de proposer un procédé du type de celui qui est mentionné dans l'introduction, mais qui ne comporte pas les inconvénients de mise en oeuvre qui viennent d'être indiqués. En particulier, le procédé de l'invention ne pose aucun problème pour assurer une alimentation continue du lubrifiant, et il ne nécessite pas de préchauffage de celui-ci.

Conformément à la présente invention, un procédé de coulée continue d'un métal fondu, dans lequel on introduit un agent lubrifiant dans la lingotière, à travers au moins un orifice de passage ménagé dans la paroi de ladite lingotière, est caractérisé en ce que l'on utilise un agent lubrifiant sous la forme de billes sensiblement sphériques, dont le diamètre n'est pas supérieur à 1,5 mm.

Il est en effet apparu, au cours des essais, qu'un diamètre de 1,5 mm constituait une limite supérieure raisonnable concernant le temps de ramollissement et de fusion des billes, ainsi que leur facilité de transport et de mise en oeuvre.

Selon une caractéristique particulière du procédé de l'invention, le diamètre desdites billes est compris entre 20 μm et 800 μm .

Egalement selon l'invention, lesdites billes sont constituées de verre, et de préférence d'un verre sodocalcique. Ce type de verre, bien connu dans la technique, est notamment utilisé pour la fabrication de verre plat.

Toujours selon l'invention, ledit agent lubrifiant présente une température de début de ramollissement comprise entre 400 °C et 800 °C.

Conformément à l'invention, on introduit lesdites billes d'agent lubrifiant par des conduits insérés dans les parois de la lingotière et débouchant dans l'intervalle entre la paroi de la lingotière et le métal coulé.

Il est en outre apparu avantageux d'ajuster le

débit de l'agent lubrifiant en fonction du débit de métal fondu, en particulier du débit d'acier, afin d'assurer en permanence un effet lubrifiant satisfaisant.

En principe, l'alimentation en billes d'agent lubrifiant peut être assurée par un écoulement naturel. Il s'est cependant avéré intéressant, suivant une variante particulière de l'invention, de réaliser cette alimentation sous pression, notamment afin de prévenir tout risque de bouchage des orifices d'alimentation.

Un exemple de mise en oeuvre permettra de faire apparaître divers avantages liés au procédé de la présente invention.

On a coulé des blooms carrés de 220 mm de côté en un acier contenant 0,8 % C. La température de l'acier était voisine de 1500°C. A une distance d'environ 10 cm en-dessous du niveau du ménisque, on a disposé 12 injecteurs présentant chacun une section de sortie de 12 mm², à raison de deux injecteurs par face et d'un injecteur dans chaque angle de la lingotière. Ces injecteurs étaient alimentés à partir de vérins, par l'intermédiaire de tubes en acier inoxydable de 6 mm de diamètre intérieur. Par ces injecteurs, on a introduit des billes de verre d'une granulométrie comprise entre 100 µm et 200 µm, sous un débit global de 0,5 kg/min. Les billes étaient constituées d'un verre sodocalcique présentant la composition suivante, en poids :

SiO₂ : 71,6 %

Al₂O₃ : 1 %

CaO : 9 %

Na₂O : 14 %

MgO : 4 %

K₂O : 0,4 %.

Leur température de début de ramollissement était de 570°C.

Dans ces conditions, et avec une lingotière fixe, c'est-à-dire non soumise à des vibrations, on a atteint une vitesse de coulée de 1,2 m/min, avec un débit d'acier supérieur de 30 % à celui que l'on aurait atteint dans une lingotière vibrante, sans la lubrification conforme à l'invention.

Les produits obtenus présentaient une surface parfaitement lisse, ne comportant ni fissures de retrait ni marques d'oscillation.

Le procédé de l'invention permet d'améliorer la qualité de surface des produits coulés en continu; il permet également d'accroître la vitesse de coulée, sans compromettre la sécurité de la coulée, c'est-à-dire sans augmenter le risque de percées. Il contribue ainsi à améliorer la productivité des installations de coulée.

Par ailleurs, l'installation requise est simplifiée, car elle ne comporte plus le mécanisme d'oscillation de la lingotière; enfin, il n'est plus nécessaire de prévoir un dispositif de préchauffage du lubrifiant.

Le procédé de l'invention ne pose aucun problème de mise en oeuvre, car les billes utilisées constituent un produit industriel disponible dans une large gamme de granulométrie. En raison de leur forme sphérique, les billes s'écoulaient sans difficulté dans les conduits et elles ne présentent pas de risque d'abrasion des parois de la lingotière, même en cas de fusion incomplète.

Enfin, la composition des billes peut aisément être adaptée, au moment de leur fabrication, pour tenir compte de diverses conditions, telles que :

- aptitude au ramollissement et à la fusion sans préchauffage;

- aptitude à mouiller une surface chaude, telle qu'une peau d'acier à une température de l'ordre de 1200°C;

- viscosité suffisamment basse pour assurer un bon effet lubrifiant;

- aptitude à s'écouler et à remplir l'intervalle entre les parois de la lingotière et la surface du produit coulé.

Revendications

1. Procédé de coulée continue d'un métal fondu, dans lequel on introduit un agent lubrifiant dans la lingotière à travers au moins un orifice de passage ménagé dans la paroi de ladite lingotière, caractérisé en ce que l'on utilise un agent lubrifiant sous la forme de billes sensiblement sphériques dont le diamètre n'est pas supérieur à 1,5 mm.

2. Procédé de coulée continue suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le diamètre desdites billes est compris entre 20 µm et 800 µm.

3. Procédé de coulée continue suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdites billes sont constituées de verre.

4. Procédé de coulée continue suivant la revendication 3, caractérisé en ce que lesdites billes sont constituées d'un verre sodo-calci-que.

5. Procédé de coulée continue suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit agent lubrifiant présente une température de début de ramollissement comprise entre 400 °C et 800 °C.

6. Procédé de coulée continue suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'on introduit ledit agent lubrifiant sous pression dans le ou lesdits orifices de passage.

7. Procédé de coulée continue suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on ajuste le débit de l'agent lubrifiant en fonction du débit de métal fondu.