

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 90470008.5

51 Int. Cl.⁵: **B22D 11/12, B22D 11/16**

22 Date de dépôt: 16.03.90

30 Priorité: 06.04.89 FR 8904861

43 Date de publication de la demande:
10.10.90 Bulletin 90/41

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

71 Demandeur: **TECHMETAL PROMOTION**
Domaine de l'Irsid Voie Romaine
F-57210 Maizières-Lès-Metz(FR)

72 Inventeur: **Ventavoli, Roger**
2, Route d'Uckange
F-57290 Fameck(FR)
Inventeur: **Neyret, Daniel**
41, rue Eugène Décisy
F-57000 Metz(FR)

74 Mandataire: **Ventavoli, Roger et al**
TECHMETAL PROMOTION Domaine de
l'IRSID Voie romaine BP 321
F-57213 Maizières-lès-Metz Cédex(FR)

54 **Procédé et dispositif de coulée continue de produits métalliques minces.**

57 Le procédé selon l'invention, pour la coulée continue de produits métalliques minces, notamment en acier, du type selon lequel on coule le métal liquide dans une lingotière de coulée continue de section allongée dont on extrait en continu le métal partiellement solidifié, et on réduit l'épaisseur du produit issu de la lingotière au moyen de rouleaux pinceurs 4,4', est caractérisé en ce que :

- on détecte si le point de fermeture du puits liquide est situé en amont ou en aval des rouleaux pinceurs,
- et en ce que entre lesdits rouleaux pinceurs, on applique au coeur du produit un champ magnétique variable tout en asservissant l'action dudit champ magnétique à la position détectée du point de fermeture du puits liquide.

A cet effet, le dispositif selon l'invention comporte :

- des moyens de détection 7,7' du fond du puits de solidification,
- un inducteur 6,6' au moins, logé dans au moins un des rouleaux pinceurs et pouvant produire un champ magnétique variable dans le coeur du produit coulé,
- et des moyens d'asservissement 8 dudit inducteur auxdits moyens de détection pour amener ou maintenir le point de fermeture du puits de solidification

au niveau de l'entrefer des rouleaux pinceurs.

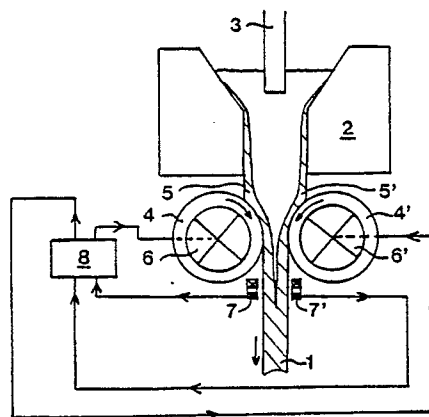


FIG. 1

PROCEDE ET DISPOSITIF DE COULEE CONTINUE DE PRODUITS METALLIQUES MINCES

L'invention concerne la coulée continue de produits métalliques minces, notamment en acier, et plus particulièrement le réglage de la profondeur du puits liquide en cours de coulée dans une machine comportant une lingotière et des rouleaux pinceurs agissant sur le produit alors que celui-ci n'est pas entièrement solidifié.

Les installations de coulée continue de brames en acier de faible épaisseur se distinguent des installations de coulée continue de brames d'épaisseur standard (de l'ordre de 200 mm), notamment par la présence en-dessous de la lingotière d'au moins une paire de rouleaux, dits rouleaux pinceurs. En effet, la lingotière, dont la conception dérive de celle des lingotières de coulée continue classique, ne permet pas d'obtenir directement les faibles épaisseurs souhaitées (20 à 120 mm). L'écartement des rouleaux pinceurs est fixe, en principe, pendant toute la coulée et égal à l'épaisseur désirée pour le produit. Leur rôle est de rapprocher et unir les parois solidifiées du produit issu de la lingotière, de manière à refermer par anticipation le puits liquide.

Lorsque les rouleaux pinceurs sont placés directement sous la lingotière, dans le cas où la température du métal liquide alimentant la machine est plus élevée que prévu, il y a un risque d'une solidification du métal insuffisamment avancée pour garantir la fermeture du puits liquide sous l'action des rouleaux pinceurs. Une telle fermeture tardive peut entraîner l'apparition de défauts sur le produit, tels que des ségrégations excessives, un gonflement des grandes faces, etc.

Lorsque les rouleaux pinceurs sont éloignés de la lingotière, le risque précédent existe toujours. Mais le principal danger est au contraire une fermeture prématurée du puits liquide qui se produirait en amont des rouleaux pinceurs, due à un refroidissement du produit trop rapide. Pour imposer son épaisseur définitive au produit, les rouleaux pinceurs doivent alors exercer un véritable effort de laminage, pour lequel ils ne sont en principe pas conçus. Equiper la machine d'un dispositif de réduction d'épaisseur du produit pouvant exercer de façon durable de tels efforts de laminage grèverait considérablement le coût de l'installation.

Le but de l'invention est de proposer une méthode de réglage rapide de la profondeur du puits liquide du produit coulé, permettant d'éviter sa fermeture tardive ou anticipée.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de coulée continue de produits métalliques minces, notamment en acier, du type selon lequel on coule le métal liquide dans une lingotière sans fond, refroidie, définissant pour le produit coulé, un pas-

sage de section allongée, dont on extrait en continu le métal partiellement solidifié, et on réduit l'épaisseur du produit issu de la lingotière au moyen de rouleaux dits rouleaux pinceurs, situés en aval de la lingotière dans le sens d'extraction des produits. Selon l'invention, ce procédé est caractérisé en ce que :

- on détecte si le point de fermeture du puits liquide est situé en amont, ou en aval des rouleaux pinceurs,

- et en ce que, entre lesdits rouleaux pinceurs, on applique au coeur du produit un champ magnétique variable tout en asservissant l'action dudit champ magnétique à la position détectée du point de fermeture du puits liquide de manière à empêcher que le puits liquide se prolonge durablement en aval des rouleaux pinceurs.

Ledit champ magnétique variable peut être stationnaire, et exercer une action de réchauffage sur le produit coulé. Il peut aussi être mobile et exercer une action de brassage sur le coeur liquide du produit coulé.

L'invention a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé, et défini dans la Revendication 4 jointe.

Comme on l'aura compris, l'invention consiste à détecter si le puits liquide se referme en amont ou en aval des rouleaux pinceurs et à moduler la quantité d'énergie thermique ou cinétique communiquée au métal par les moyens de production du champ magnétique variable, de manière à ramener le point de fermeture du puits liquide entre les rouleaux pinceurs.

On connaît déjà des instruments capables de détecter la présence ou l'absence au coeur d'un produit en cours de coulée d'une zone encore liquide. Certains d'entre eux sont des sondeurs ultra-sonores consistant à produire une onde d'ultra-sons qui se propage transversalement à travers le produit à analyser. L'énergie transmise est captée et comparée à une valeur de référence déterminée en l'absence de puits liquide. Un principe analogue peut être appliqué à l'aide de bobines à induction, l'impédance varie alors en fonction de la présence ou non à coeur du produit d'une phase liquide. Ces instruments conviennent bien pour des produits de faibles épaisseurs, comme ceux concernés ici. Mais d'autres dispositifs, mieux adaptés à des produits plus épais, peuvent bien entendu, également convenir. A titre d'exemple, on mentionne celui décrit dans le certificat d'utilité n° FR 2352611 qui vise à déceler une variation d'épaisseur d'une brame classique de coulée continue entre deux paires de rouleaux, due à un gonflement provoqué par le coeur liquide.

Cette détection est effectuée par une mesure d'absorption différentielle d'un champ magnétique alternatif traversant le produit dans le sens de son épaisseur.

Par ailleurs, la vitesse de solidification d'un produit en cours de coulée, qui influence la profondeur du puits liquide peut être notablement modifiée par l'établissement de mouvements de convection forcée au sein du coeur liquide particulièrement si ce produit est de faible épaisseur. Plus ces mouvements sont intenses, plus la solidification est rapide. Ces mouvements peuvent être obtenus grâce à l'action de champs magnétiques variables mobiles, créés par des inducteurs. Ces inducteurs peuvent être avantageusement placés à l'intérieur des rouleaux pinceurs eux-mêmes. Enfin, la vitesse de solidification du produit peut être influencée par l'application d'un champ magnétique variable stationnaire ayant un effet de chauffage inductif sur le produit. Plus ce chauffage est intense, plus la solidification est retardée.

L'invention sera mieux comprise au vu de la description qui suit, faisant référence aux figures suivantes :

- la figure 1, qui schématise, vue en coupe et de profil, une installation de coulée continue de brames minces selon l'invention, dont les rouleaux pinceurs sont situés immédiatement sous la lingotière.

- la figure 2, qui schématise, vue en coupe et de profil, une installation de coulée continue de brames minces selon l'invention, dont les rouleaux pinceurs sont éloignés de la lingotière.

Sur la figure 1, le produit 1 sort de la lingotière 2, alimentée en métal liquide par la busette 3, à l'état partiellement solidifié. Dans l'exemple représenté, les rouleaux pinceurs 4, 4' qui rapprochent les couches de métal solidifié 5, 5' constituant les grandes faces du produit de manière à refermer le puits liquide, sont situés juste en dessous de la lingotière. Ils contiennent chacun un inducteur (6, 6') produisant un champ magnétique variable. Pour cette raison, ces rouleaux sont creux et avantageusement conformes à ceux décrits dans le brevet luxembourgeois n° 67 753 déposé le 07.06.1973 et dont le contenu est incorporé par référence à la présente description. Si, comme représenté, la solidification du produit est trop lente, l'action des rouleaux pinceurs est insuffisante pour refermer le puits liquide. Cela se traduit par un gonflement du produit en aval des rouleaux pinceurs. Ce gonflement est détecté, dans l'exemple considéré, par l'ensemble formé par les bobines 7, 7' comme indiqué dans le certificat d'utilité FR 2352611 déjà cité : le champ produit par la bobine émettrice 7 est en partie recueilli par la bobine réceptrice 7'. La valeur du signal recueilli est corrélée par une

du produit, qui est elle-même comparée à l'épaisseur nominale de celui-ci. Si l'épaisseur mesurée est supérieure à l'épaisseur nominale, cela traduit l'existence d'un puits liquide qui se prolonge anormalement sous les rouleaux pinceurs. En conséquence, l'unité de traitement de l'information commande de modifier l'action des champs magnétiques produits par les inducteurs 6, 6'.

Si les champs magnétiques sont mobiles, leur action de brassage sur le coeur liquide peut être permanente et participer au processus normal de solidification du produit. Il faut alors augmenter l'intensité du brassage de manière à accélérer la solidification et à ramener la fermeture du puits liquide entre les rouleaux pinceurs. Un retour à cette situation normale se traduit par la disparition du gonflement sous les rouleaux pinceurs. Une autre possibilité consiste à ne produire l'effet de brassage que dans le cas où le puits de solidification descend en-dessous des rouleaux pinceurs. Cet effet est interrompu dès que le fond du puits de solidification est revenu à son emplacement normal.

Si les champs magnétiques sont fixes, leur action de chauffage du produit est permanente et permet de moduler la vitesse de solidification du produit. Pour remonter le point de fermeture du puits liquide, il faut alors diminuer ou interrompre cette action de chauffage.

Les bobines 7 et 7' peuvent être remplacées par tout autre dispositif permettant de détecter le puits liquide, tel que des traducteurs ultra-sonores, par exemple.

Si la machine de coulée continue comporte des rouleaux pinceurs éloignés de la lingotière, par exemple d'une distance d'environ 1 m, tel que représenté sur la figure 2, il est également possible d'utiliser, comme précédemment, un ensemble composé de bobines 7, 7' pour détecter une fermeture tardive du puits liquide. Toutefois, dans ce type d'installation, le risque majeur est la fermeture prématurée, en amont des rouleaux pinceurs, du puits liquide, due par exemple, à une température anormalement basse du métal liquide alimentant la lingotière. Il faut alors adjoindre au dispositif de détection du puits liquide placé en-dessous des rouleaux pinceurs un dispositif capable de détecter une fermeture du puits liquide qui aurait lieu en amont des rouleaux pinceurs. Ce dispositif peut être constitué, comme représenté sur la figure 2, par un ensemble de traducteurs ultra-sonores, un émetteur 9 et un récepteur 10 placés contre le produit en défilement et reliés à l'unité de traitement 8. Ils sont étalonnés de manière à pouvoir déterminer si le coeur du produit est à l'état liquide comme le nécessite le fonctionnement normal de la machine. Dans le cas contraire, l'unité de traitement commande de modifier l'action des induc-

teurs intégrés aux rouleaux pinceurs. Si cette action est une action de brassage permanente, elle est diminuée ou même interrompue, de manière à ralentir la solidification. Si cette action est une action de chauffage, elle est augmentée si elle est permanente, ou déclenchée si elle n'est qu'intermittente et destinée précisément à rendre liquide le coeur d'un produit qui, sans cela, serait déjà au moins partiellement solidifié.

Bien entendu, des variantes aux configurations exemplifiées peuvent être envisagées. Le puits liquide peut être détecté au moyen de tout dispositif autre que ceux mentionnés. De même, les inducteurs ne sont pas obligatoirement logés dans les rouleaux. Si on dispose d'inducteurs suffisamment puissants, il est tout à fait possible de les disposer à l'extérieur des rouleaux si on le souhaite. De même, encore dans le cas d'une machine à rouleaux pinceurs éloignés de la lingotière, on peut choisir de la faire fonctionner de manière à limiter les risques de retrouver la fermeture du puits liquide en-dessous des rouleaux pinceurs et rendre ainsi peu utile l'installation d'un dispositif de détection du puits dans cette zone.

Revendications

1) Procédé de coulée continue de produits métalliques minces, notamment en acier, du type selon lequel on coule le métal liquide dans une lingotière sans fond, refroidie (2) définissant pour le produit coulé un passage de section allongée dont on extrait en continu le métal partiellement solidifié, et on réduit l'épaisseur du produit issu de la lingotière au moyen de rouleaux dits rouleaux pinceurs, disposés en aval de la lingotière, dans le sens d'extraction des produits, caractérisé en ce que :

- on détecte si le point de fermeture du puits liquide est situé en amont ou en aval des rouleaux pinceurs,
- et en ce que, entre lesdits rouleaux pinceurs (4, 4'), on applique au coeur du produit un champ magnétique variable tout en asservissant l'action dudit champ magnétique à la position détectée du point de fermeture du puits liquide de manière à empêcher que le puits liquide se prolonge durablement en aval des rouleaux pinceurs.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le champ magnétique est un champ magnétique variable stationnaire, ayant un effet de chauffage inductif du produit.

3) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le champ magnétique est un champ magnétique variable mobile, ayant un effet de brassage du coeur liquide du produit.

4) Dispositif de coulée continue de produits métalliques minces, notamment en acier, du type

comportant une lingotière sans fond, refroidie (2) définissant, pour le produit coulé, un passage de section allongée et en aval de la lingotière dans le sens d'extraction des produits, des rouleaux pinceurs (4, 4') destinés à provoquer, par réduction de l'épaisseur du produit, la fermeture du puits de solidification, caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- des moyens de détection (7, 7' ; 9,10) du fond de puits de solidification disposés en amont ou en aval des rouleaux pinceurs,

- un inducteur (6, 6') au moins pouvant produire un champ magnétique variable dans le coeur du produit coulé, situé entre les rouleaux pinceurs,

- et des moyens d'asservissement (8) dudit inducteur auxdits moyens de détection du point de fermeture du puits de solidification, pour amener ou maintenir le point de fermeture du puits de solidification entre les rouleaux pinceurs.

5) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le champ magnétique variable est un champ magnétique stationnaire exerçant une action de réchauffage sur le produit coulé.

6) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le champ magnétique variable est un champ magnétique mobile exerçant une action de brassage sur le coeur liquide du produit coulé.

7) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de détection du puits de solidification sont constitués par des traducteurs ultra-sonores.

8) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de détection du puits de solidification sont constitués par des bobines d'induction.

9) Dispositif selon la revendication 4 caractérisé en ce que l'inducteur (6, 6') est logé à l'intérieur des rouleaux pinceurs (4, 4').

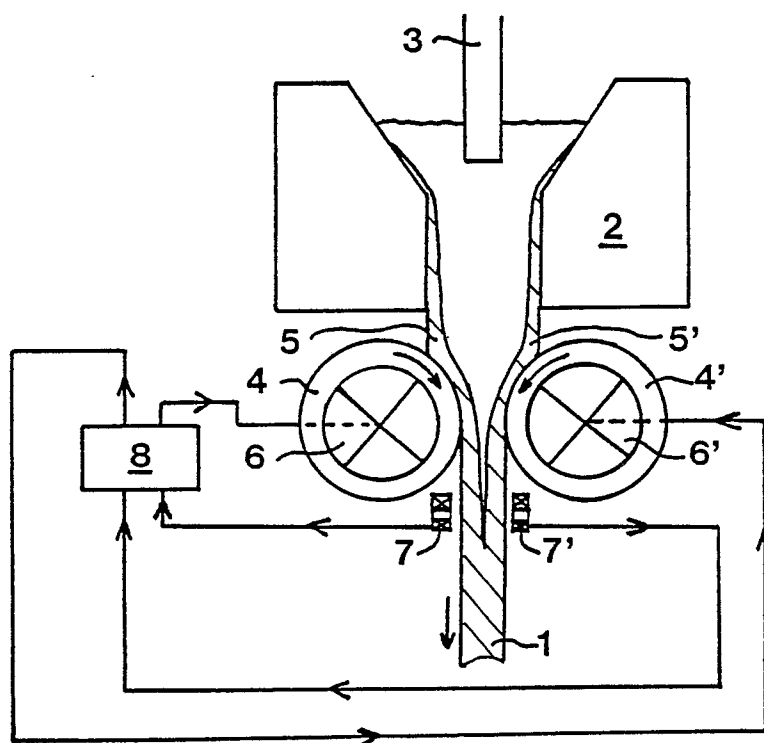


FIG. 1

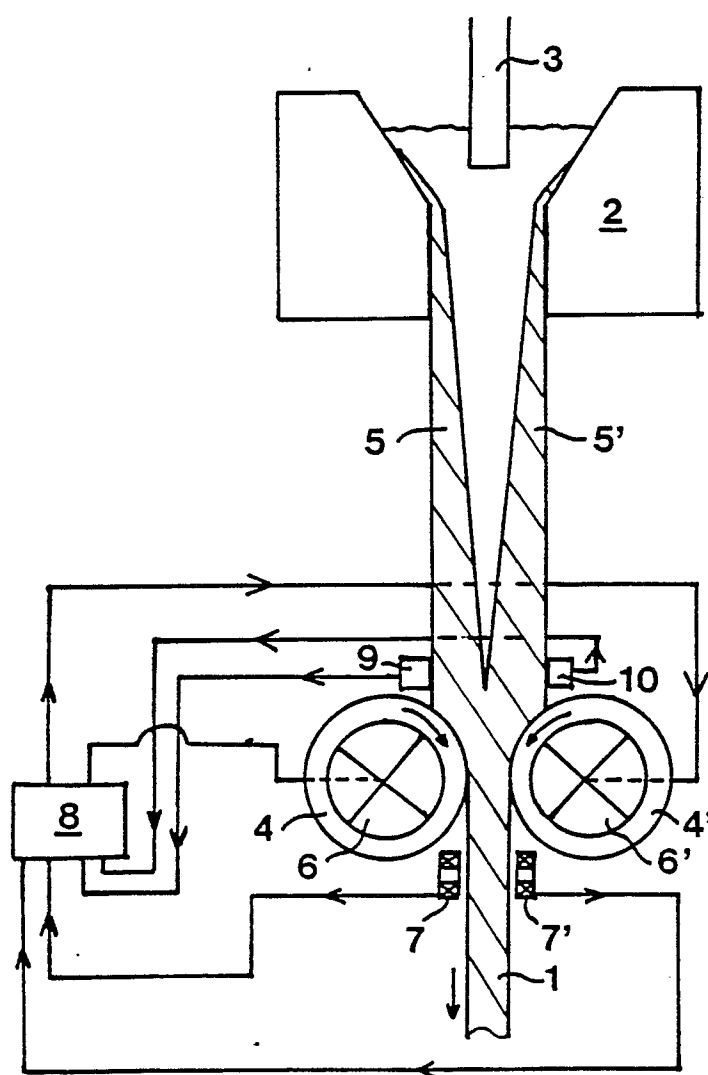


FIG. 2



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.5)
Y	DE-A-1 583 608 (DEMAG AG) * Page 4, lignes 23-25; page 5, ligne 26 - page 6, ligne 16 * ---	1-2,4-5 ,7-8	B 22 D 11/12 B 22 D 11/16
Y,D	FR-A-2 352 611 (IRSID) * Page 4, lignes 36-40; page 9, lignes 22-30; page 2, lignes 11-16; revendication 1 * ---	1-2,4-5 ,7-8	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 10, no. 105 (M-471)[2162], 19 avril 1986; & JP-A-60 238 001 (ISHIKAWAJIMA HARIMA JUKOGYO K.K.) 26-11-1985 * Résumé * ---	1,4	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 9, no. 5 (C-260)[1728], 10 janvier 1985; & JP-A-59 159 934 (KAWASAKI SEITETSU K.K.) 10-09-1985 * Résumé * ---	3,6	
A,D	LU-A- 67 753 (IRSID) * Revendication 1; figure 7 * -----	9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) B 22 D B 21 B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 03-07-1990	Examineur DOUGLAS K.P.R.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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	