



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 413 650 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **90470045.7**

(51) Int. Cl.⁵: **B22D 11/06**

(22) Date de dépôt: **08.08.90**

(30) Priorité: **18.08.89 FR 8911091**

(43) Date de publication de la demande:
20.02.91 Bulletin 91/08

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

(71) Demandeur: **USINOR SACILOR Société Anonyme**
La Défense 9, 4, Place de la Pyramide
F-92800 Puteaux(FR)

(72) Inventeur: **Blin, Philippe**
11, route de Metz
F-57050 Lorry-Lès-Metz(FR)
Inventeur: **Grandgenevre, Yves**
29, rue Joffre
F-57120 Rombas(FR)
Inventeur: **Sosin, Laurent**
11, rue des Acacias
Seremange, F-57290 Fameck(FR)
Inventeur: **Ganser, Christophe**
12, rue Saint Exupéry
F-57290 Fameck(FR)
Inventeur: **Jacquot, Jean-Luc**
29, rue Marchant
F-57000 Metz(FR)

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

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

(57) Dans un procédé de coulée continue de produits métalliques de faible épaisseur, notamment en acier, par solidification du métal liquide contre au moins un cylindre refroidi (2, 2') en rotation, on forme sur au moins une face du produit une ligne (5) de moindre résistance mécanique parallèle aux rives.

L'installation pour la mise en oeuvre de ce procédé comporte au moins un cylindre présentant sur sa circonférence une discontinuité superficielle, telle qu'une rainure ou une zone en relief.

L'invention a pour but de faciliter le chutage des rives du produit coulé, ou son refendage.

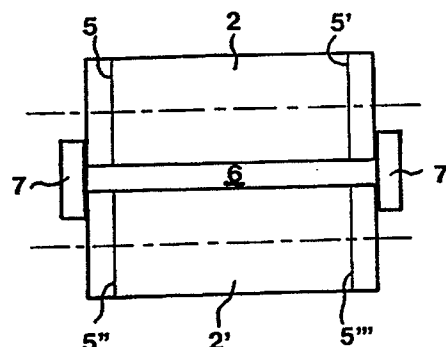


FIG. 2

EP 0 413 650 A1

PROCEDE ET DISPOSITIF DE COULEE CONTINUE DIRECTE DE PRODUITS METALLIQUES MINCES

La présente invention se rapporte au domaine des installations de coulée continue directe de produits métalliques, notamment en acier, de faible épaisseur, dans lesquelles la solidification du produit est assurée par le contact entre le métal liquide et la surface externe d'un cylindre unique ou de deux cylindres en rotation et énergiquement refroidis intérieurement.

La coulée continue directe de produits minces en acier (de l'ordre de 10 mm d'épaisseur, et moins) est actuellement expérimentée sur deux types principaux d'installation :

- d'une part des installations dans lesquelles le produit est solidifié dans une lingotière comportant deux parois mobiles constituées par les surfaces externes de deux cylindres en rotation autour des deux axes parallèles et refroidis intérieurement de façon énergétique ;

- d'autre part, des installations dans lesquelles la surface externe d'un cylindre unique refroidi intérieurement vient lécher un bain de métal liquide, de manière à former sur le cylindre une pellicule qui se solidifie rapidement.

Les expériences en cours n'ont pas encore permis d'aboutir à l'obtention de produits totalement et constamment satisfaisants. Parmi les principaux défauts rencontrés figure la qualité insuffisante des rives du produit. Celles-ci présentent souvent des irrégularités d'épaisseur, de planéité et d'aspect, et il serait alors nécessaire de les chuter en vue d'une utilisation ultérieure du produit. Ces défauts sont d'ailleurs, en nature et en importance, tout à fait comparables à ceux rencontrés sur les produits fabriqués à partir de brames de coulée continue classique par laminage à chaud, que ces produits minces directement coulés en continu sont destinés à supplanter.

D'autre part, lorsque de telles installations seront en mesure de couler des bandes de grande largeur (par exemple, supérieure à 1 m), il sera intéressant d'avoir la possibilité de couler sur la même installation des produits destinés à conserver leur largeur normale et des produits pouvant être facilement refendus pour donner une pluralité de bandes de plus faible largeur. Bien entendu, les modifications à apporter à l'installation ne devraient pas nécessiter le changement de trop nombreuses pièces essentielles de celle-ci.

Le but de l'invention est de faciliter l'opération de chutage des rives du produit voire le refendage de ce même produit.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de coulée continue de produits métalliques de faible épaisseur, notamment en acier, par solidification du métal liquide sur la surface refroidie d'au

moins un cylindre en rotation, caractérisé en ce que, lors de la solidification du métal, sur au moins une face du produit une ligne de moindre résistance mécanique sensiblement parallèle aux rives.

L'invention a également pour objet une installation pour la mise en oeuvre de ce procédé, caractérisée en ce que l'un au moins des cylindres présente sur sa circonférence au moins une discontinuité superficielle.

Dans une forme de réalisation, cette discontinuité superficielle est située à proximité d'une des extrémités du cylindre, et est constituée par une gravure en creux, telle qu'une rainure, qui peut être comblée par un matériau thermoisolant. Dans une autre forme de réalisation, elle est constituée par une zone en relief.

Comme on l'aura compris, le chutage des rives du produit ou son refendage, postérieurement à la coulée, est effectué selon les lignes de moindre résistance mécanique formées sur le produit pendant la solidification. Il est ainsi possible d'employer un appareillage de découpe de conception plus simple que dans le cas où le produit présente une résistance au cisaillement uniforme sur toute sa largeur.

L'invention sera mieux comprise au vu de la description qui suit, faisant référence à la planche unique de dessins sur laquelle,

- la figure 1 schématise le processus de solidification du métal liquide sur la surface d'un cylindre refroidi comportant une rainure ;

- la figure 2 schématise une installation de coulée entre deux cylindres fixes l'un par rapport à l'autre, et aménagés selon l'invention.

- la figure 3 schématise une installation similaire, dont les cylindres sont translatables l'un par rapport à l'autre, et aménagés selon l'invention.

L'invention prend son origine dans l'observation selon laquelle, dans une machine de coulée continue sur un cylindre ou entre deux cylindres, une rayure accidentelle de la surface d'un cylindre aboutit à la formation de criques et d'hétérogénéités de structure sur le produit au cours de sa solidification. Le mécanisme de cette formation est illustré sur la figure 1. L'acier liquide 1 vient au contact de la surface externe d'un cylindre 2 muni de moyens de refroidissement non représentés, tels que des canaux internes à circulation d'eau. L'extraction de chaleur à partir du liquide opérée par le cylindre, symbolisée par les flèches 3, 3', a pour conséquence la formation d'une couche 4 de métal solidifié entre le cylindre et le métal encore liquide, couche dont l'épaisseur croît au fur et à mesure de la rotation du cylindre, jusqu'à ce que le produit complètement solidifié se sépare de lui.

Si la surface du cylindre comporte une rainure 5 suffisamment étroite pour que, grâce aux phénomènes de tension superficielle, le métal liquide ne puisse y pénétrer, la partie de la croûte solidifiée située à l'aplomb de cette rainure subit une extraction de chaleur moindre que les parties environnantes. En effet, contrairement aux parties environnantes, elle ne bénéficie pas du contact direct entre la croûte et la surface refroidie du cylindre. Il en résulte que, face à de la rainure, la solidification est anormalement lente, ce qui se traduit par une épaisseur solidifiée inférieure à ce qu'elle devrait normalement être. Ce phénomène est aggravé par l'accumulation dans la partie la moins solidifiée des contraintes thermomécaniques exercées sur la croûte, qui provoque un décollement de la croûte au voisinage des bords de la rainure. Ce processus entraîne que la structure du produit présente des particularités là où la solidification a eu lieu face à d'une rainure. Ces particularités vont dans le sens d'une plus grande fragilité du produit, et sont favorables à la formation de fissures, ou criques, qui sont rédhibitoires lorsqu'elles apparaissent sur un produit destiné à être utilisé. Elles constituent, en effet, des amorces de rupture.

Ceci explique pourquoi la surface d'un cylindre de coulée doit être en principe exempte de telles rayures pouvant provoquer des défauts distribués aléatoirement. En revanche, les inventeurs ont pensé qu'il est intéressant de créer de façon délibérée, au voisinage des rives du produit et parallèlement à elles, des hétérogénéités de structure conduisant à une plus grande fragilité du produit à leur emplacement, voire à la formation immédiate de criques. Ces défauts constituent des lieux de rupture privilégiés lors du chutage des rives. Ce chutage peut donc être réalisé au moyen de machines de conception plus rudimentaire que les cisailles de rives du type de celles qui sont utilisées en aval des trains à bandes. Dans le cas de l'invention, un simple pliage des rives est en effet suffisant pour provoquer leur séparation du reste du produit.

Dans certains cas, le frottement des rives sur les parois réfractaires qui obturent latéralement la lingotière est même suffisant pour amorcer la séparation des rives dès la solidification du produit.

La figure 2 schématise une installation de coulée continue entre deux cylindres 2, 2' qui, en cours de coulée, demeurent fixes l'un par rapport à l'autre. L'espace de coulée est obturé latéralement par deux parois réfractaires 7, 7' dites "petites faces" appliquées contre les extrémités des cylindres, et contre lesquelles se solidifient les rives du produit. Les cylindres comportent sur leur circonférence au voisinage de chacune de leurs extrémités, une discontinuité superficielle constituée par une rainure 5, 5', 5'', 5'''. Ces rainures forment chacune sur le produit une ligne de moindre résistance

mécanique proche d'une rive, et selon laquelle s'effectuera ultérieurement le chutage des rives. Bien entendu, les rainures agissant sur les faces opposées de la même rive du produit (5 et 5'' d'une part, 5' et 5''' d'autre part) doivent être préférentiellement placées en regard l'une de l'autre, afin que les lignes de moindre résistance mécanique qu'elles définissent voient leurs effets s'additionner au moment du chutage des rives.

La figure 3 schématise une installation de coulée dans laquelle le cylindre 2 est fixe et le cylindre 2' mobile sur son axe, comme indiqué par la flèche. Ces cylindres sont dits "translatables" l'un par rapport à l'autre. La petite face 8 respectivement 8' est solidaire de l'extrémité latérale du cylindre 2 respectivement 2' et repose de façon coulissante sur la surface de travail du cylindre 2' respectivement 2. Ce dispositif a pour effet de permettre de changer la largeur du produit, y compris pendant la coulée elle-même. Etant donné la multiplicité des positions que peuvent, prendre les cylindres l'un par rapport à l'autre, il n'est pas possible de les rainurer de manière à toujours faire coopérer leurs rainures respectives, contrairement au cas précédent. En conséquence, sur chaque cylindre, on ne ménage qu'une rainure unique 5, 5' disposée au voisinage de l'extrémité du cylindre solidaire de la petite face 8, 8'. De cette façon, les lignes de moindre résistance mécanique formées sur le produit sont seulement au nombre d'une par rive. Leur effet doit donc être suffisamment marqué pour permettre quand même le chutage aisé des rives dans des conditions analogues à celles du cas précédent.

Dans le cas de la coulée sur un seul cylindre rainuré à ses deux extrémités, là encore on ne peut former sur le produit qu'une seule ligne de moindre résistance mécanique par rive, puisque la solidification de l'une des faces du produit s'effectue de manière libre. Cependant, cet inconvénient est minimisé par le fait que les produits coulés suivant cette technique sont en général plus minces que ceux coulés entre deux cylindres. Le chutage des rives s'en trouve donc facilité.

Les rainures doivent être d'une part suffisamment étroites et nettement dessinées pour que les forces de tension superficielle empêchent le métal liquide de pénétrer au fond des rainures, et, d'autre part, suffisamment larges et profondes pour créer une rupture significative dans le mode de refroidissement du produit. Des dimensions possibles pour les rainures sont de l'ordre de 0,5 mm pour la largeur, et 0,5 mm pour la profondeur. La section de la rainure peut être de forme quelconque, telle que triangulaire, ou, de préférence, sensiblement carrée ou rectangulaire. Ces dernières formes sont en effet les plus aptes à éviter les infiltrations de métal liquide dans la rainure, car elles provoquent

une rupture de la surface du cylindre plus franche que ne le ferait une rainure de section triangulaire.

D'autre part, la rainure peut être comblée par un matériau thermoisolant. Ceci permet de créer une ligne de moindre résistance mécanique de plus grande largeur qu'avec une rainure simple, car ainsi on s'affranchit des problèmes d'infiltration du métal au fond de la rainure.

Les lignes de moindre résistance mécanique doivent être suffisamment éloignées des rives pour permettre le bon fonctionnement de l'outil de découpe et garantir le chutage complet des parties défectueuses, sans toutefois imposer l'enlèvement d'une quantité excessive de produit sain. La largeur chutée peut être, par exemple, de 10 mm de part et d'autre du produit.

Comme on l'a dit, le procédé peut être également appliqué pour faciliter le refendage du produit. Dans ce cas, des rainures sont ménagées sur les cylindres, cette fois sensiblement à l'écart des rives, de manière à former sur le produit une ou plusieurs lignes de moindre résistance mécanique correspondant aux lignes selon lesquelles sera ultérieurement effectué le refendage. Ainsi, par exemple, la transformation d'une machine permettant habituellement de couler un produit unique de 1500 mm de large en une machine permettant d'obtenir en fin de compte deux produits de 750 mm de large ne nécessite que le remplacement du ou des cylindres classiques normalement utilisés par un ou des cylindres comportant une rainure sur leur circonférence médiane, et la mise en oeuvre d'un outil de refendage. Celui-ci peut être disposé sur la machine de coulée en aval des cylindres, ou être indépendant de la machine et n'agir sur les produits que postérieurement à leur coulée et à leur bobinage.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples décrits. D'autres moyens de création de lignes de moindre résistance mécanique près des rives du produit sont envisageables. On peut imaginer, en particulier, de remplacer les rainures sur les cylindres par tout autre modèle de gravure en creux, tel qu'un ensemble de plusieurs rainures proches les unes des autres, ou même par des zones en relief, telles que des nervures ou des picots, qui diminueraient localement l'épaisseur du produit et faciliteraient ainsi la découpe de ses rives ou son refendage. D'autre part, si l'orientation générale des lignes de moindre résistance mécanique est sensiblement parallèle aux rives, ces lignes peuvent présenter des ondulations.

Enfin, l'invention est également applicable au cas où les cylindres présentent sur toute leur surface une rugosité particulière obtenue par une série de gravures de faible largeur et de faible profondeur (de l'ordre de 0,1 mm), qui ont pour but de favoriser l'entraînement du produit par le ou les

cylindres et d'améliorer son état de surface. Par leurs dimensions et leur action, elles se distinguent ainsi nettement des rainures selon l'invention qui forment des lignes de moindre résistance mécanique dans des zones déterminées du produit.

Revendications

- 1) Procédé de coulée continue de produits métalliques de faible épaisseur, notamment en acier, par solidification du métal liquide sur la surface refroidie d'au moins un cylindre en rotation, caractérisé en ce que, lors de la solidification du métal, on forme sur une face au moins du produit au moins une ligne de moindre résistance mécanique sensiblement parallèle aux rives.
- 2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite ligne de moindre résistance mécanique est située à proximité d'une rive du produit.
- 3) Installation de coulée continue de produits métalliques de faible épaisseur, notamment en acier, par solidification du métal sur la surface refroidie d'au moins un cylindre en rotation, pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit cylindre présente sur sa circonférence au moins une discontinuité superficielle.
- 4) Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que ladite discontinuité superficielle est située à proximité d'une extrémité du cylindre.
- 5) Installation selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que ladite discontinuité est constituée par une gravure en creux.
- 6) Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que ladite gravure en creux est constituée par une rainure unique.
- 7) Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que ladite rainure est comblée par un matériau thermoisolant.
- 8) Installation selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que ladite discontinuité superficielle est constituée par une zone en relief.
- 9) Installation selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisée en ce qu'elle comporte deux cylindres fixes et en ce que ces cylindres comportent une discontinuité superficielle au voisinage de chacune de leurs extrémités.
- 10) Installation selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisée en ce qu'elle comporte deux cylindres translatables l'un par rapport à l'autre, en ce que ces cylindres comportent chacun une discontinuité superficielle au voisinage d'une seule de leurs extrémités, et en ce que ces discontinuités sont disposées sur les cylindres de manière à agir chacune sur une rive différente du produit.

PL. UNIQUE

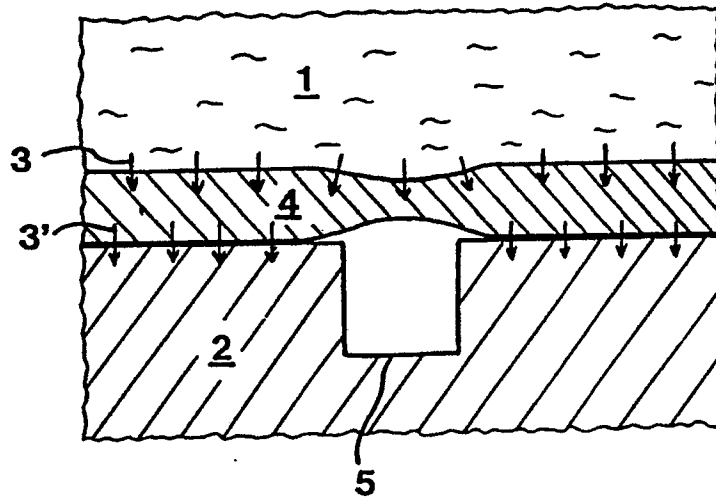


FIG. 1

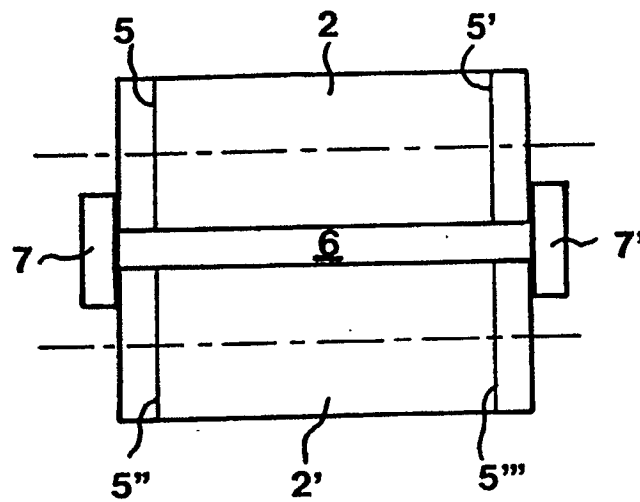


FIG. 2

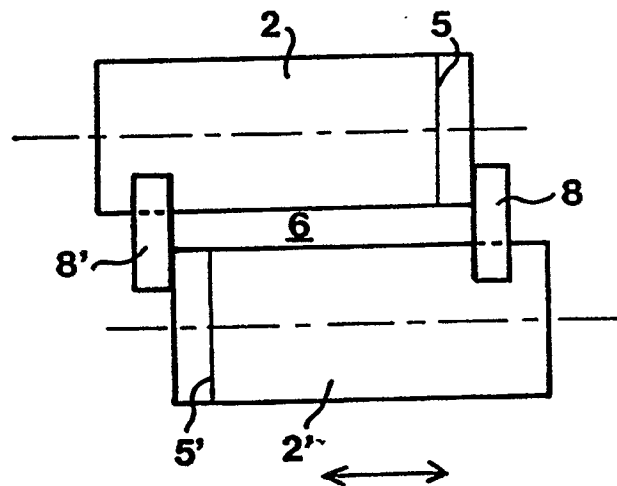


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 90 47 0045

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)
X	EP-A-0 040 071 (BATELLE DEVELOPMENT CORP.) * Résumé; figures 1-6; page 3, lignes 15-20; page 11, ligne 1 - page 13, ligne 23 *	1-6,8	B 22 D 11/06
Y	---	7,9	
Y	US-A-4 155 397 (HONSINGER et al.) * Résumé; figures 1-5; colonne 3, ligne 10 - colonne 5, ligne 17 *	7	
Y	---		
Y	FR-A-2 137 424 (INSTITUT SPETSIALNYKH SPOSOBOV LITIA) * Figures 1,2,3; page 3, ligne 9 - page 5, ligne 27 *	9	
A	---		
A	US-A-4 408 653 (NIENART et al.) ---		
A	EP-A-0 016 905 (ALLIED CHEMICAL CORP.) ---		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 9, no. 132 (M-385)[1855], 7 juin 1985; & JP-A-60 015 051 (NIPPON KOKAN K.K.) 25-01-1985 -----		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B 22 D
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		06 novembre 90	MAILLIARD A.M.
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			