



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1012626A3

NUMERO DE DEPOT : 09900290

Classif. Internat. : B22D

Date de délivrance le : 09 Janvier 2001

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 23 Avril 1999 à 10H00 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES Asbl VERENIGING ZONDER WINSTOOGMERK Vzw
rue Montoyer 47 (social), B-1000 BRUXELLES(BELGIQUE); rue E.Solvay 11 (admin.) B-4000 LIEGE (BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN MICHEL, OFFICE VAN MALDEREN, BD. DE LA SAUVENIERE 85/043 - B 4000 LIEGE.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : DISPOSITIF POUR FABRIQUER DES PRODUITS PLATS PAR LA COULEE CONTINUE EN CHARGE VERTICALE D'UN METAL EN FUSION.

INVENTEUR(S) : Courbe Pierre, avenue Marie Henriette 7, B-4900 Spa (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 09 Janvier 2001
PAR DELEGATION SPECIALE :

En fonctionnement, le métal liquide s'écoulant du panier répartiteur dans la lingotière via une busette réfractaire, immergée ou non sous le niveau d'acier liquide ou ménisque, situé dans la partie supérieure de la lingotière, crée des turbulences au niveau de la surface libre d'acier sous forme de boucles de recirculation ou de vagues au ménisque. En outre, on constate en pratique qu'il est très difficile de maintenir un niveau rigoureusement constant de l'acier dans la lingotière, principalement lorsque le débit d'acier est élevé. De plus, des perturbations existent dans le système. Elles sont, soit régulières et contrôlées, et liées au mouvement d'oscillation de la lingotière en cours de l'opération de coulée continue, soit accidentelles, par exemple, lors de la modification de la vitesse de coulée, donc du débit sortant de la lingotière, ou d'irrégularités dans le débit entrant dues, par exemple, à une détérioration progressive de la busette,

Afin de diminuer l'impact des perturbations au niveau du ménisque, on a développé des systèmes performants de régulation du débit d'acier liquide par restriction de la section de passage de la busette en fonction du niveau mesuré en lingotière, systèmes dits à quenouille ou à tiroir. D'autre part, des systèmes de "frein électromagnétique" ont également été mis au point afin de diminuer les vitesses d'écoulement au sein même du liquide présent en lingotière, et notamment au ménisque.

Ces systèmes, quoique performants, ne permettent pas d'éviter complètement la formation de défauts de surface dus au fait que la solidification de l'acier est amorcée au niveau du ménisque, c'est-à-dire à l'endroit du premier contact avec les parois de la lingotière en cuivre.

Ce problème de qualité de surface est particulièrement aigu en coulée continue de produits plats, par exemple tels que des brames, car bon nombre de produits coulés dans ces formats sont destinés à des applications dites "nobles" telles que les tôles pour carrosseries ou pour boîtes à boissons et exigent un produit coulé de base exempt de défauts de surface.

Une alternative au procédé conventionnel de coulée continue décrit ci-dessus consiste à dissocier la zone du ménisque de la zone de première solidification. On a constaté qu'on remédie à la majorité des défauts de surface sur le produit obtenu en coulée

continue en évitant que le ménisque ne s'établisse dans la même région que celle où commence la solidification de la peau dudit produit. Pour ce faire, on prolonge la lingotière en cuivre vers le haut par un élément, appelé rehausse, constitué d'une matière réfractaire et positionné au-dessus de ladite lingotière de telle sorte que le niveau d'acier liquide, ou ménisque, soit situé dans la rehausse précitée en réfractaire et non plus dans la lingotière en cuivre proprement dite. L'acier demeure donc à l'état liquide au contact des réfractaires constitutifs de la rehausse et commence à se solidifier seulement lorsqu'il arrive au contact de la lingotière métallique formée de cuivre sise en dessous de la rehausse c'est-à-dire largement sous le niveau du ménisque, à une distance dont l'ordre de grandeur est de 100 à 300 mm. Cette dernière méthode de coulée continue d'acier avec une rehausse en réfractaire disposée au-dessus de la lingotière en cuivre est appelée coulée continue en charge.

Dans le contexte précité, la majorité des travaux de recherche / développement sont directement inspirés de la technique de coulée continue en charge horizontale et ont pour caractéristique que les dimensions internes de la rehausse réfractaire sont inférieures aux dimensions internes de la lingotière au-dessus de laquelle elles sont positionnées, avec pour résultat que les parois de la rehausse ne peuvent pas être disposées dans le prolongement des parois de la lingotière.

Par ailleurs, une autre technologie de coulée continue en charge verticale, qui a été développée récemment, utilise des rehaussees en réfractaire dont les parois internes sont disposées en alignement parfait, aux jeux d'assemblages mécaniques près, avec les parois internes de la lingotière de coulée continue verticale sur laquelle elle est positionnée. De cette manière, on évite les défauts typiques présents en coulée continue en charge horizontale tels que les "cold shuts" qui sont imputables à des solidifications parasites sur la face des réfractaires qui est perpendiculaire à l'axe de coulée et qui apparaissaient aussi en coulée continue en charge verticale du fait de la transposition de la technique de rehausse de l'horizontal vers le vertical, c'est-à-dire sans alignement de la face intérieure de la lingotière avec la face intérieure de la rehausse ou du joint s'il en existe un entre la rehausse et la lingotière.

Dans le contexte de la coulée continue en charge verticale de produits longs, avec une rehausse aux mêmes dimensions internes que celles de la lingotière de coulée continue, on observe les caractéristiques techniques suivantes:

- une rehausse qui est construite de manière à ce que ses parois intérieures soient en alignement avec les parois internes de la lingotière;
- ladite rehausse réfractaire est positionnée au-dessus de la lingotière de coulée continue et fait office de "réservoir d'acier liquide", la rehausse en question devant répondre principalement à des critères de résistance au choc thermique et est constituée d'un matériau possédant d'excellentes propriétés d'isolation thermique;
- la présence d'un élément réfractaire, dit "de jonction", placé entre ladite rehausse et la lingotière de coulée continue et lui aussi en alignement avec ces deux derniers, ledit élément de jonction étant positionné juste au-dessus de ladite lingotière et devant satisfaire à certains critères de conductibilité et diffusivité thermiques, de résistance au choc thermique, de résistance à l'usure mécanique (contact avec l'acier solidifié) et chimique (contact avec l'acier liquide) et d'usinabilité acceptable pour sa mise à forme; ledit réfractaire étant généralement monobloc et obligatoirement précontraint par frettage à chaud dans un cadre métallique afin d'augmenter sa résistance à la fissuration au cours de sa montée en régime thermique en début de coulée;
- une injection de gaz inerte, par exemple de l'argon, est réalisée entre la lingotière de coulée continue en cuivre et l'élément de jonction afin d'éviter l'apparition de solidifications parasites d'acier sur le bas des réfractaires. Pratiquement, l'injection de gaz inerte est réalisée au travers d'une fente horizontale continue ménagée entre le cuivre et le réfractaire et dont la hauteur est comprise entre 0,05 mm et 0,3 mm;
- Un tube de lingotière modifié, pour permettre d'une part la fixation du système de rehausse et d'autre part le refroidissement intense de l'extrémité supérieure du tube.

30

Le fait de passer d'une coulée continue conventionnelle vers une coulée continue sous charge a pour conséquence l'apparition d'un problème de refroidissement de la partie de la lingotière directement proche de son entrée. En effet, dans la coulée continue

verticale conventionnelle, le niveau d'acier liquide ou ménisque se situe à une distance pouvant aller de 100 à 200 mm sous l'extrémité supérieure du tube formant la lingotière en cuivre. Cette distance est variable en fonction des sites, des constructeurs de la machine, Le refroidissement du tube est assuré par une circulation d'eau à grande vitesse, se faisant verticalement, de bas en haut, tout au long de la paroi extérieure. L'eau est forcée à passer entre le tube de lingotière et une "chemise" extérieure, qui ménage un passage de l'ordre de 3 à 6 mm de large. L'extension de ce circuit jusqu'à proximité de l'arête supérieure de la lingotière, c'est-à-dire de l'ordre de 5 mm de la face supérieure et de 7 mm de la face intérieure du tube formant la lingotière est rendue obligatoire par le fait que la solidification de l'acier qui s'y amorce a pour effet de provoquer un échauffement important du tube de la lingotière. Le tube en question étant généralement en cuivre, sa température ne peut donc pas dépasser 350 à 500°C, soit la température de recristallisation de la nuance de cuivre utilisée, Cependant, cette extension du circuit de circulation verticale de l'eau est limitée en pratique par l'obligation de créer un arrondi important pour "guider" l'eau sous peine de voir se former des zones mortes où se produisent des phénomènes d'ébullition de l'eau, fort néfastes à la tenue en service de la lingotière. Il s'avère donc dans ces conditions, d'une part qu'il est impossible d'approcher le refroidissement suffisamment près de l'arête supérieure de la lingotière pour permettre, sans danger de surchauffe locale, une amorce de la solidification pratiquement à l'entrée de la lingotière, et d'autre part, que lors de la coulée continue en charge, la présence de la rehausse rend possible le début de la solidification directement à l'entrée de la lingotière, d'où en découle un danger réel de détérioration de la lingotière.

Dans le contexte de la coulée continue en charge de produits longs, la solution technologique actuellement retenue dans le cadre des développements connus consiste à prolonger le circuit existant de refroidissement de la lingotière aussi loin que possible et à ajouter, au-dessus du tube formant la lingotière, un élément tubulaire court, de l'ordre de 40 à 100 mm, appelé anneau ou cadre, et qui est refroidi par une circulation horizontale d'eau à très grande vitesse. De cette manière, le canal d'eau étant de section rectangulaire et pouvant être positionné fort près de l'arête supérieure du tube de la lingotière, on peut assurer un refroidissement adéquat et efficace du bord supérieur de la lingotière. De plus, cet élément est aisément démontable et peut donc

être remplacé indépendamment de la lingotière en cas de détérioration, par exemple suite à l'usure de l'arête supérieure provoquée par le frottement de la peau solidifiée, éventuellement accentué par le mouvement d'oscillation propre de la lingotière, ou encore suite à une déformation rémanente due aux très hautes températures atteintes par l'arête supérieure de la lingotière en cuivre. L'anneau est placé en parfait alignement sur les faces internes de la lingotière afin de conserver une section de passage constante pour l'acier en cours de solidification. Si tel n'était pas le cas, il en résulterait des contraintes sur la peau du produit en cours de solidification, ce qui déboucherait inévitablement sur un arrêt accidentel de l'opération de coulée.

10

Une variante des développements actuels connus consiste à intégrer dans le dessus du tube formant la lingotière classique un circuit de refroidissement comparable à celui de l'anneau ou cadre. On a alors la latitude d'utiliser, ou non, l'anneau ou cadre.

15

Les essais de mise en pratique industrielle des développements techniques précités ont été principalement appliqués dans la coulée continue en charge verticale de produits longs s'apparentant au format billettes, à savoir de petites dimensions (200 x 200 mm² maximum) et de sections symétriques (carrés, hexagones ou ronds), et ce au moyen de lingotières tubulaires formées en général d'une seule pièce.

20

Une extension des développements précités vers la coulée continue en charge verticale de produits plats, communément appelés brames, a fait apparaître un certain nombre de problèmes au niveau de la construction même de la lingotière avec rehausse.

La technologie de coulée continue verticale en charge avec anneau ou cadre telle que décrite ci-dessus ne peut pas s'appliquer directement à la coulée continue en charge avec rehausse de produits plats ou brames pour des raisons liées à la réalisation pratique de l'anneau ou cadre pour le refroidissement qui semble poser un problème majeur dans une mise en œuvre industrielle.

Les difficultés pratiques précitées sont principalement liées au fait qu'il existe des différences importantes au niveau de la construction entre les lingotières pour billettes ou produits longs et celles utilisées pour les brames ou produits plats.

30

En effet, une lingotière pour billettes ou produits longs est caractérisée par :

- une construction monobloc, par exemple un tube en cuivre;
- une section circulaire, carrée ou rectangulaire avec un rapport largeur sur épaisseur n'excédant pas 2;
- 5 - des dimensions réduites, de l'ordre de 220 mm de côté au maximum.

Une lingotière pour brames ou produits plats est, quant à elle, caractérisée par :

- une construction en 4 plaques indépendantes, ayant chacune son propre circuit de refroidissement, et assemblées mécaniquement, les deux petites faces étant pressées entre les deux grandes faces;
- 10 - une section rectangulaire avec un rapport largeur sur épaisseur largement supérieur à 2;
- de grandes dimensions, par exemple, une épaisseur de 220 mm sur une largeur 2000 mm;
- 15 - généralement, une possibilité de modification de la largeur, soit en cours de coulée, soit entre deux opérations de coulée, par déplacement contrôlé des deux petites faces entre les deux grandes faces.

Vu les différences structurelles précitées existantes entre les dispositifs pour couler en continu sous charge des produits, respectivement longs et plats, l'adaptation d'une technique dérivée de l'anneau ou cadre utilisé dans la coulée continue verticale en charge des produits longs n'est pas évidente et demande qu'on tienne compte des caractéristiques propres au refroidissement des plaques qui forment la lingotière pour produits plats.

25

Dans la pratique courante, le refroidissement de chacune des 4 plaques, en cuivre ou en un de ses alliages, constitutives d'une lingotière à brames est généralement réalisé comme suit.

- Sur la face arrière ou face froide de la plaque sont fraisées des rainures verticales régulièrement espacées; une variante consistant à forer des trous verticaux non dépassants dans l'épaisseur de la plaque, à boucher leur extrémité, et à mettre les canaux ainsi créés en communication avec la face froide en forant des trous horizontaux perpendiculaires à la face froide, d'une part au voisinage de l'extrémité
- 30

supérieure de la plaque et d'autre part au voisinage de son extrémité inférieure.

- Des "plaques d'appui" en acier sont appliquées sur la face arrière des plaques en cuivre et cumulent les trois fonctions suivantes, à savoir :
- rigidifier les plaques de cuivre au cours de l'opération de coulée: les plaques d'appui
5 sont ainsi fixées sur les plaques en cuivre par une pluralité de vis ou tirants ;
- permettre l'assemblage mécanique des 4 faces de la lingotière en intégrant des systèmes de fixation sur un châssis extérieur ;
- assurer l'alimentation du circuit de refroidissement de chaque plaque.
- La plaque d'appui est plus exactement une boîte, parfois dite boîte à eau ou boîte
10 de refroidissement, comprenant deux chambres de répartition horizontales: une en haut et une en bas, qui alimentent les rainures ou les trous forés de la plaque en cuivre. La circulation d'eau dans les rainures (fermées alors par la plaque d'appui) ou dans les trous se fait de bas en haut.
- L'étanchéité est réalisée au moyen d'un joint périphérique intercalé entre la plaque
15 en cuivre et la plaque d'appui ou, dans le cas des trous forés, au moyen de plusieurs joints: un par trou horizontal.

Les grandes dimensions des lingotières pour produits plats rendent impossible
l'adjonction d'un anneau ou cadre pour le refroidissement de la zone de première
20 solidification de l'acier liquide directement contre le bord supérieur de la lingotière. En effet, les dilatations thermiques d'une pièce unique seraient inévitablement différentes de celles observées sur la lingotière

- Les petites faces de la lingotière sont, via leurs plaques d'appui respectives,
appuyées sur un cadre extérieur rigide. Leur position est donc fixée. Une dilatation
25 des grandes plaques ne crée pas un déplacement des petites faces
- Un cadre monobloc serait sujet à un déplacement de ses petites faces (dans le sens d'une augmentation de sa section) sous l'effet d'une dilatation de ses grandes faces.

On aurait alors un changement de la section de passage sur la hauteur de la lingotière,
30 ce qui est incompatible avec la conduite de l'opération de coulée.

D'autre part, un anneau ou cadre serait également incompatible avec un changement de largeur rapide, soit en cours de coulée ou entre deux opérations de coulée. Il rendrait

impossible tout changement de largeur en cours de coulée, et allongerait les opérations nécessaires au changement de largeur entre deux coulées, car il faudrait alors placer un autre anneau, adapté aux nouvelles dimensions.

5 *Présentation de l'invention*

Le dispositif de la présente invention permet de résoudre le problème du refroidissement du bord supérieur d'une lingotière de coulée continue de produits plats et d'éviter ainsi les problèmes de détérioration de celle-ci liés à une surchauffe.

Il consiste à définir un anneau ou cadre de refroidissement qui est appelé, dans le cas
10 des lingotières pour brames, une pré-lingotière qui est composée de pré-plaques.

Conformément à la présente invention, un dispositif pour fabriquer des produits plats par la coulée continue en charge verticale d'un métal en fusion sous forme de brames, mettant en œuvre une lingotière qui est prolongée par une rehausse constituée d'une
15 matière réfractaire, ladite rehausse étant positionnée au-dessus de ladite lingotière de telle sorte que le niveau d'acier liquide, ou ménisque, soit situé lors de l'opération de coulée continue dans la rehausse précitée en réfractaire et non plus dans la lingotière proprement dite, éventuellement un élément de jonction en réfractaire étant disposé
20 directement en dessous de la rehausse en réfractaire précitée et étant préféren-
tiellement constitué d'au moins quatre éléments allongés, appelés ci-après barreaux, lesdits éléments étant positionnés de telle sorte que leur assemblage définisse un élément de jonction de forme intérieure identique à celle de la lingotière et dont les faces intérieures sont le prolongement des faces intérieures correspondantes de la lingotière, le produit de la largeur du barreau au cube multipliée par la hauteur dudit
25 barreau et divisé par la longueur au cube dudit barreau étant inférieur ou égal à 0,025 mm, c'est-à-dire $(l^3 * h * L^{-3}) \geq 0,025$ mm, avec h représentant la hauteur qui est la dimension de la section du barreau qui est sensiblement parallèle au sens de progression de la brame, l représentant la largeur qui est la dimension de la section du barreau qui est sensiblement perpendiculaire au sens de progression de la brame et L
30 étant la longueur du barreau, toutes ces dimensions étant exprimées en mm, caractérisé en ce qu'il comporte un élément en cuivre, appelé pré-lingotière, disposé directement au-dessus de la lingotière, en ce que ledit élément est refroidi par un liquide, en ce qu'il est composé d'au moins quatre éléments allongés, appelés ci-après

pré-plaques, lesdits éléments étant positionnés de telle sorte que leur assemblage définisse un élément de forme intérieure identique à celle de la lingotière et dont les faces intérieures sont le prolongement des faces intérieures correspondantes de la lingotière.

5

Suivant une modalité de réalisation préférentielle du dispositif de la présente invention, une pré-plaque est composée d'au moins deux éléments disposés longitudinalement bout à bout suivant la plus grande dimension de la section droite de la brame.

10 Suivant une autre modalité de réalisation préférentielle du dispositif de la présente invention, la pré-lingotière est réalisée en un alliage contenant plus de 50 % de cuivre.

La solution consistant à adapter, sur chaque plaque en cuivre, une "pré-plaque" a pour avantages non négligeables, d'une part de permettre le refroidissement efficace de la zone dite de première solidification, soit la zone proche de l'arête supérieure de la lingotière et qui est la plus sujette à une détérioration par voie de surchauffe localisée, et d'autre part de constituer une pièce "d'usure", pouvant être changée plus facilement qu'une plaque constitutive de la lingotière elle-même si une détérioration de la zone proche de l'arête supérieure se produisait.

20

La pré-plaque est réalisée dans la même matière que la plaque, ou dans une matière proche, typiquement un alliage de cuivre. En principe, cela a pour effet principalement d'assurer un certain synchronisme dans la dilatation des éléments constitutifs respectivement de la pré-lingotière et de la lingotière.

25 L'aspect « pièce d'usure » n'est pas négligeable, car l'amorce de la solidification de la brame est déplacée vers le bord extrême de la lingotière et même au-dessus et cette zone lors de la coulée continue avec rehausse.

Suivant une autre modalité de réalisation du dispositif de la présente invention, les surfaces des pré-plaques, qui sont en contact avec le métal en fusion, appelées faces chaudes, sont pourvues d'un revêtement présentant un coefficient de frottement faible et une grande dureté de surface, préférentiellement à base de chrome ou de nickel.

30

Le revêtement dont est pourvue la face chaude, c'est-à-dire celle qui est en contact avec le métal en fusion, permet d'une part d'obtenir un excellent fini de surface, et de ce fait un faible coefficient de frottement, et une grande dureté, et d'autre part sert à augmenter la résistance thermique, et donc à diminuer les flux thermiques extraits de l'acier par la pré-plaque. Ceci peut se révéler utile pour améliorer l'état de surface des nuances d'acier sensibles, comme les péritectiques et les bas carbone, pour lesquels des flux trop importants créent des déformations de la peau du produit coulé.

Suivant encore une autre modalité de réalisation du dispositif de la présente invention, on recouvre la face supérieure de la pré-plaque d'une couche de matière offrant une grande dureté. La face supérieure est celle qui est au contact de la rehausse ou de l'élément de jonction, s'il en existe un, et susceptible d'être détériorée par la croûte formant l'amorce de solidification.

Suivant une modalité de mise en œuvre préférentielle du dispositif de la présente invention, chaque pré-plaque de la lingotière est fixée sur la plaque de la lingotière qui lui correspond.

Suivant une autre modalité de mise en œuvre préférentielle du dispositif de la présente invention, un moyen d'alignement permet d'obtenir un alignement parfait, aux tolérances mécaniques près, entre les faces chaudes, c'est-à-dire en contact avec le métal en fusion, respectivement d'une pré-plaque et de la plaque y correspondant.

La procédure ci-dessus, consistant à fixer une pré-plaque sur la plaque qui lui correspond, présente l'avantage d'éliminer l'influence des différences de dilatation entre les plaques, respectivement les pré-plaques, et les plaques d'appui, tant sur l'assemblage global de la lingotière et de la pré-lingotière que sur l'alignement des pré-plaques et des plaques.

Suivant une autre modalité de mise en œuvre du dispositif de la présente invention, chaque pré-plaque comporte son propre circuit de refroidissement, à circulation d'eau horizontale. Cette modalité de conception permet d'approcher fort près de l'arête supérieure de la zone de première solidification et d'éviter de ce fait un échauffement

trop important en y assurant un refroidissement efficace. De préférence, le circuit de refroidissement est de section droite rectangulaire.

Il va de soi que les circuits de refroidissement des pré-plaques différentes peuvent être
5 connectés en série en ce qui concerne la circulation du fluide de refroidissement et ce dans n'importe quel ordre et nombre.

Suivant une modalité de réalisation du dispositif de la présente invention, la rehausse est solidarisée avec la lingotière, de préférence la rehausse et le joint sont solidarisés
10 avec la pré-lingotière qui est elle-même fixée sur la lingotière.

Suivant encore une autre modalité de mise en œuvre du dispositif de la présente invention, chaque pré-plaque comporte au moins un circuit d'alimentation en gaz inerte ayant pour fonction de réaliser une injection de gaz inerte, de préférence de l'argon,
15 entre la pré-lingotière et les réfractaires en contact avec cette dernière.

La solidarisation des pré-plaques et des plaques d'une part et la solidarisation des éléments de la rehausse et des pré-plaques ou des plaques d'autre part, permettra d'éviter les problèmes de dilatation thermique et d'autoriser les opérations de
20 changement de largeur, en cours de coulée ou non.

Suivant une autre modalité de mise en œuvre du dispositif de la présente invention, les pré-plaques ont une épaisseur au moins égale à celle des plaques, éventuellement les pré-plaques sont « enrobantes », c'est-à-dire que leur bord comporte un bord d'appui
25 plus large soit du côté des plaques, soit du côté rehausse, soit des deux côtés précités, de préférence la hauteur (dimension selon l'axe de coulée) des pré-plaques est comprise entre 40 et 200 mm.

Suivant une modalité préférentielle de mise en œuvre du dispositif de la présente
30 invention, un système de réglage permet de disposer les arêtes supérieures des plaques dans un même plan horizontal, aux tolérances d'assemblage mécanique près.

De par la modalité de réglage ci-dessus, les arêtes supérieures des pré-plaques sont également situées dans un même plan horizontal, ce qui est bénéfique pour l'obtention

d'un front de solidification homogène, l'acier liquide initiant sa solidification au plus haut, face à l'arête supérieure de la pré-plaque.

Suivant une autre modalité préférentielle de mise en œuvre du dispositif de la présente invention, ayant trait au circuit de refroidissement des plaques formant la lingotière de coulée continue, on configure le circuit de refroidissement d'au moins une des plaques dans la partie la plus proche de la pré-lingotière de telle sorte, d'une part, que sa forme assure la déflexion du flux du liquide de refroidissement de manière à favoriser un écoulement régulier et à prévenir la présence de zones mortes lors du passage du fluide de refroidissement et, d'autre part, que l'épaisseur de la paroi de la plaque entre la face chaude (face en contact avec le métal en fusion) et la face froide (face en contact avec le liquide de refroidissement) soit amincie, les deux caractéristiques constructives précitées ayant pour objet d'augmenter le refroidissement de la lingotière de coulée continue dans la zone la plus proche de la pré-lingotière et d'éviter ainsi une dégradation de la lingotière en question suite à une surchauffe localisée.

D'autres particularités et avantages de la présente invention sont indiqués dans la description détaillée d'un exemple de réalisation pratique qui va suivre. Cette description est illustrée par la Figure 1 annexée, celle-ci étant une représentation schématique, sans échelle particulière, dans laquelle on n'a reproduit que les éléments nécessaires à la compréhension de l'invention.

La Figure 1 est une coupe dans une vue en élévation dans laquelle on n'a représenté schématiquement que la partie gauche par rapport à un axe longitudinal de symétrie (T). Le demi-ensemble représenté comprend une rehausse (1), dont seule la partie inférieure est dessinée, un joint (2), une pré-lingotière (3), une lingotière (4). Dans le cadre du procédé de coulée continue avec rehausse, le niveau d'acier liquide ou ménisque (M) est situé dans la rehausse (1).

L'acier liquide (A) amorce sa solidification au niveau de la pré-lingotière (3) et forme une peau (P) solide dont l'épaisseur augmente au fur et à mesure qu'on extrait la brame hors de la lingotière (4) dans le sens de coulée (S).

On distingue la pré-lingotière (3) disposée au-dessus de la lingotière (4), tant la pré-lingotière que la lingotière sont munies de canaux de refroidissement, respectivement (5) dans la pré-lingotière (3) et (6) dans la lingotière (4), cette dernière étant alimentée en liquide de refroidissement par la plaque d'appui (7) faisant office de boîte à eau (8).

5

La partie supérieure de la lingotière (4), en contact avec la pré-lingotière (3), comporte un circuit de refroidissement incorporé dans les plaques la constituant configuré dans la zone (X) de manière à assurer la déflexion du flux du liquide de refroidissement, favorisant ainsi un écoulement régulier sans formation de zones mortes, et dont
10 l'épaisseur (e) de la paroi entre la face chaude et la face froide est amincie, de manière à conserver la température du métal constitutif de la plaque en question sous le seuil critique de la température de recristallisation dudit métal.

Le dispositif de mise en œuvre de l'invention permet donc d'obtenir par une opération
15 de coulée continue en charge verticale des brames en acier qui présentent un excellent état de surface et une très bonne santé interne, satisfaisant de la sorte aux critères nécessaires pour les applications nobles telles que les tôles de carrosseries et les boîtes de boissons.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif pour fabriquer des produits plats par la coulée continue en charge
5 verticale d'un métal en fusion sous forme de brames, mettant en œuvre une lingotière (4) qui est prolongée par une rehausse (1) constituée d'une matière réfractaire, ladite rehausse (1) étant positionnée au-dessus de ladite lingotière (4) de telle sorte que le niveau d'acier liquide, ou ménisque (M), soit situé lors de l'opération de coulée continue dans la rehausse (1) précitée en réfractaire et non plus dans la
10 lingotière (4) proprement dite, caractérisé en ce qu'il comporte un élément (3), appelé pré-lingotière (3), disposé directement au-dessus de la lingotière (4), en ce que ledit élément (3) est refroidi par un liquide, en ce qu'il est composé d'au moins quatre éléments allongés, appelés ci-après pré-plaques, et en ce que lesdits éléments sont positionnés de telle sorte que leur assemblage définisse un élément
15 de jonction de forme intérieure identique à celle de la lingotière (4) et dont les faces intérieures sont le prolongement des faces intérieures correspondantes de la lingotière.
2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un élément de jonction
20 (2) en réfractaire est disposé directement en dessous de la rehausse (1) en réfractaire précitée.
3. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que l'élément de jonction (2)
25 est constitué d'au moins quatre éléments allongés, appelés barreaux, lesdits éléments étant positionnés de telle sorte que leur assemblage définisse un élément de jonction de forme intérieure identique à celle de la lingotière et dont les faces intérieures sont le prolongement des faces intérieures correspondantes de la lingotière, et en ce que le produit de la largeur du barreau au cube multipliée par la hauteur dudit barreau et divisé par la longueur au cube dudit barreau est inférieur
30 ou égal à 0,025 mm, c'est-à-dire $(l^3 * h * L^{-3}) \geq 0,025 \text{ mm}$, avec h représentant la hauteur qui est la dimension de la section du barreau qui est sensiblement parallèle au sens de progression de la brame, l représentant la largeur qui est la dimension de la section du barreau qui est sensiblement perpendiculaire

au sens de progression de la brame et L étant la longueur du barreau, toutes ces dimensions étant exprimées en mm.

4. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'une
5 pré-plaque est composée d'au moins deux éléments disposés longitudinalement
bout à bout suivant la plus grande dimension de la section droite de la brame.
5. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que
la pré-lingotière (3) est réalisée en un alliage contenant plus de 50 % de cuivre.
10
6. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que
les surfaces des pré-plaques, qui sont en contact avec le métal en fusion, appelées
faces chaudes, sont pourvues d'un revêtement présentant un coefficient de
frottement faible et une grande dureté de surface.
15
7. Dispositif suivant la revendication 6, caractérisée en ce que le revêtement des faces
chaudes des pré-plaques est à base de chrome ou de nickel.
8. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'on
20 recouvre la face supérieure de la pré-plaque d'une couche de matière offrant une
grande dureté.
9. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que
chaque pré-plaque de la lingotière est fixée sur la plaque de la lingotière qui lui
25 correspond.
10. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'un
moyen d'alignement permet d'obtenir un alignement parfait, aux tolérances
mécaniques près, entre les faces chaudes, c'est-à-dire en contact avec le métal en
30 fusion, respectivement d'une pré-plaque et de la plaque y correspondant.

11. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que chaque pré-plaque comporte son propre circuit de refroidissement (5), à circulation d'eau horizontale.
- 5 12. Dispositif suivant la revendication 11, caractérisé en ce que le circuit de refroidissement (5) est de section droite rectangulaire.
13. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la rehausse (1) est solidarisée avec la lingotière (4).
- 10 14. Dispositif suivant la revendication 13, caractérisé en ce que la rehausse (1) est solidarisée avec la pré-lingotière (3) qui est elle-même fixée sur la lingotière (4).
- 15 15. Dispositif suivant la revendication 14, caractérisé en ce que la rehausse (1) et le joint (2) sont solidarisés avec la pré-lingotière (3) qui est elle-même fixée sur la lingotière (4).
- 20 16. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que chaque pré-plaque comporte au moins un circuit d'alimentation en gaz inerte ayant pour fonction de réaliser une injection de gaz inerte entre la pré-lingotière (3) et les réfractaires en contact avec cette dernière.
- 25 17. Dispositif suivant la revendication 16, caractérisé en ce que le gaz inerte est de l'argon.
18. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que les pré-plaques ont une épaisseur au moins égale à celle des plaques.
- 30 19. Dispositif suivant la revendication 18, caractérisé en ce que les pré-plaques sont « enrobantes », c'est-à-dire que leur bord comporte un bord d'appui plus large soit du côté des plaques, soit du côté rehausse, soit des deux côtés précités.

20. Dispositif suivant les revendications 18 ou 19, caractérisé en ce que la hauteur (dimension selon l'axe de coulée) des pré-plaques est comprise entre 40 et 200 mm.
- 5 21. Dispositif suivant les revendications 1 à 20, caractérisé en ce qu'un système de réglage permet de disposer les arêtes supérieures des plaques dans un même plan horizontal, aux tolérances d'assemblage mécanique près.
22. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 21, ayant trait au circuit
10 de refroidissement des plaques formant la lingotière de coulée continue, caractérisé en ce qu'on configure le circuit de refroidissement d'au moins une des plaques dans la partie la plus proche (X) de la pré-lingotière (3), de telle sorte, d'une part, que sa forme assure la déflexion du flux du liquide de refroidissement de manière à favoriser un écoulement régulier et à prévenir la présence de zones mortes lors du
15 passage du fluide de refroidissement et, d'autre part, que l'épaisseur (e) de la paroi de la plaque entre la face chaude (face en contact avec le métal en fusion) et la face froide (face en contact avec le liquide de refroidissement) soit amincie, les deux caractéristiques constructives précitées ayant pour objet d'augmenter le refroidissement de la lingotière de coulée continue dans la zone la plus proche de
20 la pré-lingotière et d'éviter ainsi une dégradation de la lingotière en question suite à une surchauffe localisée.
-

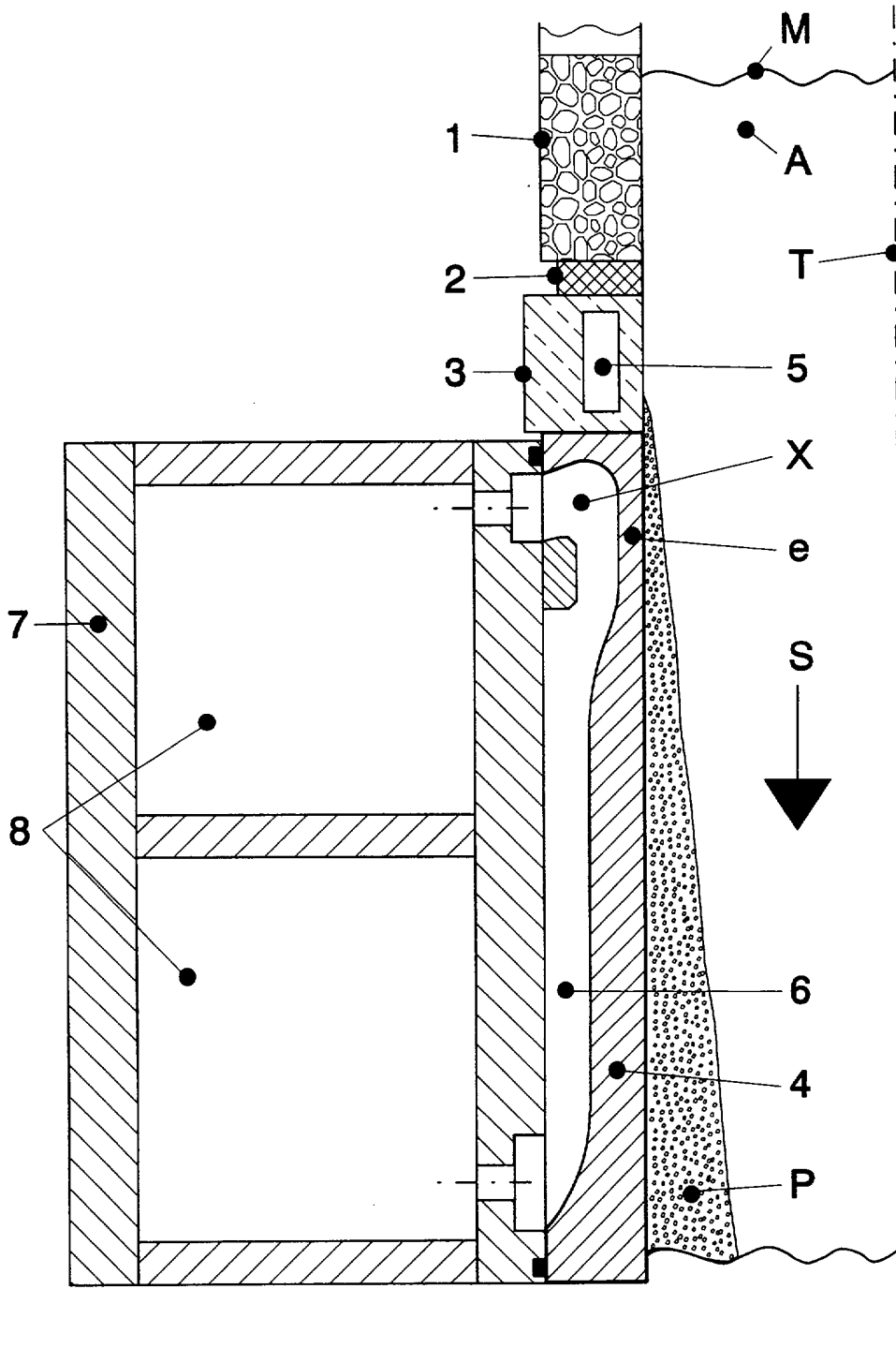


Figure 1



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 7603
BE 9900290

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.6)	
X	FR 2 747 059 A (UGINE SAVOIE SA) 10 octobre 1997 (1997-10-10) * page 9, ligne 5 - page 10, ligne 36; figures 1,3 * * page 11, ligne 17 - ligne 30 *	1-21	B22D11/04	
Y	---	22		
X	FR 2 766 394 A (ASCOMETAL SA) 29 janvier 1999 (1999-01-29) * page 3, ligne 27 - page 7, ligne 14 *	1-21		
Y	---	22		
X	FR 2 747 062 A (UGINE SAVOIE SA) 10 octobre 1997 (1997-10-10) * page 5, ligne 32 - page 7, ligne 6; figure 2 * * page 8, ligne 7 - ligne 21 *	1,2,16, 17		
Y	---	22		
X	FR 2 704 786 A (LORRAINE LAMINAGE ;ASCOMETAL SA; UNIMETALL SA; CENTRE NAT RECH MET) 10 novembre 1994 (1994-11-10) * revendications 4-10; figure *	1,16,17		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
Y	---	22		B22D
A	---	5,11,12		
Y	US 4 658 884 A (EULER HORST ET AL) 21 avril 1987 (1987-04-21) * colonne 3, ligne 39 - colonne 4, ligne 68; figures 1-3 *	22		
A	FR 2 747 060 A (UGINE SAVOIE SA) 10 octobre 1997 (1997-10-10) * abrégé; figures 1,2 * -----	1		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur		
30 décembre 1999		Mailliard, A		
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		

1

EPO FORM 1503 03 82 (P04/C48)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

B0 7603
BE 9900290

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

30-12-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2747059 A	10-10-1997	AU 2392997 A	29-10-1997
		CA 2250786 A	16-10-1997
		EP 0891237 A	20-01-1999
		WO 9737794 A	16-10-1997
FR 2766394 A	29-01-1999	WO 9904918 A	04-02-1999
FR 2747062 A	10-10-1997	AU 2390897 A	29-10-1997
		CA 2258109 A	16-10-1997
		EP 0907439 A	14-04-1999
		WO 9737793 A	16-10-1997
FR 2704786 A	10-11-1994	AUCUN	
US 4658884 A	21-04-1987	DE 3411359 A	31-10-1985
		FR 2561959 A	04-10-1985
		GB 2156252 A, B	09-10-1985
		JP 1033266 B	12-07-1989
		JP 1550011 C	09-03-1990
		JP 60221153 A	05-11-1985
FR 2747060 A	10-10-1997	AU 2393097 A	29-10-1997
		CA 2251007 A	16-10-1997
		EP 0958073 A	24-11-1999
		WO 9737795 A	16-10-1997

Dispositif pour fabriquer des produits plats par la coulée continue en charge verticale d'un métal en fusion.

Domaine technique

- 5 La présente invention concerne un dispositif pour fabriquer des produits plats par la coulée continue en charge verticale d'un métal en fusion, en particulier dans le contexte de la coulée continue en charge verticale de produits plats en acier.

Etat de la technique.

- 10 La coulée continue est une technique largement répandue, qui permet de couler l'acier directement d'un récipient de coulée dans une lingotière sans fond, de laquelle il est extrait sous la forme d'un brin continu partiellement solidifié. Le récipient de coulée est habituellement une poche de coulée ou un panier répartiteur; pour simplifier, on se référera ici, d'une manière générique, à un panier répartiteur.

15

Dans la pratique courante, le fond du panier répartiteur est percé d'un trou ou de plusieurs trous, avec chaque trou coopère un organe d'obturation de type connu. Sous le fond du panier et coaxialement au trou de coulée est fixée une busette de coulée, qui plonge librement dans la partie supérieure de la lingotière proprement dite. Cette

20

lingotière est classiquement constituée de cuivre ou d'un alliage de cuivre, sa paroi interne pouvant, ou non, être recouverte d'un revêtement ayant deux fonctions: d'une part augmenter la dureté de la surface interne de la lingotière et d'autre part, diminuer le coefficient de frottement de cette surface. La lingotière est énergiquement refroidie par une circulation verticale d'eau, orientée de bas en haut, contre ses parois externes.

25 Au contact de la lingotière, l'acier liquide commence à se solidifier, tout en étant extrait par le bas. En sortie de lingotière, celle-ci ayant classiquement une hauteur de 700 à 1000 mm, une croûte solidifiée d'une épaisseur de 8 à 20 mm est formée à la périphérie du produit coulé et entoure un cœur encore à l'état liquide. La solidification du produit coulé se poursuivra sous la lingotière, sous l'effet de rampes d'aspersion qui

30

projetent de l'eau ou un mélange air-eau sur la surface du produit.

De plus, la lingotière est habituellement animée d'un mouvement d'oscillation dans son sens longitudinal, d'une amplitude de quelques millimètres, destiné à empêcher le collage de l'acier à ses parois.