

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **86440077.5**

51 Int. Cl.⁴: **B 22 D 11/06**

22 Date de dépôt: **12.09.86**

30 Priorité: **17.09.85 FR 8513776**

43 Date de publication de la demande:
22.04.87 Bulletin 87/17

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB LI LU SE

71 Demandeur: **INSTITUT DE RECHERCHES DE LA
SIDERURGIE FRANCAISE (IRSID)
Voie Romaine B.P. 64
F-57210 Maizières-les-Metz(FR)**

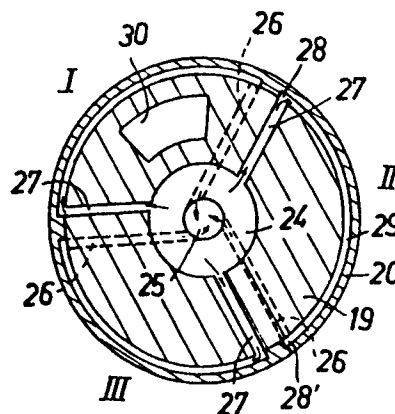
72 Inventeur: **Larrecq, Michel
87 bis, rue Goerges Ducrocq
F-57070 Metz(FR)**

72 Inventeur: **Vedda, Louis
31, Avenue de Strasbourg
F-57070 Metz(FR)**

74 Mandataire: **Ventavoli, Roger et al,
INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE
FRANCAISE (IRSID) Station d'Essais Boîte Postale 64
F-57210 Maizières-lès-Metz(FR)**

54 **Cylindre pour coulée continue entre cylindres, à circulation de fluide de refroidissement.**

57 Dans ce cylindre comprenant un corps cylindrique (19) entouré d'une enveloppe (20), les canaux de circulation de fluide de refroidissement disposés circonférentiellement entre le corps et l'enveloppe, sont constitués par des groupes de rainures (29) à la surface intérieure de l'enveloppe (20) s'étendant sur des arcs de circonférence, et organisant la circulation en secteurs angulaires (I, II, III) distincts, correspondant à chaque groupe. Des gorges axiales (28) sont ménagées entre le corps (19) et l'enveloppe (20) aux extrémités de chaque secteur, et dans lesquelles débouchent, d'une part, des canalisations radiales (26, 27) d'amenée et de retour du fluide, traversant ledit corps (19), et, d'autre part, les rainures (29) d'un groupe par l'une de leurs extrémités, lesdites gorges étant en nombre égal au double de celui des secteurs angulaires (I, II, III).



F 19.2

0219443

**CYLINDRE POUR COULEE CONTINUE ENTRE CYLINDRES,
A CIRCULATION DE FLUIDE DE REFROIDISSEMENT**

L'invention concerne le refroidissement des cylindres de coulée continue entre cylindres.

La coulée continue entre cylindres de métaux, tels que l'acier ou l'aluminium, est connue, et peut être mise en oeuvre de diverses manières selon qu'on pratique une coulée verticale ou horizontale.

Des cylindres refroidis sont connus, par exemple grâce au document FR-A-1567196, qui montre une chemise entourant le cylindre et traversée de nombreuses canalisations axiales noyées ; US-A-3038219 montrant des canaux axiaux de circulation pratiqués sur le corps de cylindre, en dessous de l'enveloppe de cuivre qui l'entoure ; FR-A-1198006 montrant des canaux circonférentiels logés dans le corps de cylindre et recouverts par une frette de cuivre.

Pour diverses raisons, une circulation axiale de l'eau de refroidissement n'est pas satisfaisante (par exemple pour l'homogénéité dans le sens transversal du produit métallique coulé), et les enseignements des deux premiers documents cités sont d'ailleurs très schématiques et incomplets.

L'enseignement du troisième document n'est guère plus satisfaisant, car la solution présentée nécessite un usinage compliqué et coûteux du corps de cylindre. Par ailleurs, les échanges thermiques ne sont pas optimisés et, de plus, on constate sous la pression de l'eau dans les canaux circonférentiels, une tendance au gonflement et à la déformation de la frette, qui ne peut être palliée que par une augmentation coûteuse de l'épaisseur de cuivre de la frette.

Le but de l'invention est de proposer un cylindre refroidi ne présentant pas les inconvénients précités, d'une construction relativement simple, permettant un refroidissement plus efficace et n'étant pas sujet à des déformations préjudiciables à la qualité du produit coulé.

Pour atteindre ce but, l'invention propose un cylindre comportant un corps cylindrique entouré d'une enveloppe ; des canaux parallèles de circulation de fluide de refroidissement disposés circonférentiellement entre le corps et l'enveloppe ;

des collecteurs d'entrée et de sortie du fluide et des canalisations d'amenée et de retour du fluide traversant le corps et reliant les collecteurs aux canaux de circulation. Ce cylindre se caractérise en ce que les canaux sont constitués par des groupes de rainures ménagées à la surface intérieure de l'enveloppe, s'étendant sur des arcs de circonférences organisant la circulation en secteurs distincts et séparés, montés en parallèle entre eux hydrauliquement, en ce que des gorges axiales sont ménagées entre le corps et l'enveloppe aux deux extrémités de chaque secteur et dans lesquelles débouchent, d'une part dans leur fond, les canalisations d'amenée et de retour du fluide refroidissant, et d'autre part latéralement, les rainures d'un groupe par l'une de leurs extrémités, et en ce que les collecteurs d'entrée et de sortie du fluide de refroidissement sont coaxiaux entre eux et avec le corps cylindrique.

L'usinage des canaux de circulation dans l'enveloppe (en cuivre ou alliage de cuivre) est aisée. Une telle localisation des canaux permet, par ailleurs, d'offrir trois surfaces d'échange thermique avec l'eau de refroidissement. La largeur et l'espacement des canaux sont calculés aisément pour ne pas provoquer d'affaissement ou de gonflement de l'enveloppe. Ces déformations sont d'autant moins à craindre que l'organisation de la circulation circonférentielle en secteurs distincts évite d'atteindre des pressions indésirables (supérieures à 7 bars) qui entraîneraient un décollement du cuivre.

Une répartition en trois secteurs angulaires de 120° chacun est particulièrement avantageuse. Un nombre plus important augmente le nombre de coudes et élève donc les pertes de charge, ce qui oblige à augmenter la pression d'entrée. Un nombre plus réduit augmente la longueur des circuits dans les canaux de circulation et donc aussi les pertes de charge. Le fait que les secteurs sont distincts, donc indépendants les uns des autres, permet une circulation du fluide de refroidissement uniforme sur toute la périphérie du cylindre, par exemple dans le sens opposé à celui de sa rotation. On établira ainsi

une circulation à "contre-courant" avec le produit coulé, que l'on sait plus efficace qu'une circulation à "co-courant" sur le plan de l'échange thermique.

La vitesse préférée de circulation d'eau est de l'ordre de 6 m/s.

Une vitesse supérieure n'est pas souhaitable, car elle provoque une augmentation sensible des pertes de charge.

Une vitesse inférieure amène, au lieu d'un transfert de chaleur par convection forcée sans formation de vapeur :

- soit un transfert en ébullition nucléée, c.à.d. la formation de fines bulles de vapeur à la surface, qui se recondensent dans le liquide environnant. L'accumulation de ces bulles constitue un véritable "bouchon de vapeur" dans le circuit et bloque le passage de l'eau. On sait qu'en lingotière de coulée continue classique, le sens de passage de l'eau de refroidissement est remontant, du bas vers le haut, pour que la vapeur monte naturellement avec l'eau, sans opposition. La circulation de l'eau de refroidissement dans les secteurs séparés des cylindres selon l'invention est organisée pour reproduire cette même condition ;

- soit un transfert en ébullition franche, c.à.d. la formation d'un film de vapeur plus ou moins stable sur la surface à refroidir. Ce film, véritable résistance thermique, s'oppose à l'extraction de la chaleur, la température s'élève et le cuivre peut alors "brûler" en surface au contact de l'acier.

De plus, une circulation rapide limite les dépôts de calcaire ou de sels divers, inévitables malgré l'utilisation d'une eau traitée.

L'alimentation du cylindre de refroidissement en eau se fait au travers d'un joint tournant à double flux, spécialement conçu pour répondre aux spécifications particulières exigées, compte tenu du voisinage du métal en fusion : débit d'eau (environ 40 m³/h) sous faible pression et, pour limiter les pertes de charge, à la plus faible vitesse possible (en dehors de la restriction des canaux de circulation où la vitesse est d'environ 6 m/s) ; faible vitesse de rotation du cylindre (environ

30 trs/mn).

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description ci-après d'un mode préféré de réalisation. Il sera fait référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale d'un cylindre et de son dispositif d'alimentation en eau de refroidissement ;
- la figure 2 est une coupe transversale schématique II-II du cylindre de la figure 1.

Chaque cylindre de l'invention est composé d'un tambour de refroidissement 1 auquel sont fixés des tourillons 2, 2' tournant dans des paliers 3, 3' à rotule, montés sur un châssis non représenté.

Les tourillons 2, 2' sont fixés grâce à des brides 4, 4' enserrant le tambour 1 et maintenues entre elles par des éléments de fixation, ou tirants, (boulons 5) traversant le tambour 1.

Le tourillon 2 est accouplé d'une manière conventionnelle (e.g. joint de cardan) à des moyens d'entraînement en rotation, non représentés.

Le tourillon 2', connecté par une bride intermédiaire de fixation 8 à un dispositif d'alimentation 9 en eau de refroidissement, est creux pour laisser le passage des collecteurs d'entrée 6 et de sortie 7 coaxiaux au tambour 1.

Le dispositif d'alimentation 9 comporte une conduite fixe 10 d'arrivée d'eau et une conduite fixe 11 de sortie d'eau, piquées radialement sur un carter fixe 12. Une douille cylindrique 13, fixée à la bride 8, est solidaire en rotation du tourillon 2', et tourne dans le carter 12 grâce aux roulements à billes 14.

La douille 13 comporte un alésage central borgne 6' prolongeant le collecteur 6, et une chambre annulaire 7' entourant l'alésage 6', prolongeant le collecteur annulaire 7.

Des rainures périphériques se faisant face, formées dans la douille 13 et le carter 12, constituent deux chambres annulaires 15 et 16 du dispositif d'alimentation, communiquant respectivement avec les conduites 10 et 11.

Des canaux radiaux 17 font communiquer l'alésage 6' avec la chambre 16 et donc avec la sortie 11.

La chambre annulaire 7' débouche directement dans la chambre 15 et peut donc communiquer avec l'entrée 10.

Des étanchéités adéquates 18 complètent ce joint tournant.

Le tambour 1 se compose d'un corps-support 19 cylindrique en acier, placé dans une enveloppe 20 de cuivre. Deux flasques-couronnes 21, chevauchant latéralement le corps 19 et l'enveloppe 20, sont fixés sur le corps 19 et immobilisent ainsi l'enveloppe 20.

Le corps 19 comporte un alésage central formé de deux parties 22, 23, de diamètre différent. La partie 22, de plus petit diamètre, vient dans le prolongement du collecteur de sortie 6 qui s'avance jusqu'à l'intérieur du tambour et s'appuie contre un épaulement formé entre les deux parties 22, 23. La partie 23, de plus grand diamètre, entoure l'extrémité avancée du collecteur de sortie 6, et forme avec celui-ci et avec l'épaulement précité, une chambre annulaire 24, dans laquelle débouche le collecteur d'entrée 7. La partie 22 et le tourillon 2 délimitent une chambre centrale 25.

Des paires de canalisations radiales d'amenée 27 et de retour 26, rayonnent à partir des chambres d'entrée 24 et de sortie respectivement, et débouchent en fond des gorges 28 et 28', usinées à la périphérie du corps 19, parallèlement à son axe.

Des rainures parallèles 29, de préférence à section rectangulaire pour les raisons de simplicité, et s'étendant en arcs de cercle, sont usinées sur la surface interne de l'enveloppe en cuivre 20 et constituent des canaux qui relient une gorge axiale 28 par laquelle l'eau entre, à la gorge axiale 28' suivante, par laquelle l'eau sort.

Comme cela ressort bien de la figure 2, la circulation d'eau est organisé en trois secteurs indépendants I, II, III, de 120°-----chacun, montés en parallèle entre eux hydrauliquement, et comprenant chacun, dans le sens de circulation de l'eau, une canalisation radiale d'amenée 27, issue du collecteur d'entrée 7 et débouchant dans le fond d'une première _____

gorge axiale 28, ladite gorge 28 répartissant l'eau de refroidissement dans les rainures parallèles 29, lesdites rainures 29 qui débouchent ^{latéralement} dans une seconde gorge axiale 28', à une distance angulaire de 120° environ de la première, ladite gorge 28' qui collecte l'eau vers la canalisation radiale de retour 26, et ladite canalisation de retour 26 qui alimente le collecteur de sortie 6.

L'eau de refroidissement suit, depuis l'entrée 10 jusqu'à la sortie 11, un trajet indiqué par les flèches. On voit, notamment sur la figure 2, que l'eau circule dans tous les secteurs dans le même sens, trigonométrique ou antitrigonométrique, déterminé de manière que, dans les secteurs en contact avec le métal coulé (les secteurs I, II à gauche sur la figure 2), la circulation soit ascendante, c'est-à-dire à l'opposé du sens de déplacement du produit coulé.

Le corps plein 19 est allégé par des cavités 30 (une seule a été représentée sur la figure 2, mais il peut y en avoir plusieurs dans chaque secteur), dont on tire profit en y implantant des appareils de mesures (thermocouples, ...) et/ou des systèmes d'enregistrement de données (notamment de mesure) tels que des mémoires vives, ou bien des récepteurs, etc., destinés à pouvoir mieux suivre le processus de coulée continue entre cylindres.

Pour réduire encore l'inertie, le corps cylindrique 19 peut être constitué d'une simple virole plaquée contre la périphérie intérieure de l'enveloppe 20. Dans ce cas, ce sont les canalisations d'amenée de l'eau aux rainures et de retour qui, réalisées par des conduites apparentes, assurent la rigidité mécanique de l'ensemble, à la manière des rayons d'une roue dont la jante serait formée par la virole et l'enveloppe réunies.

Par ailleurs, comme on l'aura compris, les gorges axiales 28 et 28' ont été prévues notamment pour permettre de limiter les canalisations radiales 26 et 27 à deux par secteur.

De même, les entrées et sortie d'eau par des collecteurs uniques tels que 6 et 7, coaxiaux entre eux et avec le corps

cylindrique 19, permettent, au besoin, de modifier le nombre de secteurs sur un cylindre donné, sans trop de difficultés, au moyen d'opérations d'usinage et de montage habituelles.

**CYLINDRE POUR COULEE CONTINUE ENTRE CYLINDRES,
A CIRCULATION DE FLUIDE DE REFROIDISSEMENT**

1. Cylindre pour installation de coulée continue entre cylindres, du type comprenant un corps cylindrique entouré d'une enveloppe, des canaux parallèles de circulation de fluide de refroidissement, disposés circonférentiellement entre le corps et l'enveloppe, des collecteurs d'entrée et de sortie du fluide, et des canalisations d'amenée et de retour du fluide traversant ledit corps et reliant les collecteurs aux canaux ; caractérisé en ce que lesdits canaux circonférentiels sont constitués par des groupes de rainures (29) à la surface intérieure de l'enveloppe (20), s'étendant sur des arcs de circonférences, et organisant la circulation en secteurs (I, II, III) distincts correspondant à chaque groupe ; en ce que lesdits collecteurs (6, 7) sont coaxiaux au corps cylindrique (19) ; en ce que des gorges axiales (28) sont ménagées entre le corps (19) et l'enveloppe (20) aux extrémités de chaque secteur (I, II, III) et dans lesquelles débouchent, d'une part, les canalisations d'amenée et de retour (26, 27) traversant ledit corps (19) et, d'autre part, les rainures (29) d'un groupe, par l'une de leurs extrémités.

2. Cylindre selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est prévu trois secteurs (I, II, III) de circulation, de 120° chacun.

3. Cylindre selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps (19) est en acier et l'enveloppe (20) en cuivre ou en alliage de cuivre.

4. Cylindre selon les revendications 1 ou 3, caractérisé en ce que l'enveloppe (20) est maintenue sur le corps (19) par des flasques-couronnes (21) latéraux.

5. Cylindre selon les revendications 1, 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il est pourvu de tourillons (2, 2') fixés latéralement sur le corps (19) par des éléments de serrage (5).

6. Cylindre selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il est associé à un dispositif (9) à joint tournant d'alimentation en fluide de refroidissement.

7. Cylindre selon l'une quelconque des revendications

1 à 6, caractérisé en ce que le corps (19) comporte des cavités (30) permettant de loger des appareils de mesure et d'enregistrement.

8. Cylindre selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites gorges axiales (28) sont usinées à la périphérie du corps (19).

9. Cylindre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le corps cylindrique (19) est un corps plein foré radialement pour y ménager les canalisations (26, 27) d'amenée et de retour du fluide de refroidissement.

10. Cylindre selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les canalisations (26 et 27) d'amenée et de retour du fluide de refroidissement, sont des conduites apparentes, le corps cylindrique (19) étant constitué d'une simple virole plaquée intérieurement contre l'enveloppe (20).

0219443

