

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 82420009.1

(51) Int. Cl.³: **B 22 D 11/16**

(22) Date de dépôt: 18.01.82

(30) Priorité: 19.01.81 FR 8101185

(43) Date de publication de la demande:
28.07.82 Bulletin 82/30

(84) Etats contractants désignés:
AT CH IT LI SE

(71) Demandeur: SCAL SOCIETE DE CONDITIONNEMENTS
EN ALUMINIUM
47, rue de Monceau
F-75008 Paris(FR)

(72) Inventeur: Bercovici, Serge
23 boulevard du Maréchal Lerdclerc
F-38000 Grenoble(FR)

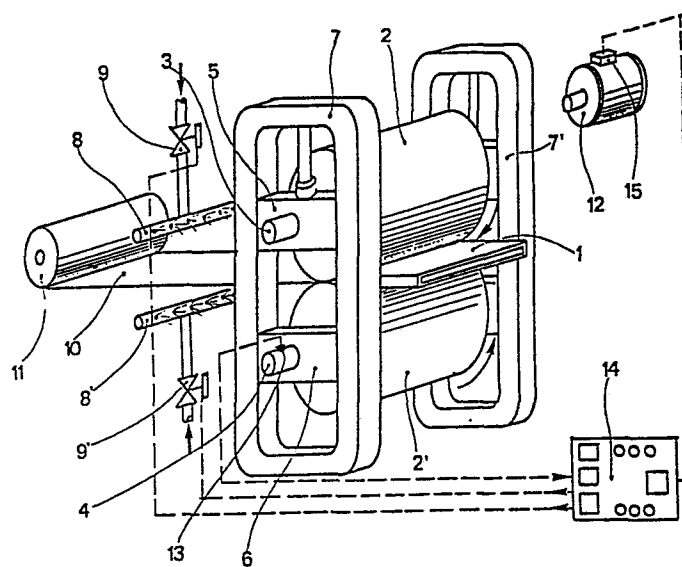
(74) Mandataire: Pascaud, Claude et al,
PECHINEY UGINE KUHLMANN 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cedex 3(FR)

(54) Procédé de contrôle et de régulation de paramètres de marche d'une machine de coulée continue de bandes entre cylindres permettant d'éviter le collage.

(57) L'invention concerne un procédé de contrôle et de régulation de paramètres de marche d'une machine de coulée continue de bandes entre cylindres permettant d'éviter le collage.

Ce procédé consiste à considérer comme paramètres le couple exercé sur l'un ou l'autre des cylindres pour faire avancer la bande et à comparer en permanence la fréquence des variations de la mesure du couple à une fréquence de référence. Lorsque la fréquence des variations est supérieure à la fréquence de référence, la vitesse de coulée de la machine est réduite et/ou le débit de lubrifiant augmenté jusqu'à ce que la fréquence des variations redevienne inférieure à la fréquence de référence. Puis, la vitesse de la machine de coulée est augmentée tant que la fréquence des variations demeure inférieure à la fréquence de référence.

Ce procédé trouve son application dans la coulée continue des métaux entre cylindres dans tous les cas où on veut éviter les collages et optimiser les conditions de marche de la machine afin d'obtenir une productivité maximum.



PROCEDE DE CONTROLE ET DE REGULATION DE PARAMETRES DE MARCHE D'UNE
MACHINE DE COULEE CONTINUE DE BANDES ENTRE CYLINDRES PERMETTANT
D'EVITER LE COLLAGE

- 5 La présente invention a pour objet un procédé de contrôle et de régulation de paramètres de marche d'une machine de coulée de bandes entre cylindres, permettant d'éviter le collage et d'obtenir une productivité maximum.
- 10 L'homme de l'art connaît les machines de coulée à moule mobile du type à cylindres qui sont utilisées pour fabriquer directement, à partir d'une masse métallique en fusion, une bande continue ayant une largeur pouvant atteindre quelques mètres et une épaisseur voisine du centimètre.
- 15 Ces machines sont constituées principalement :
- d'une part, d'un dispositif d'alimentation en métal liquide comprenant successivement dans le sens d'écoulement du métal :
 - . un four de maintien du métal à l'état liquide,
 - . une goulotte de circulation équipée d'un système réglant le niveau
 - 20 et le débit du métal,
 - . une busette de répartition du métal ayant à son extrémité de sortie une ouverture de section rectangulaire ;
 - d'autre part, un dispositif de refroidissement et de laminage comprenant deux cylindres dont les axes sont parallèles et espacés plus ou
 - 25 moins l'un de l'autre suivant l'épaisseur de bande désirée. Ces cylindres sont munis, à chacune de leurs extrémités, de prolongements cylindriques axiaux ou tourillons qui s'engagent par l'intermédiaire de coussinets dans des ouvertures pratiquées dans des traverses support ou empoises, équipées d'un système de serrage et solidaires de deux colon-
 - 30 nes verticales qui forment le bâti de la machine ; ils sont munis : intérieurement d'un réseau de canaux le long desquels circule un fluide de refroidissement et sont en relation, par l'intermédiaire d'allonges, avec un moteur qui les anime d'un mouvement de rotation en sens inverse. La surface extérieure de ces cylindres est arrosée régulièrement
 - 35 de lubrifiant au moyen d'un système de pulvérisation convenable.

Ces deux dispositifs sont placés l'un par rapport à l'autre, de telle manière que la section de sortie de la busette soit parallèle aux axes des

cylindres et située à une certaine distance du plan passant par ces axes qu'on appelle plan de sortie.

5 Lors du fonctionnement de la machine, le métal réparti par la busette, remplit l'espace libre entre les cylindres tout au long d'un arc de cercle compris entre le plan de la section de sortie de la busette et le plan de sortie des cylindres.

10 Sous l'action des cylindres, le métal se refroidit, commence à se solidifier en un endroit appelé marais, en raison de la présence d'un mélange plus ou moins visqueux de cristaux et de liquide, situé à une distance du plan de la section de sortie de la busette dite généralement profondeur de marais. Puis, le métal se solidifie complètement et est entraîné vers le plan de sortie des cylindres dans un espace de plus en plus restreint, où il subit un effort de laminage qui l'amène progressivement à l'épaisseur voulue au moment où il s'échappe par l'espace entre
15 cylindres sous forme d'une bande qui est alors reprise par un enrouleur.

20 Cette bande est soumise, par la suite, à différents traitements mécaniques et/ou thermiques qui conduisent à des produits tels que feuilles minces, par exemple, dont les caractéristiques mécaniques : résistance, limite élastique, allongement, dureté, etc... seront en partie fonction de la qualité de la bande issue de la machine de coulée.

25 Il est donc important d'essayer de maintenir une bonne qualité du début à la fin de la coulée de la bande. Pour cela, il faut faire fonctionner la machine dans les conditions les plus favorables à l'obtention d'un tel résultat, même lorsqu'on l'utilise à sa vitesse maximum.

30 Une bonne qualité suppose l'absence de défauts tels que criques, fissures ou coulure de métal à la sortie des cylindres et la demande de brevet principal n° 80 19162 enseigne un procédé de contrôle et de régulation permettant de répondre à ce besoin, dans lequel on utilise comme paramètres de marche, les efforts de laminage, le couple total nécessaire
35 à l'entraînement de la bande et la température à la sortie de la bande. Cependant, un tel procédé ne tient pas compte des phénomènes de collage qui peuvent se produire entre cylindres et produit coulé et persister au-delà du plan de sortie des cylindres, en provoquant l'apparition de

défauts plus ou moins importants sur la bande et la nécessité parfois de la rebuter.

5 Les causes de ce collage sont à la fois liées à la vitesse de coulée et au débit de lubrifiant pulvérisé sur les cylindres. En effet, on a constaté qu'au-delà de certaines vitesses, la tendance au collage devenait plus critique. Pour y parer, on peut, certes, augmenter le débit de lubrifiant, mais l'homme de l'art sait qu'une lubrification trop abondante
10 risque de détériorer l'échange thermique entre le métal coulé et la surface des cylindres et de conduire à la formation de coulures. Aussi, est-on alors amené à réduire la vitesse de la machine et à diminuer ainsi sa productivité. D'où la nécessité de trouver des conditions optimum de débit de lubrifiant et de vitesse de coulée, qui permettent à la machine
15 de travailler à son maximum tout en évitant le collage. On peut penser fixer ces conditions une fois pour toutes, mais elles ne sont pas stables dans le temps car elles sont fonction de nombreux facteurs variables tels que homogénéité, température et niveau du métal liquide, température et état de surface des cylindres, facteurs pour lesquels le contrôle et le réglage d'ensemble en continu est difficile et, pour certains
20 d'entre eux, impossible.

Aussi, le plus souvent, les machines de coulée sont utilisées à des vitesses nettement inférieures à leur possibilité, de façon à éviter l'apparition de collage, quelles que soient les éventuelles variations des
25 facteurs de marche.

C'est pourquoi, la demanderesse a étudié et mis au point un procédé de contrôle et de régulation des paramètres de marche de la machine de coulée permettant d'éviter le collage tout en maintenant une productivité
30 maximum.

Ce procédé dans lequel on utilise comme paramètres le couple exercé sur l'un ou l'autre des cylindres pour faire avancer la bande et non le couple total, est caractérisé en ce que l'on compare en permanence la fréquence des variations de la mesure du couple à une fréquence de référence ; lorsque la fréquence des variations est supérieure à la fréquence
35 de référence, la vitesse de coulée de la machine est réduite et/ou le dé-

bit de lubrifiant est augmenté jusqu'à ce que la fréquence des variations redevienne inférieure à la fréquence de référence et se maintienne en cet état pendant un temps donné, puis la vitesse de coulée est augmentée tant que la fréquence des variations demeure inférieure à la
5 fréquence de référence.

Ainsi, le procédé selon l'invention consiste d'abord à ne considérer comme paramètre de marche que le couple exercé sur l'un ou l'autre des cylindres pour faire avancer la bande. L'utilisation de ce paramètre vient du fait que l'on a constaté que, lors d'un collage de la bande sur
10 un des cylindres, la quasi totalité du couple est supportée par le cylindre opposé sans affecter sensiblement le couple total, lequel, en l'absence de collage, se répartit de façon à peu près égale entre les deux cylindres. Il suffit donc de considérer l'un ou l'autre de ces couples pour détecter la brusque variation correspondant à l'apparition
15 d'un collage. Toutefois, il peut sembler, dans ces conditions, que le procédé se trouve limité à une saisie rapide du phénomène et à une intervention visant à le supprimer, ce qui n'empêcherait pas l'apparition d'un défaut sur la bande et conduirait malgré tout à un rebut partiel.

20 En fait, le procédé vise à prévoir le collage et à donner les moyens de réagir avant même que le défaut ait pu se manifester.

Ceci a été permis grâce à des observations de la demanderesse et montrant que, avant la formation d'un collage préjudiciable à l'état de la bande, il se produit d'abord un micro-collage se limitant à une surface très petite de part et d'autre d'une génératrice d'un des cylindres et qui ne nuit pas à la qualité de la bande, puis, un décollement immédiat suivi d'un nouveau micro-collage, et ainsi de suite jusqu'au collage généralisé se produisant en général après une rotation du cylindre de un
30 ou plusieurs tours. Il fallait donc pouvoir saisir de tels micro-collages pour en prévenir la généralisation. Ici encore, la demanderesse a mis en évidence le fait qu'en marche normale, la valeur du couple mesurée sur l'un des cylindres fluctuait suivant une période longue de l'ordre de quelques dizaines de secondes alors que, si des micro-collages apparaissent, cette période diminue sensiblement conduisant à des valeurs
35 inférieures à une seconde.

Il suffisait, donc, pour saisir le micro-collage, de détecter cette diminution de période de fluctuation, en la comparant à une période de référence de l'ordre de la seconde, ou encore, puisque la période est l'inverse de la fréquence, de prendre cette dernière comme élément de mesure et de la comparer à une fréquence de l'ordre du Hertz.

Ceci a été fait pratiquement en filtrant en fréquence au moyen de condensateurs, le signal électrique donné par une jauge d'extensométrie placée par exemple sur l'allonge d'un cylindre ou sur l'un des tourillons de la machine. Mais, on pourrait aussi employer les indications d'un fréquence-mètre ou tout autre moyen convenable. En marche normale, le signal filtré est à peu près constant et nul puisque la fréquence de variation est inférieure au Hertz. Par contre, dès que des micro-collages apparaissent, le signal filtré s'écarte de façon sensible de la valeur 0 et oscille avec une certaine fréquence alors qu'une variation de l'intensité du moteur d'entraînement des cylindres, et donc du couple total, n'est pas mesurable.

Etant ainsi prévenu de la formation prochaine du défaut, il faut pouvoir en éviter l'apparition. Pour cela, on agit en diminuant la vitesse de coulée et/ou en augmentant le débit de lubrifiant.

La réduction de vitesse est obtenue, par exemple, en jouant sur la tension continue d'alimentation du moteur d'entraînement des cylindres ; le débit de lubrifiant est modifié, par exemple, par un réglage différent des vannes d'admission. Cette intervention ne se produit pas immédiatement après la détection d'un signal indiquant que la fréquence des variations du couple dépasse la fréquence de référence, mais lorsque ce signal s'est maintenu pendant environ cinq secondes, ceci de manière à écarter les accroissements fugaces qui peuvent se produire et qui sont dûs à des variations passagères de certains paramètres de marche sans relation avec le phénomène de collage.

Ayant ainsi modifié les conditions de marche de la machine, soit les signes annonciateurs d'un collage persistent, auquel cas on procède à une nouvelle réduction de vitesse et/ou à un nouvel accroissement du débit de lubrifiant, soit, au contraire, ils disparaissent et on peut alors, au

bout d'un temps donné de stabilité de l'ordre de une à quelques minutes, augmenter à nouveau la vitesse et ce, tant que la fréquence des variations demeure inférieure à la fréquence de référence.

- 5 La réduction ou l'augmentation de la vitesse de la machine peut se faire progressivement ou par paliers de durée déterminée.

Ainsi, la vitesse peut être réduite pendant des périodes de temps inférieures à cinq minutes, d'une quantité inférieure à 15 % de la valeur
10 qu'elle avait à l'instant immédiatement antérieur.

De même, elle peut être augmentée pendant des périodes de temps inférieures à cinq minutes d'une quantité inférieure à 10 % de sa valeur à un instant immédiatement antérieur.

15

En ce qui concerne le lubrifiant, son débit peut être augmenté de 5 à 15 % de la valeur qu'il avait au moment où sont apparus les micro-collages.

- 20 Les différentes fonctions : analyse des signaux émis par la jauge d'extensométrie et leur utilisation au niveau de la vitesse de la machine ou des conditions de lubrification, sont exercées au moyen d'un calculateur du type ordinateur, miniordinateur, microprocesseur, ou automate programmable de type classique.

25

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la figure unique représentant un type de machine et sur laquelle on peut voir une bûsette d'alimentation (1) par laquelle le métal liquide est admis entre les deux cylindres (2 et 2') dont les tourillons (3 et 4) sont maintenus par les em-
30 poises (5 et 6) solidaires de la colonne (7). Les deux cylindres ont leur surface lubrifiée au moyen des rampes de distribution (8 et 8') alimentée en lubrifiant par les vannes (9 et 9'). Après refroidissement et laminage, le métal sort de la machine sous forme d'une bande (10) qui est enroulée en (11).

- 35 Les cylindres sont animés d'un mouvement de rotation en sens inverse au moyen d'un moteur (12).

On détecte, au moyen de la jauge d'extensométrie (13) la mesure du couple sur l'un des cylindres. Cette mesure est transmise au calculateur (14) qui commande en (15) la vitesse du moteur en modifiant la tension du courant d'alimentation et en (16 et 16') l'admission de lubrifiant aux rampes par l'intermédiaire des vannes (9 et 9').

L'application de l'invention est illustrée par l'exemple suivant :

On coule un alliage 1235 dont la composition est décrite dans "Standard for Aluminium Mill Products" publié par ALUMINIUM ASSOCIATION sous forme d'une bande de 8 mm d'épaisseur avec une vitesse de 1,30 m/mn et un débit de lubrifiant de 10 l/heure au moyen d'une machine du type SCAL JUMBO 3C équipé d'un miniordinateur PERKIN ELMER 1620. La vitesse de la machine et les vannes d'admission du lubrifiant n'étant pas contrôlés par l'ordinateur, on mesure en permanence le couple exercé sur le cylindre inférieur au moyen d'une jauge d'extensométrie collée sur le tourillon et envoie le signal sur un dispositif électronique permettant de détecter directement les variations du couple et également de filtrer électroniquement ce signal de manière à ne retenir que ceux dont la fréquence est supérieure à un Hertz. L'enregistrement des signaux avant filtration montre des variations de part et d'autre d'une valeur moyenne du couple de période de l'ordre de 30 secondes alors que l'indicateur du signal filtré reste au zéro.

Après avoir coulé pendant dix minutes, on note un accroissement des variations de la mesure du couple dont la fréquence avoisine 3 hertz et l'indicateur de signal filtre s'écarte du zéro. Ce phénomène dure deux secondes, puis l'indicateur revient au zéro indiquant que la machine marche à nouveau dans les conditions normales. Au bout de quelques minutes, le même phénomène se reproduit pendant dix secondes et cesse à nouveau. Après quatre perturbations de ce genre, la mesure du couple croît brusquement et un collage généralisé se produit.

Après rebutage de la bande, on se replace dans les mêmes conditions de marche que précédemment, c'est-à-dire une vitesse de coulée de 1,3 m/mn et un débit de lubrifiant de 10 l/heure et on asservit au moyen du micro-ordinateur suivant l'invention, la vitesse de la machine et les vannes d'admission du lubrifiant aux indications du signal filtre. Après 15 minu-

tes de marche, une fréquence de variation de la mesure du couple voisine de 3 hertz, est détectée. Le débit de lubrifiant est alors porté automatiquement à 11 l/heure et la vitesse de coulée réduite de 0,05 m/mn.

5 Au bout de quelques secondes, la fréquence des variations est redevenue normale et le signal filtré nul. Après cinq minutes de marche dans ces conditions, la vitesse est réaugmentée progressivement jusqu'à 1,4 m/mn et la coulée est poursuivie à cette vitesse sans que l'on constate l'apparition de nouveaux microcollages même après plusieurs heures de cou-
10 lée.

Le procédé selon l'invention trouve son application dans la coulée continue des métaux entre cylindres dans tous les cas où on veut éviter le collage de la bande sur les cylindres et maintenir la marche de la ma-
15 chine dans des conditions de productivité maximum.

REVENDEICATIONS

- 1°/ - Procédé de contrôle et de régulation de paramètres de marche d'une machine de coulée continue de bandes entre cylindres permettant d'éviter le collage et d'obtenir une productivité optimum, dans lequel on utilise comme paramètres le couple exercé sur l'un ou l'autre des cylindres pour faire avancer la bande, caractérisé en ce que l'on compare en permanence la fréquence des variations de la mesure du couple à une fréquence de référence ; lorsque la fréquence des variations est supérieure à la fréquence de référence, la vitesse de coulée de la machine est réduite et/ou le débit de lubrifiant est augmenté jusqu'à ce que la fréquence des variations redevienne inférieure à la fréquence de référence et se maintienne en cet état pendant un temps donné, puis la vitesse de coulée est augmentée tant que la fréquence des variations demeure inférieure à la fréquence de référence.
- 2°/ - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que la réduction de la vitesse et/ou l'augmentation du débit du lubrifiant n'a lieu que lorsque la fréquence des variations est supérieure à la fréquence de référence pendant cinq secondes.
- 3°/ - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse de coulée est augmentée lorsque la fréquence des variations est maintenue inférieure à la fréquence de référence pendant au moins une minute.
- 4°/ - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que la fréquence de référence est de l'ordre du Hertz.
- 5°/ - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse de coulée est réduite par paliers successifs.
- 6°/ - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse de coulée est réduite à chaque palier d'une quantité inférieure à 15 % de la valeur de la vitesse à l'instant immédiatement inférieur.
- 7°/ - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que chaque palier de réduction de la vitesse a une durée inférieure à cinq minutes.

8°/ - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse est augmentée par paliers successifs.

5 9°/ - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse de coulée est augmentée à chaque palier d'une quantité inférieure à 10 % de la valeur de la vitesse à un instant immédiatement antérieur.

10 10°/ - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que chaque palier d'augmentation de la vitesse a une durée inférieure à cinq minutes.

11°/ - Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que le débit moyen de lubrifiant est augmenté de 5 à 15 % de sa valeur initiale.

