

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 681 036 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**09.12.1998 Bulletin 1998/50**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **C23C 2/24**

(21) Numéro de dépôt: **95870043.7**

(22) Date de dépôt: **27.04.1995**

(54) **Procédé de fabrication d'une bande d'acier revêtue de zinc par immersion**

Verfahren zur Herstellung eines feuerverzinkten Stahlbandes

Method for producing a steel strip coated with zinc by hot dipping

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE DE FR GB IT LU NL**

(30) Priorité: **02.05.1994 BE 9400445**

(43) Date de publication de la demande:  
**08.11.1995 Bulletin 1995/45**

(73) Titulaire: **CENTRE DE RECHERCHES  
METALLURGIQUES  
B-1040 Bruxelles (BE)**

(72) Inventeur: **Malmendier, Marc  
B-4890 Thimister (BE)**

(74) Mandataire: **Lacasse, Lucien Emile  
CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES  
Abbaye du Val-Benoît  
11, rue Ernest Solvay  
4000 Liège (BE)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 525 387                      FR-A- 2 018 482**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14 no. 270  
(C-0727) , 12 Juin 1990 & JP-A-02 080545  
(SUMITOMO METAL IND) 20 Mars 1990,**

**EP 0 681 036 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une bande d'acier revêtue de zinc par immersion.

On sait qu'une bande d'acier revêtue de zinc subit généralement, à sa sortie du bain de zinc en fusion, une opération d'essorage qui consiste à éliminer l'excédent de zinc afin de ne conserver sur la bande qu'un revêtement de zinc ayant l'épaisseur désirée.

Actuellement, cette opération d'essorage est réalisée au moyen de gaz comprimé insufflé sur les deux faces de la bande sous la forme de jets plats généralement appelés couteaux d'air.

Cette technique bien connue est intéressante notamment parce qu'elle agit sans contact mécanique et qu'elle ne risque donc pas d'endommager le revêtement de zinc. Elle est cependant très sensible à un manque de symétrie dans la position ou la pression des couteaux d'air, ou encore à un défaut de planéité de la bande. De plus, elle produit un bruit assez important dû aux jets d'air sous pression.

Il a déjà été proposé de remédier à ces inconvénients en réalisant l'essorage par voie magnétique. Cette méthode consiste à soumettre la bande revêtue sortant du bain de zinc, à un champ magnétique à haute fréquence, qui engendre dans la bande d'acier et dans le revêtement de zinc, des courants induits de phase opposée à celle des courants inducteurs. L'interaction bien connue entre ces courants induits et le champ magnétique inducteur crée, dans la bande revêtue, une force volumique qui d'une part stabilise la bande et d'autre part s'oppose à son mouvement de défilement. Cette force a ainsi pour effet de faire obstacle à l'entraînement d'une partie du zinc encore liquide et d'opérer dès lors l'essorage désiré de la bande.

En pratique, la mise en oeuvre de cette technique d'essorage par induction entraîne un inconvénient important. En effet, l'utilisation d'un champ magnétique à haute fréquence peut provoquer un échauffement indésirable de la bande d'acier revêtue de zinc.

La présente invention a pour objet de proposer un procédé de fabrication d'une bande d'acier revêtue de zinc par immersion, qui ne présente pas l'inconvénient précité tout en permettant un essorage magnétique correct de la bande d'acier revêtue.

Conformément à la présente invention, un procédé de fabrication d'une bande d'acier revêtue de zinc par immersion, dans lequel on soumet la bande d'acier revêtue à une opération d'essorage magnétique à sa sortie du bain de zinc, est caractérisé en ce que l'on crée des courants électriques induits identiques mais de phase opposée dans les deux faces de la bande au cours de ladite opération d'essorage, et en ce que l'on règle la température de la bande revêtue en faisant varier la fréquence desdits courants induits.

Il est en effet apparu que des courants induits de phase opposée, créés par des champs magnétiques in-

ducteurs agissant de part et d'autre de la bande, se compensent mutuellement au sein de la bande, en fonction de leur profondeur de pénétration respective. Dans des conditions de symétrie parfaite, ces courants s'annulent mutuellement dans le plan moyen de la bande. On sait par ailleurs que la profondeur de pénétration du champ magnétique inducteur dépend de la fréquence et de l'intensité de ce champ magnétique.

Suivant une mise en oeuvre particulière du procédé de l'invention, on règle la fréquence des courants induits à une valeur comprise entre 2 kHz et 20 kHz, selon l'épaisseur de la bande.

Dans cette gamme de fréquences, les champs inducteurs pénètrent profondément dans l'épaisseur de la bande et les courants induits se compensent dans une large mesure sur l'épaisseur de la bande. Il en résulte une forte limitation de l'échauffement de la bande et par conséquent une absence d'interaction entre la bande d'acier et le revêtement de zinc.

Pour ces fréquences, la température de la bande reste en général inférieure ou au maximum égale à la température du bain de zinc, par exemple 460°C.

De telles fréquences relativement faibles peuvent cependant conduire à des valeurs trop basses de la force volumique nécessaire pour opérer l'essorage désiré.

On propose alors d'augmenter de façon correspondante l'intensité des courants inducteurs.

Une fréquence relativement basse des courants inducteurs, associée à une augmentation de l'intensité de ces courants tout en les maintenant en opposition de phase, permet donc d'éviter tout échauffement indésirable de la bande tout en garantissant un essorage correct du revêtement de zinc.

Cette mise en oeuvre s'avère particulièrement intéressante pour la galvanisation au trempé, où il convient de ne pas réchauffer le revêtement de zinc formé sur la bande.

Suivant une autre mise en oeuvre du procédé de l'invention, on règle la fréquence des courants induits à une valeur supérieure à 20 kHz, comprise par exemple entre 50 kHz et 1 MHz, selon l'épaisseur de la bande.

A ces niveaux de fréquences, les champs inducteurs ne pénètrent pas profondément dans la bande et les courants induits sont localisés dans la zone superficielle des deux faces de la bande. Le coeur de celle-ci ne s'échauffe pas. Par contre, les deux faces de la bande subissent une augmentation de température qui dépend de la fréquence des champs inducteurs. L'utilisation de champs magnétiques inducteurs à haute fréquence permet donc d'opérer un chauffage sélectif de la zone superficielle des deux faces de la bande sans atteindre sensiblement le coeur de celle-ci.

Cette mise en oeuvre convient très bien à la réalisation de l'opération de galvannealing. Le chauffage superficiel de la bande, et dès lors le degré de migration des atomes de fer, peut ainsi être réglé sans difficulté à une température comprise entre 460°C et 600°C, simplement en faisant varier la fréquence des champs ma-

gnétiques inducteurs. Il est ainsi possible de contrôler la réaction de formation de composés intermétalliques FeZn, qui à son tour conditionne la teneur en fer dans le revêtement. En revanche, il convient de diminuer l'intensité des courants inducteurs afin de ne pas accroître inutilement la force volumique d'essorage.

En pratique, il existe plusieurs façons de produire des champs inducteurs donnant naissance à des courants induits de phase opposée dans les deux faces de la bande. La façon la plus simple consiste à disposer de part et d'autre de la bande, en position symétrique par rapport à celle-ci, deux conducteurs identiques parcourus par des courants égaux de phase opposée. Cette disposition peut cependant être plus complexe, suivant la technique des courants induits, sans sortir du cadre de la présente invention qui requiert la création de courants induits de phase opposée.

Suivant une caractéristique supplémentaire on dispose, à proximité de la bande, des circuits magnétiques destinés à réduire la reluctance du parcours du flux magnétique et à améliorer ainsi l'efficacité de l'essorage et du réchauffage éventuel de la bande, circuits magnétiques par ailleurs bien connus dans la technique.

Enfin, lesdits champs magnétiques inducteurs peuvent être créés à proximité immédiate du bain de zinc, ou même partiellement dans ce bain, afin d'effectuer ledit essorage, ainsi que le réchauffage éventuel, dès la sortie du bain et d'agir ainsi directement sur l'entraînement de zinc par la bande d'acier au niveau de la surface du bain.

La valeur des fréquences à utiliser dans les différentes mises en oeuvre précitées sera, dans chaque cas, déterminée expérimentalement à l'aide d'une bande de référence, en tenant compte notamment de l'épaisseur et de la nature de la bande et du type de traitement à réaliser.

Suivant encore une autre caractéristique intéressante du présent procédé, on combine ledit essorage magnétique de la bande revêtue, réalisé au moyen de courants induits selon la technique qui vient d'être décrite, avec un essorage pneumatique, réalisé au moyen de jets de gaz comprimé suivant la technique conventionnelle. Ces deux opérations d'essorage sont de préférence effectuées simultanément et au même endroit, à savoir à la sortie du bain de zinc, les inducteurs pouvant par exemple être disposés dans ou à proximité immédiate des lèvres délivrant les jets de gaz comprimé.

### Revendications

1. Procédé de fabrication d'une bande d'acier revêtue de zinc par immersion, dans lequel on soumet la bande d'acier revêtue à une opération d'essorage magnétique à sa sortie du bain de zinc, caractérisé en ce que l'on crée des courants électriques induits identiques mais de phase opposée dans les deux faces de la bande au cours de ladite opération d'es-

ssorage et en ce que l'on règle la température de la bande revêtue en faisant varier la fréquence desdits courants induits.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on règle la fréquence desdits courants induits à une valeur comprise entre 2 kHz et 20 kHz, et en ce que l'on maintient ainsi la température de la bande à une valeur inférieure à la température de formation de composés intermétalliques FeZn.
3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on règle la fréquence desdits courants induits à une valeur supérieure à 20 kHz et en ce que l'on porte ainsi la bande d'acier, au moins en surface, à une température comprise entre 460°C et 600°C.
4. Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que l'on règle la fréquence desdits courants électriques induits à une valeur comprise entre 50 kHz et 1 MHz.
5. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on réduit la reluctance du parcours du flux magnétique au moyen de circuits magnétiques disposés à proximité de la bande d'acier.
6. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'on crée les champs magnétiques inducteurs à proximité immédiate du bain de zinc, éventuellement en partie à l'intérieur du bain de zinc.
7. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on combine ledit essorage magnétique de la bande revêtue, avec un essorage pneumatique.
8. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que l'on effectue lesdites opérations d'essorage magnétique et pneumatique de la bande revêtue, simultanément et au même endroit, à savoir à la sortie du bain de zinc.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von tauchverzinktem Stahlband, bei dem man das verzinkte Stahlband bei seinem Austritt aus dem Zinkbad einem magnetischen Abstreifungsschritt unterzieht, dadurch gekennzeichnet, daß man auf den beiden Seiten des Bands im Verlauf des besagten Abstreifungsschritts elektrische Induktionsströme erregt, die identisch sind, aber entgegengesetzte Phasen aufweisen, und daß man die Temperatur des verzink-

ten Bands durch Veränderung der Frequenz der besagten Induktionsströme reguliert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man die Frequenz der besagten Induktionsströme auf einen Wert zwischen 2 kHz und 20 kHz reguliert und daß man somit die Temperatur des Bands auf einem Wert unter der Bildungstemperatur intermetallischer Verbindungen FeZn hält. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man die Frequenz der besagten Induktionsströme auf einen Wert über 20 kHz reguliert und daß man so das Stahlband zumindest auf der Oberfläche auf eine Temperatur zwischen 460°C und 600°C bringt. 10
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß man die Frequenz der besagten elektrischen Induktionsströme auf einen Wert zwischen 50 kHz und 1 MHz reguliert. 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß man den magnetischen Widerstand auf dem Weg des Magnetflusses durch Anordnung magnetischer Kreise nahe an dem Stahlband reduziert. 20
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß man die magnetischen Induktionsfelder in der unmittelbaren Nähe des Zinkbads erregt, gegebenenfalls teilweise im Inneren des Zinkbads. 25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß man die besagte magnetische Abstreifung des verzinkten Bands mit pneumatischer Abstreifung kombiniert. 30
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß man die besagten magnetischen und pneumatischen Abstreifungsschritte des verzinkten Bands gleichzeitig und an der gleichen Stelle durchführt, nämlich am Austritt aus dem Zinkbad. 35

45

#### Claims

1. Process for manufacturing a steel strip coated with zinc by dip coating, in which the steel strip is subjected to a magnetic wiping operation on leaving the zinc bath, characterized in that induced electrical currents are created which are identical but of opposite phase on the two sides of the strip during the said wiping operation and in that the temperature of the coated strip is adjusted by varying the frequency of the said induced currents. 50