

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 775 761 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
28.05.1997 Bulletin 1997/22

(51) Int Cl.⁶: **C23G 3/02**

(21) Numéro de dépôt: **96870150.8**

(22) Date de dépôt: **26.11.1996**

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

(30) Priorité: **27.11.1995 BE 9500972**

(71) Demandeur: **CENTRE DE RECHERCHES
METALLURGIQUES-CENTRUM VOOR
RESEARCH IN DE METALLURGIE Assoc. sans
but lucratif-Ver. zonder winstoogmerk
1000 Bruxelles (BE)**

(72) Inventeurs:
• **Crahay, Jean**
4970 Francorchamps (BE)
• **Economopoulos, Marios**
4020 Liege (BE)

(74) Mandataire: **Van Malderen, Michel et al**
Office van Malderen
85/043 Boulevard de la Sauvenière
4000 Liège (BE)

(54) **Procédé de décapage des bandes à chaud**

(57) Procédé de décapage d'une bande d'acier, comportant une phase de chauffage de la bande en cours de décapage, dans lequel le chauffage est réalisé

par induction, par exemple avec une fréquence comprise entre 100 kHz et 20 MHz; de préférence les inducteurs sont immergés dans le bain de décapage.

EP 0 775 761 A1

Description

La présente invention est relative à un procédé perfectionné de décapage des bandes à chaud et plus précisément à un perfectionnement de la phase du procédé consistant à chauffer la bande en cours de décapage.

On sait qu'au cours du laminage à chaud, le matériau est déformé à haute température ($> 900^{\circ}\text{C}$) puis bobiné à des températures supérieures à 600°C . Il est ensuite refroidi avant de subir le traitement suivant. Pendant le laminage et le refroidissement, une couche d'oxyde se forme à la surface de la tôle. La composition et l'épaisseur varient en fonction de la durée de refroidissement.

Avant de soumettre les bobines à la phase de production suivante, à savoir le laminage à froid, il faut éliminer cette couche d'oxyde. Cette opération est le rôle du décapage, un traitement chimique qui consiste à faire passer la bande en continu dans un bain d'acide chaud.

La décaperie, où ce traitement est appliqué, est un maillon important de la chaîne de production. Elle est importante par sa taille, car elle s'étend sur plusieurs centaines de mètres, par les objectifs qui lui sont assignés, soit traiter toute la production au rythme des autres engins tout en contribuant à une haute qualité de surface, et par son impact sur l'environnement, car la décaperie utilise de l'acide et de l'énergie et doit optimiser ses consommations.

Dans de nombreuses usines, la décaperie constitue un goulot dont on veut améliorer les performances. Cette situation s'explique par plusieurs phénomènes. En premier lieu, on lamine à chaud des bandes de plus en plus minces (on approche aujourd'hui 1 mm) et pour la décaperie, cela signifie plus de surface à décaper pour un même tonnage. En second lieu, pour des raisons techniques et économiques, on veut coupler le décapage et le laminage à froid en une seule opération continue; ceci impose d'augmenter la vitesse de traitement de la décaperie (les vitesses de défilement de la bande dans les décaperies conventionnelles sont de quelque 200 m/min, alors que les vitesses d'entrée nominales des laminoirs à froid sont supérieures à 350 m/min).

Enfin, les nouvelles familles d'aciers de haute qualité qui ont été développées sont fréquemment plus difficiles à décaper : un exemple en est les aciers IF (aciers sans interstitiels) qui sont bobinés à haute température après laminage à chaud. Pour répondre à toutes ces demandes, il est nécessaire d'accélérer le décapage.

Par ailleurs, le décapage intervient également dans la qualité de surface des bandes laminées: il doit enlever toute la couche d'oxyde sans attaquer la surface de l'acier. C'est un problème difficile si l'on sait que toutes les bobines ne se décavent pas à la même vitesse et qu'en outre le centre de la bande est plus rapidement décapé que les rives. Par ailleurs, on ne désire plus utiliser systématiquement les inhibiteurs qui étaient ajoutés aux bains d'acide pour limiter l'attaque de l'acier: ils

risquent en effet d'être dommageables pour la propreté superficielle. Une technique de décapage puissante et contrôlable avec précision est donc primordiale pour optimiser les propriétés de surface.

Enfin, toute amélioration de l'efficacité de la décaperie apporte des avantages en termes de consommation d'énergie et d'acide et représente donc un bénéfice immédiat pour l'environnement.

L'amélioration des décaperies est une préoccupation commune à tous les sidérurgistes. Dès lors des solutions ont été recherchées dans de nombreuses voies et les méthodes qui ont été développées jusqu'ici peuvent se classer en quatre grandes catégories : les méthodes chimiques, les procédés mécaniques, les techniques hydrauliques et enfin les méthodes d'activation.

La première amélioration a porté sur la composition chimique du bain de décapage : une grande majorité de sidérurgistes sont passés de l'acide sulfurique à l'acide chlorhydrique qui assure un décapage plus homogène et surtout qui permet un recyclage performant des sous-produits.

Les méthodes mécaniques ont été introduites dans de nombreuses décaperies : elles consistent à déformer la bande d'acier par traction avant le décapage. La déformation plastique du métal a pour effet de fissurer la couche d'oxyde, ce qui permet une pénétration plus rapide de l'acide et par conséquent une réduction du temps de décapage. On estime que le gain qui a été apporté par cette méthode se chiffre à quelque 30 % du temps de décapage.

Les méthodes hydrauliques quant à elles visent à assurer un brassage important de l'acide près de la surface de la bande à décaper : il s'agit de renouveler la solution acide et d'éliminer les produits de décapage afin de maintenir la réaction à sa vitesse maximale. Ces techniques ont permis des vitesses de décapage plus élevées et plus régulières.

Enfin les méthodes dites d'activation ont cherché à améliorer la cinétique des réactions impliquées dans les processus de décapage. Les méthodes suivantes ont été ainsi proposées : application d'une tension électrique (comme dans le cas du décapage électrochimique appliqué aux aciers inoxydables), tentatives de création de cavitation, agitation de la bande au moyen d'électroaimants de forte puissance, focalisation de faisceaux d'ultra-sons à la surface de la bande en cours de décapage, ...

Toutes ces techniques ont mené à la situation actuelle où la vitesse de décapage a été nettement augmentée et où les premiers couplages "décapage + laminage" ont été mis en service. Dans ces lignes, la vitesse nominale de défilement dépasse les 300 m/min, mais elle ne peut être maintenue pour les bobines plus difficiles à décaper.

La présente invention vise à développer un procédé original qui puisse s'intégrer aux lignes de décapage actuelles afin d'en augmenter la capacité, les possibilités de contrôle et la qualité des produits; ce procédé original

réside dans l'utilisation d'un chauffage sélectif de la bande en cours de décapage.

La technique de chauffage sélectif, objet de la présente invention, peut être considérée comme une technique d'activation des réactions chimiques en cours de décapage. Il s'agit d'une voie originale par rapport aux techniques existantes.

Le procédé perfectionné de décapage d'une bande d'acier, comportant une phase de chauffage de la bande en cours de décapage, objet de la présente invention, est caractérisé en ce que le chauffage est réalisé par induction, et plus particulièrement par induction à haute fréquence.

Les grandes possibilités de contrôle qu'offre le chauffage par induction en cours de décapage permettent d'obtenir une gestion plus sélective de l'énergie injectée dans la bande en cours de décapage : il s'agit d'injecter l'énergie là où elle est la plus efficace; ainsi le développement récent d'inducteurs à très haute fréquence - jusqu'à 1 Mhz pour des appareils industriels - doit permettre de créer des phénomènes de chocs superficiels favorables.

Il faut en effet observer que, alors qu'il est bien établi que la température joue un rôle primordial dans les réactions de décapage, les injections d'énergie dans les décaperies actuelles ne sont pas maîtrisées de manière très serrée : la bande est chauffée par contact avec le bain, ce qui donne lieu à une inertie thermique importante et ne permet pas de chauffer préférentiellement les bobines ou les portions de surface les plus difficiles à décaper.

A l'opposé, le procédé de l'invention veut concentrer les apports d'énergie aux endroits les plus difficiles à décaper. Il vise aussi à des économies d'énergie, c'est-à-dire diminuer les apports d'énergie pour les bandes faciles à décaper, qui constituent la majorité de la production.

Pour fixer les idées, en chauffant la bande par induction à haute fréquence avec le même apport d'énergie que celui mis en oeuvre aujourd'hui, la température peut être supérieure à 150°C en surface.

Suivant l'invention, le moment d'application du chauffage inductif est important pour la rupture de la couche d'oxyde. Le décapage procède en effet en deux phases successives : d'abord pénétration de la solution acide dans les micro-fissures de la couche d'oxyde ensuite corrosion tangentielle à l'interface acier-oxyde. Le chauffage par induction permet de créer des efforts et des contraintes mécaniques sur la couche d'oxyde, à travers des chocs thermiques superficiels :

- vaporisation de la solution à la surface de la bande, ce qui crée une expansion rapide de la vapeur, capable d'entraîner des particules d'oxyde;
- cavitation près de la surface, par condensation du mince film de vapeur, afin de créer une chute locale de pression qui arrache la couche d'oxyde;
- contraintes dues aux dilatations superficielles

(acier/oxyde) lors d'un chauffage superficiel de la bande.

C'est dans la seconde phase du décapage que des phénomènes comme la vaporisation de la solution à la surface de la bande et/ou à l'interface acier-oxyde et la cavitation proche de la surface seraient les plus efficaces.

Dans cette optique, il est préconisé, selon l'invention, d'implanter les inducteurs à très haute fréquence par exemple à l'entrée d'au moins le premier bac de décapage, en les immergeant dans le bain.

L'intérêt du chauffage par induction est non seulement sa grande souplesse, mais aussi la possibilité de concentrer la puissance injectée à la surface des pièces chauffées, c'est-à-dire là où le décapage doit avoir lieu. Il est bien connu que cet "effet de peau" du chauffage par induction est d'autant plus marqué que la fréquence est élevée. La gamme de fréquences de 100 kHz à 20 Mhz apparaît la plus propice à créer ces effets favorables.

Enfin, un autre avantage potentiel du chauffage par induction est la possibilité de moduler le chauffage superficiel en fonction de la difficulté de décapage et ce de manière à obtenir un résultat homogène. On peut par exemple accentuer l'effet du chauffage inductif sur les bobines les plus difficiles à décaper, mais également sur une face ou sur les deux rives de la bande. Cette possibilité n'est aujourd'hui offerte que par le chauffage inductif.

Le procédé de décapage objet de l'invention peut être mis aisément en oeuvre dans les lignes de décapage existantes où il suffit d'installer les inducteurs ad hoc aux endroits adéquats.

Revendications

1. Procédé de décapage d'une bande d'acier, comportant une phase de chauffage de la bande en cours de décapage, caractérisé en ce que le chauffage est réalisé par induction.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le chauffage est réalisé par induction à haute fréquence.
3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le chauffage de la bande en cours de décapage est réalisé par induction avec une fréquence comprise entre 100 kHz et 20 MHz.
4. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les inducteurs sont immergés dans le bain de décapage.
5. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications

1 à 4, caractérisé en ce que les inducteurs sont situés au début du décapage.

6. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les inducteurs sont situés au milieu de la ligne de décapage. 5
7. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le chauffage inductif est modulé en fonction de la difficulté de décapage, appliqué avec plus d'intensité dans les cas les plus difficiles. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 87 0150

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 2 224 560 A (ESCHER WYSS FRANCE) 31 Octobre 1974 * page 3, ligne 15-21; revendications 1-3; figure 1 *	1-4,6,7	C23G3/02
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 109 (C-0695), 28 Février 1990 & JP 01 312091 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 15 Décembre 1989, * abrégé *	1,5	
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 372 (C-533), 5 Octobre 1988 & JP 63 121695 A (SUMITOMO HEAVY IND LTD), 25 Mai 1988, * abrégé *	1	
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 372 (C-533), 5 Octobre 1988 & JP 63 121694 A (SUMITOMO HEAVY IND LTD), 25 Mai 1988, * abrégé *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 252 (C-369), 29 Août 1986 & JP 61 079790 A (KAWASAKI STEEL CORP), 23 Avril 1986, * abrégé *	1	C23G
A	--- GB 966 521 A (ASSOCIATED ELECTRICAL INDUSTRIES) 12 Août 1964 ---		
A	--- US 2 118 480 A (SOMES H. E.) 24 Mai 1938 ---		
		-/--	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 25 Février 1997	Examineur Torfs, F
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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 I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

EPO FORM 1503 (03.82) (P04C01)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 87 0150

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)
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 8434 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M12, AN 84-211712 XP002026067 & SU 1 062 309 A (BELORUSSIAN POLY) , 23 Décembre 1983 * abrégé *		
A	FR 2 701 493 A (CLECIM SA) 19 Août 1994 -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 25 Février 1997	Examineur Torfs, F
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 I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)