



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 100 632 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
03.09.2003 Bulletin 2003/36

(21) Numéro de dépôt: **00925357.6**

(22) Date de dépôt: **28.04.2000**

(51) Int Cl.7: **B21B 1/28**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR00/01161

(87) Numéro de publication internationale:
WO 00/066287 (09.11.2000 Gazette 2000/45)

(54) **PROCEDE DE FABRICATON, EN CONTINU, D'UNE BANDE METALLIQUE**

VERFAHREN ZUR KONTINUIERLICHEN HERSTELLUNG EINES METALLBANDES

METHOD FOR THE CONTINUOUS PRODUCTION OF A METAL STRIP

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorité: **28.04.1999 FR 9905393**

(43) Date de publication de la demande:
23.05.2001 Bulletin 2001/21

(73) Titulaire: **VAI CLECIM**
92000 Nanterre Cédex (FR)

(72) Inventeurs:
• **De Curraize, Noël**
42600 Montbrison (FR)
• **Leroux, François**
60300 Senlis (FR)

(74) Mandataire: **Michelet, Alain et al**
Cabinet Harlé et Phélip
7, rue de Madrid
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 706 840 EP-A- 0 769 333
DE-A- 2 043 370 DE-A- 19 513 999
FR-A- 2 553 312 US-A- 4 188 812

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 05, 31 mai 1996 (1996-05-31) -& JP 08 024908 A (NISSIN STEEL CO LTD), 30 janvier 1996 (1996-01-30)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 08, 30 juin 1998 (1998-06-30) & JP 10 058010 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 3 mars 1998 (1998-03-03)**
- **JOUET J ET AL: "LE DECAPAGE-TANDEM COUPLE DE SAINTE-AGATHE A SOLLAC FLORANGE: POINTAPRES DIX ANNEES D'EXPLOITATION" CAHIERS D'INFORMATIONS TECHNIQUES DE LA REVUE DE METALLURGIE,FR,REVUE DE METALLURGIE. PARIS, vol. 95, no. 3, page 377-382 XP000765162 ISSN: 0035-1563 cité dans la demande**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 130 (M-478), 14 mai 1986 (1986-05-14) & JP 60 257906 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK;OTHERS: 02), 19 décembre 1985 (1985-12-19)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 11, 30 septembre 1998 (1998-09-30) & JP 10 175002 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD), 30 juin 1998 (1998-06-30)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 364 (M-747), 29 septembre 1988 (1988-09-29) -& JP 63 119913 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD), 24 mai 1988 (1988-05-24)**

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).

EP 1 100 632 B1

Description

[0001] L'invention a pour objet un procédé de fabrication sur une ligne, en continu, d'une bande métallique telle qu'une tôle laminée en acier, à partir d'une bande élaborée à chaud.

[0002] On sait que, d'une façon générale, la fabrication de produits métalliques nécessite tout d'abord l'élaboration d'un produit brut par coulée en lingotière ou coulée continue, une transformation à chaud par forgeage et/ou laminage à chaud et une transformation à froid comprenant diverses étapes qui dépendent de la nature du métal, par exemple acier ferritique ou austénitique, et de la qualité du produit à fabriquer.

[0003] Habituellement, le produit élaboré à chaud est soumis, successivement, à un traitement de décapage pour l'élimination de la calamine, à un laminage à froid jusqu'à obtention de l'épaisseur souhaitée et, enfin, à des traitements de finition.

[0004] Le laminage à froid s'effectue, normalement, en plusieurs passes successives, soit dans deux sens opposés sur un train réversible, soit sur plusieurs cages de laminoir fonctionnant en tandem.

[0005] On sait que, dans un laminoir, le produit est entraîné entre deux cylindres de travail dont l'écartement est inférieur à l'épaisseur brute du produit en amont. Il se produit un écoulement du métal qui est entraîné par frottement dans l'emprise entre les cylindres, jusqu'à une section de sortie dont l'épaisseur correspond sensiblement à l'écartement entre les cylindres de travail, avec une augmentation progressive de vitesse qui correspond à la conservation du métal.

[0006] Au cours du laminage, les cylindres de travail ont tendance à s'écarter l'un de l'autre et l'entrefer entre les génératrices en regard doit donc être maintenu par application, entre les cylindres, d'un effort de serrage appelé souvent force de laminage.

[0007] La force de laminage à exercer pour obtenir un certain taux de réduction d'épaisseur dépend, évidemment, du diamètre des cylindres de travail et de la composition du métal, acier courant à bas carbone, faiblement allié, acier inoxydable, acier allié, ainsi que ses caractéristiques, en particulier sa limite élastique.

[0008] Sous l'effet de la force de laminage appliquée entre leurs extrémités, les cylindres ont tendance à fléchir. De plus, il se produit des déformations et des cépages des différents éléments de la cage, en particulier des colonnes sur lesquelles prennent appui les moyens de serrage.

[0009] On dispose de divers moyens, dans une cage de laminage, pour compenser la déformation des cylindres et de la cage, de façon à maintenir la régularité d'épaisseur et corriger des défauts de planéité en modifiant la répartition des contraintes le long des génératrices d'appui des cylindres de travail.

[0010] En fonctionnement normal, ces moyens de correction permettent de maintenir les qualités de la bande sur la plus grande longueur de la bobine que l'on

appelle souvent "corps de bande". Cependant, au début du déroulement d'une nouvelle bobine, l'extrémité amont ou "tête" de celle-ci, doit être introduite dans l'installation, sur une longueur suffisante pour permettre l'entraînement de la bande. Pour cela, la tête de la nouvelle bobine peut être soudée sur l'extrémité aval, ou "queue", de la bobine précédente. De même, à la sortie de l'installation, lorsque la bobine en cours d'enroulement a atteint sa dimension maximale, il faut cisailer la bande pour évacuer la bobine et fixer sur le mandrin d'enroulement, l'extrémité amont de la partie suivante de la bande.

[0011] On ne peut donc éviter, de réduire la vitesse de défilement, en particulier dans les cages de laminage à froid, cette vitesse pouvant, même, devenir nulle si l'on opère avec une seule enrouleuse.

[0012] Il en résulte, habituellement, que l'on ne peut pas maintenir les qualités de la bande sur la tête et sur la queue de la bobine, qui doivent être éliminées.

[0013] Par ailleurs, il est nécessaire, avant le laminage à froid, d'éliminer, autant que possible, la calamine produite par oxydation en raison des traitements subis auparavant et, à cet effet, on peut utiliser divers procédés connus, par exemple par grenailage, décapage chimique etc...

[0014] Auparavant, les divers traitements à froid étaient réalisés de façon discontinue dans des sections séparées, le produit étant enroulé en bobine à la fin de chaque section pour être transféré vers la section suivante. Cependant, ces procédés non continus ont l'inconvénient de multiplier les opérations de déroulement et d'enroulement de bobines et de nécessiter des stockages intermédiaires qui engendrent des coûts importants, compte tenu des appareils de manutention indispensables et du personnel nécessaire.

[0015] Depuis quelques années, on a développé des procédés de fabrication permettant de supprimer l'enroulement en bobine au moins pour certaines étapes intermédiaires, la bande défilant successivement dans au moins deux sections de traitement placées dans une ligne continue. Des accumulateurs sont disposés entre les sections successives pour que celles-ci puissent fonctionner à des vitesses instantanées différentes. Le défilement de la bande peut ainsi être ralenti ou, même arrêté dans une section, par exemple en cas d'incident ou pour un changement de bobine, tandis que les autres sections continuent à fonctionner.

[0016] En particulier, le couplage du décapage avec le laminage à froid permet de réduire, en grande partie, les inconvénients indiqués ci-dessus.

[0017] Dans une installation en ligne continue de ce type, le laminage est réalisé dans un laminoir tandem comportant, normalement, quatre ou cinq cages.

[0018] Une telle installation est décrite, par exemple, dans un article intitulé "Le décapage-tandem couplé de Sainte Agathe à Sollac-Florange", paru dans "La Revue de Métallurgie", de Mars 1998, ainsi que dans le document DE-A-19513999.

[0019] Jusqu'à présent, les procédés d'élaboration et de traitement à chaud permettaient de réaliser des bobines de bande à chaud d'épaisseur relativement forte. Pour atteindre les épaisseurs souhaitées habituellement, le taux de réduction d'épaisseur à réaliser était donc important, généralement de l'ordre de 70% à 80% et jusqu'à 90% pour certaines qualités d'acier.

[0020] Les laminoirs susceptibles de développer la puissance nécessaire sont très onéreux et, habituellement, les installations en ligne couplée sont donc optimisées en privilégiant le fonctionnement du laminoir tandem qui constitue le goulot d'étranglement de l'installation.

[0021] En particulier, comme on vient de le voir, le laminoir doit au moins ralentir au changement de bobine et, si la vitesse de défilement diminue, le coefficient de frottement augmente, ainsi que la force de laminage à appliquer entre les cylindres de travail pour obtenir la réduction d'épaisseur souhaitée. De plus, les déformations et cédares de la cage augmentent également. On a donc observé qu'il existe une limite au dessous de laquelle on ne peut plus laminer en assurant la régulation d'épaisseur.

[0022] Normalement, on s'efforce donc de conserver une vitesse relativement élevée, de l'ordre de 300 m/mn, par exemple, de façon à ne pas entrer dans un domaine où la faible vitesse interdirait de maintenir la qualité de l'épaisseur.

[0023] Comme on ne peut éviter le cisaillement de la bande pour le changement de bobine, à la sortie de l'installation, il est nécessaire de minimiser, autant que possible, le temps nécessaire à cette opération. Pour cela, habituellement, on réalise le cisailage de la bande à une vitesse relativement élevée au moyen d'une cisaille dite "volante" et l'on utilise deux mandrins d'enroulement actionnés successivement de façon que, pendant le temps nécessaire au déchargement de la bobine enroulée sur un premier mandrin, la bande puisse être engagée et commence à s'enrouler sur le second mandrin, immédiatement après le cisailage.

[0024] Dans ces conditions la qualité de la bande n'est affectée que d'une valeur faible, 1% ou quelques %, et sur une distance courte, qui peut être limitée à quelques mètres. Ainsi, la performance de mise au mille de l'ensemble de l'installation reste acceptable. D'ailleurs, la face extérieure de la bobine qui sert d'emballage à celle-ci, peut, de toutes façons, être plus ou moins détériorée lors des manutentions et est donc sacrifiée.

[0025] Cependant, pour optimiser le fonctionnement du laminoir, celui-ci doit être adapté à certains types de produits et les autres sections de la ligne couplée, en particulier les installations de décapage et de finissage, doivent être prévues en conséquence.

[0026] C'est pourquoi, jusqu'à présent, les installations de production de bandes en ligne continue étaient prévues essentiellement pour des produits justifiant une capacité très importante, de l'ordre de 1 à 2 millions de

tonnes par an, par exemple des tôles de carrosserie automobile.

[0027] Pour des produits spéciaux demandant une capacité plus limitée, il semblait plus rentable de réaliser le laminage par passes successives, dans un sens et dans l'autre, dans une cage réversible.

[0028] D'autre part, pour les produits durs ou très minces, par exemple en acier inoxydable, on préfère, habituellement, utiliser un laminoir à petits cylindres, du type SENDZIMIR. (JP-A10-58010).

[0029] On a aussi envisagé, pour la production de bandes d'acier inoxydable, de réaliser des installations couplées, en ligne continue, mais, dans ce cas, les divers traitements doivent être réalisés dans des conditions très précises pour que le produit présente les qualités souhaitées (JP-A-8-24908)(EP-A-0706840).

[0030] Dans tous les cas, on dispose donc, paradoxalement, d'installations extrêmement coûteuses dont les conditions de fonctionnement sont assez rigides.

[0031] Mais la technique évolue constamment et, par exemple, les procédés.. d'élaboration et de traitement à chaud ont connu, récemment, de grands progrès qu'il y a lieu de prendre en compte.

[0032] Par ailleurs, les besoins de la clientèle changent et il peut donc être gênant, même pour la production de tôles en acier ordinaire, à bas carbone ou faiblement allié, de disposer d'installations très onéreuses et, en même temps, spécialisées dans un type particulier de production.

[0033] L'invention a pour objet de remédier à de tels inconvénients grâce à un nouveau procédé de fabrication, en ligne continue, d'une tôle laminée, qui permet de s'adapter, de façon très flexible, à une modification des conditions de production, en gardant la possibilité, dans tous les cas, de résoudre l'ensemble des problèmes évoqués plus haut. En particulier, l'invention permet de maintenir la régularité d'épaisseur et, d'une façon générale, la qualité de la tôle sur une longueur de bande au moins du même ordre que dans les installations actuelles les plus performantes et, même, pratiquement sur la totalité d'une bobine.

[0034] L'invention concerne donc, d'une façon générale, la fabrication d'une bande métallique à partir d'un produit élaboré à chaud, par défilement de celle-ci, dans une ligne de traitement continu comprenant au moins, dans un sens de défilement, de la bande, une section d'entrée, une section de décapage pour l'élimination de la calamine, une section d'accumulation, des moyens de laminage à froid et une section de sortie comprenant un organe de cisailage et des moyens de bobinage.

[0035] Conformément à l'invention, pour s'adapter à un changement des contraintes d'exploitation, en particulier un ralentissement pour le changement de bobine, on fait varier la vitesse de laminage sur une large plage, pouvant aller de moins de 1 m/mn à plus de 1000 m/mn et le laminage à froid est réalisé en au plus trois passes entre des cylindres de travail dont le diamètre est déterminé de façon que la force de laminage nécessaire au

maintien du taux de réduction d'épaisseur à chaque passe reste compatible, sur toute la plage de variation de vitesse, avec les possibilités de régulation d'épaisseur et de planéité du produit, compte tenu des caractéristiques de celui-ci.

[0036] L'invention peut présenter des avantages pour tous types d'acier mais, en pratique, elle s'applique essentiellement à la fabrication de bandes en acier ordinaire, à bas carbone et/ou faiblement allié, et/ou à faible limite élastique.

[0037] De façon particulièrement avantageuse, on utilise, pour le laminage à froid, des cylindres de travail dont le diamètre ne dépasse pas 200 mm.

[0038] En pratique, le diamètre des cylindres sera déterminé de telle sorte que la force de laminage nécessaire aux vitesses les plus basses ne dépasse pas le double de la force de laminage aux vitesses les plus hautes.

[0039] L'invention s'applique spécialement à la fabrication de tôles d'acier doux ou faiblement allié pour lesquelles l'opération de laminage pourra, avantageusement, être limitée à deux passes, compte tenu de la limite élastique de l'acier et du taux de réduction à réaliser.

[0040] Selon une autre caractéristique préférentielle, pour réaliser la lubrification et le refroidissement des cages de laminage, on utilise une émulsion d'huile dans l'eau dont l'indice de saponification ne dépasse pas 50.

[0041] L'invention couvre également une installation en ligne continue de production industrielle d'une bande de tôle en acier ordinaire, à bas carbone et/ou faiblement allié et/ou à faible limite élastique, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, la ligne comprenant successivement, dans un sens de défilement de la bande :

- une section d'entrée comportant un dispositif de déroulement d'une bobine laminée à chaud et un dispositif de soudage ;
- une station de décapage pour l'élimination de la calamine ;
- une section de laminage à froid en continu comportant au plus trois cages équipées de cylindres de travail de diamètre au plus égal à 200 mm ;
- une section de sortie comportant un organe de cisailage de la bande pour fractionnement et mise en bobines et un dispositif de bobinage de la bande.

[0042] Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, l'invention s'applique à la production de tôles en acier doux, à bas carbone et/ou faiblement allié et couvre une installation dans laquelle la section de laminage comprend au plus trois cages, l'organe de cisailage est de type fixe et le dispositif de bobinage comprend un seul mandrin d'enroulement, une telle installation étant particulièrement économique.

[0043] De préférence, la section de décapage peut être du type chimique ou électrochimique et peut alors

comporter un dispositif de planage sous traction du type "brise-oxyde".

[0044] Avantageusement, selon les applications et les nuances d'acier la section de décapage peut aussi comprendre un dispositif de grenailage et/ou un dispositif d'abrasion.

[0045] Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le laminage à froid est réalisé dans des cages de laminoirs équipées de cylindres de travail de faible diamètre. Pour cela, il sera particulièrement avantageux d'utiliser des cages multicylindres avec des cylindres intermédiaires disposés en grappe du type "cluster mill" ou des cages de laminoir dont les cylindres de travail sont associés à des cylindres d'appui latéraux en particulier du type "Z-high".

[0046] Les cages de laminage seront avantagement équipées de dispositif de contrôle de la planéité des bandes. Par exemple, au moins un cylindre de soutien sera du type à enveloppe tournante déformable.

[0047] De façon particulièrement avantageuse, dans une ligne continue pour la mise en oeuvre de l'invention, le point de coupe de fractionnement peut se trouver à une distance telle de l'enrouleuse que la longueur développée de bande jusqu'à l'emprise de la dernière cage du laminoir soit supérieure à 20 mètres, la régularité d'épaisseur restant assurée dans la partie qui constitue le corps de la bande.

[0048] De la sorte, il est possible de placer, entre le laminoir et la cisaille certains organes annexes comme un dispositif tensionneur et/ou des moyens de huilage de la bande.

[0049] Mais le procédé selon l'invention peut aussi s'appliquer à des lignes dont le point de coupe de fractionnement se trouve à une distance telle que la longueur développée de la bande jusqu'à l'emprise de la dernière cage du laminoir soit inférieure à 20 mètres, la tolérance d'épaisseur étant resserrée dans la partie qui constitue les extrémités de la bande.

[0050] Selon une autre caractéristique très avantageuse, une installation en ligne continue selon l'invention peut aussi être utilisée pour traiter des bandes élaborées à chaud qui ne nécessitent qu'une réduction d'épaisseur faible ou nulle, la dernière passe de laminage à froid réalisant simplement un traitement de finition du type "skin-pass". Les cages de laminoir seront alors avantagement, des cages quarto du type "Z-high" dans lesquelles chaque ensemble constitué par un cylindre de travail, un cylindre intermédiaire et des cylindres d'appui latéraux constitue un insert qui peut être remplacé facilement par un cylindre de travail de gros diamètre pour constituer une cage de type quarto travaillant en skin-pass.

[0051] Dans ce cas, la dernière cage à gros diamètre peut avantagement servir à imprimer sur la tôle une rugosité relativement importante, par exemple d'au moins 0,4 micromètres, pour faciliter l'adhérence d'un revêtement de protection.

[0052] Mais l'invention sera mieux comprise par la

description détaillée qui suit, en se référant aux dessins annexés.

[0053] La figure 1 représente schématiquement une ligne couplée de fabrication de tôle pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

[0054] La figure 2 représente schématiquement une autre configuration de ligne couplée selon l'invention.

[0055] La figure 3 est un diagramme représentatif de l'évolution de la force de laminage en fonction de la vitesse pour des gros diamètres de cylindres de travail et pour des petits diamètres.

[0056] La figure 4 est un diagramme de l'évolution du coefficient de frottement avec un lubrifiant adapté pour les deux cas de la figure 3.

[0057] Sur la figure 1, on a représenté schématiquement une ligne couplée comprenant une section d'entrée A, une section de décapage B, une section de laminage C et une section de sortie D.

[0058] La section d'entrée A n'a pas été représentée en détail et comporte une dérouleuse de bobine et une soudeuse

[0059] La bande à chaud qui provient d'une bobine non représentée, se déroule de la gauche vers la droite en passant tout d'abord dans une station de décapage 1 destinée à éliminer la calamine existante sur la tôle élaborée à chaud. Cette unité peut être de type connu : décapage chimique, décapage par brossage, grenaillage, abrasion ou encore une combinaison de plusieurs techniques. Elle peut être avantageusement précédée d'un dispositif de planage sous traction 2 dont le rôle est de fissurer la calamine pour faciliter l'action d'un décapage chimique. La station de décapage 2 est particulièrement adaptée au traitement d'un tonnage annuel élevé de bande dont l'épaisseur peut être sensiblement plus faible que dans les installations couplées connues jusqu'à présent, par exemple inférieure à un millimètre. La ligne de décapage 1 sera donc prévue pour fonctionner à une vitesse élevée et celle-ci sera maintenue sensiblement constante, sans admettre des arrêts ni même des ralentissements importants pour s'adapter au fonctionnement de l'installation de laminage 3 placée en aval.

[0060] La section de laminage 3 est reliée à la section de décapage 1 par l'intermédiaire d'un dispositif accumulateur de bande 4 associé à un bloc tensionneur 5. Cette disposition permet de ralentir ou arrêter le laminoir sans perturber le fonctionnement du décapage. La vitesse dans la section de décapage dépend du procédé de décapage et des caractéristiques de l'acier de la tôle élaborée à chaud. L'accumulateur a la capacité nécessaire pour maintenir le fonctionnement du décapage à sa vitesse optimale pendant le temps où la vitesse de laminage est différente de celle du décapage, le bloc tensionneur assurant un contrôle séparé des tractions dans les deux sections.

[0061] D'une façon générale, on sait que les laminoirs tandem à froid comportent une succession de cages disposées l'une à la suite de l'autre sur le trajet de la

bande dont l'épaisseur est réduite progressivement. La bande est maintenue parfaitement tendue dans l'espace entre deux cages successives ou espace inter-cage, par réglage de la traction dans la bande à une valeur prédéterminée qui dépend des caractéristiques du produit en cours de laminage. En particulier, on maintient dans chacune des cages des conditions de laminage telles que l'on peut éviter d'atteindre des niveaux de traction risquant d'entraîner une rupture de la bande.

[0062] La régulation du train tandem à froid est assurée de manière à obtenir une épaisseur de sortie de la bande parfaitement constante, en réglant notamment l'effort de laminage appliqué par le dispositif de serrage ainsi que les vitesses de la première et de la dernière cage. Les vitesses des cages intermédiaires, quand elles existent peuvent être déduites de ces conditions car elles sont imposées par la loi de conservation de la masse de métal traversant les cages du laminoir.

[0063] Comme habituellement, les cages de laminoir comportent des moyens de réglage de l'effort de serrage appliqué, en cours de laminage, entre les cylindres du laminoir qui permettent, en particulier, de compenser les déformations de la cage sous l'effort de laminage, pour maintenir l'épaisseur du produit sensiblement constante en sortie de la cage. Ces dispositifs de serrage sont constitués généralement, par des vérins hydrauliques, prenant appui, dans un laminoir quarto, sur les extrémités d'un cylindre de soutien de grand diamètre.

[0064] Avantageusement, au moins une cage du laminoir 3 est munie de dispositif de correction des défauts de planéité par modification de la répartition des contraintes le long de la génératrice d'appui. Une disposition de ce type, utilisant un cylindre de soutien à enveloppe tournante, a été décrite, par exemple, dans les brevets français FR-A-2553312 et FR-A-2572313 de la société déposante.

[0065] Comme on l'a indiqué, l'invention a pour objet de s'adapter à des besoins variés, en agissant de façon très flexible sur les conditions de fonctionnement de l'installation, en particulier la vitesse de laminage, tout en conservant la possibilité de maintenir la qualité de la bande laminée sur la plus grande longueur possible.

[0066] Pour atteindre ce but, on a étudié de façon précise les influences respectives des différents facteurs qui interviennent dans le processus de laminage.

[0067] Comme on le sait, un paramètre essentiel pour assurer, dans des conditions déterminées, la réduction d'épaisseur souhaitée est le diamètre des cylindres de travail.

[0068] Jusqu'à présent, il semblait normal, pour le laminage à froid, d'utiliser des cylindres de travail d'assez gros diamètre, de l'ordre de 500 mm.

[0069] En effet, le métal étant entraîné par frottement le long des faces circulaires des cylindres qui limitent l'emprise de laminage, un diamètre important par rapport à la réduction d'épaisseur à effectuer permet de diminuer l'angle de frottement et favorise, donc, l'entraî-

nement de la bande.

[0070] En outre, un grand diamètre permet d'augmenter la plage d'usure. Comme on le sait, en effet, les cylindres s'usent au contact du métal et doivent être périodiquement rectifiés, puis remplacés lorsque la diminution de diamètre devient excessive. Un diamètre plus grand permet d'admettre une plage d'usure relativement plus importante.

[0071] Mais il faut tenir compte également de la nécessité de lubrifier et de refroidir les cylindres qui s'échauffent en cours de laminage. Ce refroidissement s'effectue par la périphérie et est donc plus efficace lorsque le diamètre est plus grand.

[0072] Le refroidissement est effectué, normalement, par aspersion d'un fluide caloporteur mais le coefficient de frottement entre les cylindres et le produit, qui intervient également dans le processus de laminage, dépend du pouvoir lubrifiant de ce fluide.

[0073] On a pu établir que la réduction d'épaisseur maximale possible au cours d'une passe de laminage peut être donnée par la formule :

$$\Delta e < 2 (\mu + (T_e - T_s) / 2 F)^2 D \quad (1)$$

où μ est le coefficient de frottement, F l'effort de laminage, T_s et T_e les tractions de sortie et d'entrée de la cage de laminoir et D le diamètre des cylindres de travail.

[0074] Cette formule (1) montre, en particulier, que la réduction d'épaisseur dépend non seulement du diamètre des cylindres, mais aussi du coefficient de frottement et de la force de laminage.

[0075] Ces divers paramètres, qui influent, en outre, les uns sur les autres, peuvent être déterminés de façon à réaliser le laminage dans les meilleures conditions possibles, avec maintien de l'épaisseur et de la planéité pour une vitesse normale de défilement correspondant à la capacité de production de l'installation.

[0076] Mais, comme on l'a vu, des incidents ou, simplement, la nécessité de changer de bobine, imposent, périodiquement, des variations importantes de vitesse. On a donc étudié l'influence, sur le laminage, des paramètres mentionnés plus haut, en fonction des variations de la vitesse de défilement.

[0077] Les diagrammes des figures 3 et 4 montrent, pour un acier courant, et selon le diamètre des cylindres de travail, les variations, en fonction de la vitesse de défilement indiquée en abscisse, respectivement de la force de laminage à appliquer et du coefficient de frottement. A titre d'exemple, les diagrammes ont été établis pour un acier doux ayant une limite élastique assez faible, de l'ordre de 25 kg/mm².

[0078] Les courbes A1 et B1 correspondent à un laminage effectué entre des cylindres de travail ayant, comme habituellement, un assez gros diamètre de l'ordre de 500 mm.

[0079] La courbe A1 montre que, comme on l'a indi-

qué, la force de laminage, qui varie assez peu pour les fortes vitesses, augmente rapidement, à partir d'une vitesse limite qui, pour un diamètre de cylindres de 500 mm et pour l'acier considéré, est de l'ordre de 400 m/mn.

[0080] Pour cette raison, il est habituellement jugé préférable, dans les installations classiques, de ne pas réduire la vitesse de laminage au dessous de 300 m/mn car, à partir de cette limite, la force de laminage augmente tellement que le laminage peut devenir impossible, la régulation d'épaisseur ne pouvant, de toutes façons, plus être assurée. Dans le cas représenté sur la figure 3, une force de laminage de 1500 Tonnes par mètre de largeur de tôle, qui est souvent considérée comme la limite L1 à ne pas dépasser, est atteinte pour une vitesse de 200 m/mn environ.

[0081] Jusqu'à présent, de telles conditions semblaient normales pour une exploitation rentable des moyens de laminage. La société déposante s'est cependant avisée que, compte tenu de la productivité très élevée des lignes couplées et des quantités commandées habituellement, les tonnages à produire pour chaque type de produit étaient, en pratique, très réduits au regard de la capacité de production, et que, contrairement à ce qui était admis auparavant, il pouvait être plus avantageux de privilégier la flexibilité de l'installation pour faire face à des besoins variés en acceptant des inconvénients qui, au demeurant peuvent être atténués.

[0082] Or, la figure 3 montre que, pour un acier courant à faible limite élastique, il existe une très grande différence dans l'évolution de la force de laminage à appliquer, entre la courbe A1 qui correspond à un diamètre de 500 mm et la courbe A2 qui correspond à un diamètre de 140 mm. Pour un diamètre de 500 mm, en effet, si l'on réduit la vitesse de laminage, la force de laminage augmente de façon exponentielle à partir de 400 m/mn environ. En revanche, la courbe A2 montre que, pour un diamètre de 140 mm par exemple, la force de laminage varie assez peu lorsque l'on abaisse la vitesse de laminage, à partir de 300 m/mn environ et n'augmente ensuite que très progressivement, pour atteindre 500 T/m à une vitesse pratiquement nulle. Une telle valeur reste donc très inférieure à la limite L2 de la force de laminage admissible qui, pour le métal considéré et pour un diamètre de 140 mm, est de l'ordre de 900 T/m.

[0083] De la sorte, il est possible, même à très faible vitesse, d'assurer encore la régulation d'épaisseur et de planéité pour le maintien de la qualité de la tôle.

[0084] Ainsi, alors qu'il semblait naturel, jusqu'à présent, d'équiper les laminoirs de cylindres d'assez gros diamètre, il apparaît que l'utilisation de cylindres de travail plus petits permet d'augmenter considérablement la plage de variation de la vitesse de laminage, celle-ci pouvant, même, devenir pratiquement nulle.

[0085] Cependant, le coefficient de frottement varie sensiblement de la même façon que la force de laminage.

[0086] La courbe B1 de la figure 4, établie pour un diamètre de cylindres de 500 mm, montre en effet que,

si l'on réduit la vitesse à partir d'une vitesse normale de laminage de 1000 m/mn, par exemple, le coefficient de frottement varie d'abord assez peu jusqu'à une vitesse de l'ordre de 400 m/mn mais augmente ensuite rapidement en dessous de cette vitesse.

[0087] Par ailleurs, la formule (1) ci-dessus montre que, si le diamètre des cylindres diminue, il faut augmenter le coefficient de frottement pour assurer la réduction d'épaisseur.

[0088] C'est pourquoi, selon une autre caractéristique de l'invention, il est intéressant d'utiliser, pour le refroidissement, un fluide ayant un pouvoir lubrifiant moins élevé qu'habituellement, de façon à conserver un coefficient de frottement assez important pour obtenir le niveau de réduction souhaité.

[0089] La composition du fluide caloporteur et lubrifiant sera donc déterminée de façon à combiner la valeur souhaitée du coefficient de frottement et l'évacuation nécessaire des calories.

[0090] D'autres moyens permettent, également, d'améliorer le fonctionnement d'une ligne selon l'invention, en réduisant les inconvénients liés à l'utilisation de cylindres de petit diamètre. On peut, par exemple, jouer sur le régime des tractions appliqué dans le laminoir tandem.

[0091] Cependant, dans une ligne flexible selon l'invention la configuration des équipements et la vitesse nécessaire à la production ne permettent pas des différences de traction élevées.

[0092] Il semble donc préférable de jouer sur le coefficient de frottement, de la façon qui vient d'être indiquée, afin d'éviter qu'un coefficient de frottement trop faible pour une réduction imposée, conduise à un refus d'entraînement de la tôle dans l'emprise et à un patinage de la cage, compte tenu du diamètre choisi pour les cylindres de travail.

[0093] En particulier, il est apparu que l'on pouvait, avantageusement, utiliser comme lubrifiant une émulsion huile dans l'eau dont l'indice de saponification ne dépasse pas 50.

[0094] Sur la figure 4, la courbe B2 représente, avec un tel lubrifiant et pour un diamètre de 140 mm, les variations du coefficient de frottement en fonction de la vitesse de laminage. Il apparaît que, dans ce cas, le coefficient de frottement reste, sur toute la gamme de vitesse, supérieur à celui que l'on obtient, habituellement, avec un diamètre de 500 mm.

[0095] En adaptant la qualité du lubrifiant, on peut donc donner aux cylindres de travail un diamètre assez réduit pour que, sur toute la gamme de vitesse, la force de laminage reste inférieure à la limite admise. De la sorte, il devient possible de réduire la vitesse sans craindre un refus d'entraînement et en conservant les possibilités de régulation d'épaisseur.

[0096] Il apparaît donc que, dans le procédé selon l'invention, l'utilisation, dans des cages de laminage de cylindres petit diamètre, par exemple inférieur à 200 mm, avec un lubrifiant adapté, permet de faire varier la vitesse

de laminage dans une plage très large allant des valeurs élevées, de l'ordre de 1000 m/mn jusqu'aux valeurs les plus basses, voire la vitesse nulle, tout en limitant l'effort de laminage nécessaire à la réduction souhaitée à un niveau inférieur à la limite L2. Ceci autorise donc le maintien de tolérances d'épaisseur serrées sur toute la longueur des bandes, corps et extrémités comprises et quelle que soit la vitesse à laquelle elles ont été laminées.

[0097] Le procédé selon l'invention permet donc de produire, à partir d'une bande d'acier élaborée à chaud, une bande décapée et laminée à froid ayant une régularité d'épaisseur améliorée dans une gamme de vitesse élargie particulièrement dans le domaine des basses et des très basses vitesses de laminage.

[0098] Certes, des cylindres de travail de plus petit diamètre présentent, par rapport aux cylindres plus gros, certains inconvénients et c'est pourquoi, jusqu'à présent, les cages à petits cylindres du type SENDZIMIR étaient utilisées essentiellement en laminage réversible et pour des aciers spéciaux et durs, en particulier aciers inoxydables.

[0099] Il est apparu, cependant que, même pour des aciers courants à limite élastique faible ou moyenne, les inconvénients des cages à petits cylindres, en particulier leur coût d'investissement et de maintenance, peuvent être compensés par les avantages économiques qui résultent de l'utilisation d'une ligne flexible.

[0100] Par exemple, si les cylindres de petit diamètre ont une plage d'usure plus réduite, il peuvent, en revanche, être réalisés en un matériau plus résistant, par exemple acier rapide ou fritté.

[0101] D'autre part, on sait que les cylindres de travail sont soumis à un effort de flexion dans le sens longitudinal de défilement du produit, qui est perpendiculaire à leur axe et des cylindres de travail de gros diamètre résistent mieux à cette flexion. Cependant, on a développé des cages de laminoir dans lesquels des cylindres de travail de petit diamètre sont associés à des moyens de maintien latéraux leur permettant de résister à la flexion dans le sens longitudinal.

[0102] De tels laminaires, qui sont dits de type "Z-high" ou "cluster-mill", sont, normalement, plus onéreux que les laminaires classiques, et, jusqu'à présent, étaient utilisés essentiellement pour des aciers durs, par exemple à haut carbone et/ou inoxydables.

[0103] On s'est avisé, cependant, que dans le cadre de l'invention, l'utilisation de laminaires à petits cylindres pouvait être rentable, même pour des aciers courants, en raison de l'avantage économique considérable apporté par la flexibilité de la ligne.

[0104] En effet, comme on l'a indiqué, les lignes continues réalisées jusqu'à présent, dans lesquelles la station de décapage est couplée avec un laminoir tandem à quatre ou cinq cages ne sont rentables que si elles fonctionnent à vitesse élevée, pour de très grandes capacités et pour réaliser un taux de réduction important, allant jusqu'à 80 ou 90%.

[0105] Mais il existe des produits qui peuvent être réalisés directement à partir de la bande à chaud, sans réduction d'épaisseur. Dans ce cas, la bande subit simplement un décapage puis, éventuellement, un laminage "skin-pass" et est ensuite protégée par aspersion d'huile. Généralement, de tels produits sont réalisés dans des installations spécifiques, le laminage étant effectué, en cas de besoin, dans une section séparée. Si l'on veut utiliser une ligne couplée, il faut alors placer un aiguillage en aval de la section de décapage pour diriger la bande vers un laminoir "skin-pass", une station de huilage et une enrouleuse, le laminoir tandem n'étant pas utilisé dans ce cas.

[0106] L'invention s'applique donc essentiellement à la fabrication de bandes en acier ordinaire ne nécessitant qu'un taux de réduction faible ou nul et qui, jusqu'à présent, étaient réalisées de façon discontinue, les lignes couplées habituelles n'étant pas rentables dans ce cas.

[0107] En particulier, l'invention permet de bénéficier des progrès réalisés dans les lignes d'élaboration et de traitement à chaud notamment par coulée continue de bande mince, qui permettent d'obtenir des bandes à chaud d'épaisseur beaucoup plus réduite que précédemment.

[0108] Auparavant, en effet, les bandes à chaud étaient produites à une épaisseur relativement forte, par exemple 2 à 6 mm. Toutefois, plus récemment, l'évolution de la technique a permis de réduire progressivement cette épaisseur jusqu'à 1,2 mm et l'on peut même envisager de disposer de bandes à chaud d'épaisseur encore plus faible, jusqu'à moins de 1 mm, par exemple.

[0109] Ainsi, pour des aciers ordinaires à limite élastique moyenne, par exemple de 25 kg par mm² et nécessitant un taux de réduction de l'ordre de 50%, la section de laminage peut ne comporter que deux ou trois cages à petits cylindres et, dans ce cas, l'utilisation de cages de type "Z-high" devient rentable.

[0110] De même, il est possible, malgré l'augmentation de coût, d'équiper les cages de moyens perfectionnés de régulation de l'épaisseur, par exemple en utilisant un cylindre à enveloppe tournante déformable.

[0111] D'autre part, la part du laminoir dans le coût global d'une installation selon l'invention diminue par rapport aux autres sections de la ligne. En effet, alors que, dans les lignes couplées connues jusqu'à présent, on devait disposer d'une puissance de laminage importante pour réaliser le taux de réduction d'épaisseur souhaité, on peut envisager maintenant de réduire cette puissance de laminage et, par conséquent, le coût de l'installation de laminage, lorsque le taux de réduction d'épaisseur à réaliser ne dépasse pas 50%.

[0112] Une ligne industrielle selon l'invention comporte en sortie un dispositif de bobinage 7 précédé d'un dispositif de fractionnement de bande 6 pour constituer des bobines aisément transportables.

[0113] Un peu avant la coupe, il faut diminuer la vitesse et l'extrémité aval de la bande enroulée est donc hors

tolérance. Après la coupe, l'extrémité amont de la partie suivante de la bande doit être enroulée de quelques tours sur le mandrin d'enroulement, avant de revenir à une vitesse et sous une traction permettant la régulation d'épaisseur.

[0114] C'est pourquoi, comme indiqué plus haut, on distingue habituellement, dans une bobine de tôle laminée, un corps de bande couvrant la plus grande partie de la longueur et pour lequel la qualité a pu être maintenue dans des tolérances acceptables, et deux extrémités dont la longueur ne peut être abaissée au dessous d'une certaine limite, par exemple 20 m, pour lesquelles la tolérance d'épaisseur ne peut être maintenue de la même façon.

[0115] Le procédé selon l'invention permet d'améliorer la tolérance d'épaisseur même à des vitesses très faibles de laminage ainsi que sur la longueur laminée hors traction pendant le redémarrage. Il est alors possible, sans augmenter le taux de mise au mille, d'envisager de nouvelles configurations de ligne couplée dans lesquelles en particulier, la dernière cage de laminage pourra se trouver à une distance assez grande de l'enrouleuse.

[0116] Par exemple, dans la configuration représentée sur la figure 1, on a placé, entre la sortie de l'installation de laminage 3 et l'enrouleuse 7 un dispositif de huilage 8 destiné à donner une protection contre la corrosion au produit terminé et un bloc tensionneur puisant 9 permettant, d'une part de tirer la bande pour la sortir du décapage, même en l'absence de laminage et, d'autre part, de maintenir une traction dans la bande lorsque celle-ci est coupée pour terminer une bobine. Ceci favorise encore le maintien de tolérances d'épaisseur serrées en évitant les variations de traction dans l'emprise de la dernière cage de laminage.

[0117] Par rapport aux installations connues précédemment, qui ne comportaient qu'une station de décapage, éventuellement un "skin-pass" et un dispositif de huilage, une installation selon l'invention permet donc d'effectuer, en continu, une réduction moyenne d'épaisseur et, par conséquent, d'augmenter la gamme de production sans augmenter considérablement le coût de l'ensemble.

[0118] Comme on l'a indiqué, au moins une cage du laminoir 3 est avantageusement du type "Z-high". Or, celle-ci peut être transformée en réalisant chaque ensemble constitué d'un cylindre de petit diamètre, d'un cylindre intermédiaire et des appuis latéraux, sous forme d'un "insert" qui peut être remplacé par un cylindre de plus gros diamètre, par exemple supérieur à 500 mm, de façon à réaliser une cage de type quarto pouvant effectuer un traitement de skin-pass entre les cylindres de travail.

[0119] Un autre avantage d'une ligne couplée selon l'invention sera donc de pouvoir utiliser une partie du temps de production pour produire des bobines de tôles dont l'épaisseur est directement celle de la bande élaborée à chaud et qui ne nécessite pas de réduction

d'épaisseur à froid mais seulement un décapage et une passe de laminage de finition de type "skin-pass".

[0120] On peut ainsi très facilement augmenter les possibilités d'une ligne existante.

[0121] La disposition d'une ligne industrielle selon la figure 1 nécessite un espace important entre la dernière cage et le point de coupe de la bande pour fractionnement dans le dispositif de cisailage 6 et la coupe est réalisée à très basse vitesse, voire à l'arrêt. Le procédé selon l'invention permet, cependant, de garantir la tolérance de l'épaisseur dans cette partie de la bande qui fait donc partie du corps de bande alors qu'elle serait largement hors tolérance avec un procédé conventionnel dans cette partie de la bobine. Celle-ci pourra donc être vendue avec garantie, ce qui permet d'éviter des redéroulages et des contrôles coûteux.

[0122] Mais le procédé selon l'invention permet aussi, sans s'écarter du cadre de protection défini par les revendications, d'imaginer d'autres configurations dans le but de s'adapter aux besoins du client ou, par exemple, à une installation existante.

[0123] Par exemple, dans la mesure où l'on réalise une réduction d'épaisseur faible ou, même, nulle dans la dernière cage de laminage, il peut être intéressant d'utiliser celle-ci pour imprimer au produit une rugosité compatible avec un traitement de protection par revêtement superficiel, notamment de galvanisation. Ainsi, alors que l'on obtient habituellement une rugosité de l'ordre de 0,4 à 0,5 microns, par exemple, pour les tôles automobiles, il est nécessaire, pour d'autres applications, telles que le bâtiment, de donner à la tôle une rugosité supérieure, de 1 à 2 microns par exemple.

[0124] L'invention permet de répondre de façon souple à une telle demande.

[0125] En effet, dans une installation selon l'invention, au lieu de réaliser un traitement de "skin-pass", la dernière cage de laminage pourra être équipée de cylindres de travail ayant un diamètre conventionnel et une rugosité de 3 à 4 microns, permettant, compte tenu du taux de transfert, par exemple de 40%, de donner à la tôle obtenue la rugosité souhaitée.

[0126] D'autre part, on peut aussi imaginer une ligne plus compacte et ne comportant pas tous les dispositifs de parachèvements précédents. Ainsi, la ligne représentée schématiquement sur la figure 2 comprend une section de décapage 1 et une section de laminage 3 entre lesquelles est placé un dispositif 2 d'accumulation de bande 4 et un bloc de contrôle des tractions 5. Un dispositif de planage sous traction - brise oxyde peut aussi être installé en amont de la section de décapage 1. La sortie d'une telle ligne comprend alors simplement le dispositif de cisailage 6, pour le fractionnement, suivi du dispositif d'enroulement 7.

[0127] Lors du cisailage, la bande dans l'emprise se trouve hors traction ce qui, dans les procédés conventionnels engendrerait une brusque variation de l'épaisseur. La distance entre le point de fractionnement et l'emprise de la dernière cage est courte et généralement

inférieure à 20 mètres en longueur développée de bande laminée. Cette zone se situe donc dans les extrémités de bande dont la tolérance d'épaisseur est de manière traditionnelle moins serrées que celle du corps de bande. L'utilisation d'un procédé selon l'invention permet toutefois d'améliorer cette tolérance d'épaisseur pendant le ralentissement et jusqu'à l'arrêt, ainsi que sur la longueur laminée hors traction pendant le redémarrage, de telle sorte que les extrémités des bandes respectent la tolérance d'épaisseur fixée par le client.

[0128] Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières et n'en limitent aucunement la portée.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une bande métallique à partir d'une bande élaborée à chaud, par défilement de celle-ci, en continu, dans une ligne de traitement comprenant successivement, dans un sens de défilement, des moyens (B) d'élimination de la calamine, des moyens d'accumulations (4), des moyens (C) de laminage à froid, un organe de cisailage (6) et des moyens de bobinage (7),

caractérisé par le fait que, pour s'adapter à un changement des contraintes d'exploitation tel que le changement de bobine, on fait varier la vitesse de laminage sur une très large plage, pouvant aller de moins de 1 m/mn à plus de 1000 m/mn et que le laminage à froid est réalisé en au plus trois passes, entre des cylindres de travail dont le diamètre est déterminé de façon que, sur l'ensemble ladite large plage de variation de vitesse, la force de laminage nécessaire au maintien du taux de réduction d'épaisseur à chaque passe reste compatible, avec les possibilités de régulation d'épaisseur et de planéité du produit, compte tenu des caractéristiques de celui-ci.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que**, pour le laminage à froid, on utilise des cylindres de travail dont le diamètre ne dépasse pas 200 mm.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé par le fait que** le diamètre des cylindres de travail est déterminé de façon que la force de laminage nécessaire aux vitesses les plus basse soit, au plus, de l'ordre du double de la force de laminage aux vitesses les plus hautes.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que**, pour réaliser la lubrification et le refroidissement des cages de laminage, on utilise une émulsion d'huile dans l'eau dont l'indice de saponification ne dépasse pas 50.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** la régulation d'épaisseur et la correction de planéité restent assurées en cas de diminution de la vitesse de défilement et de la tension de la bande et jusqu'à retour à une vitesse et sous une tension normale. 5
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que** la bande est en un acier ordinaire à bas carbone et/ou faiblement allié, et/ou à faible limite élastique. 10
7. Procédé selon la revendication 6 **caractérisé en ce que** la bande est soumise à au plus deux passes de réduction d'épaisseur, le taux de réduction global ne dépassant pas 50%. 15
8. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**, dans la dernière passe de laminage à froid, la bande est soumise à un laminage de type "skin-pass" réalisant un taux minimal de réduction d'épaisseur. 20
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**, lors de la dernière passe de laminage à froid, on imprime sur la bande une rugosité compatible avec un traitement de protection par revêtement superficiel. 25
10. Procédé selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que** la dernière passe de laminage est réalisée entre deux cylindres de travail ayant un diamètre d'au moins 300 mm. 30
11. Procédé selon l'une des revendications 6 à 10, **caractérisé en ce que** la bande est soumise à une seule passe de réduction d'épaisseur et à une passe de laminage de type "skin-pass" réalisant un taux minimal de réduction d'épaisseur. 35
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la régularité d'épaisseur est maintenue sur toute la plage de variation de vitesse de telle sorte que chaque bobine enroulée comprenne un corps de bande à l'épaisseur souhaitée et deux extrémités dont la longueur peut être inférieure à la distance entre la dernière cage de laminage et l'organe de cisailage. 40
13. Ligne industrielle continue de fabrication d'une bande de tôle en acier ordinaire, à bas carbone et/ou faiblement allié et/ou à faible limite élastique, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, la ligne comprenant successivement, dans un sens de défilement de la bande : 45
- une section d'entrée comportant un dispositif de déroulement d'une bobine laminée à chaud et un dispositif de soudage ;
 - une station (B) de décapage pour l'élimination de la calamine ;
 - une section (C) de laminage à froid en continu comportant au plus trois cages équipées de cylindres de travail de diamètre au plus égal à 200 mm ;
 - une section de sortie (D) comportant un organe (6) de cisailage de la bande pour fractionnement et mise en bobines et un dispositif (7) de bobinage de la bande.
14. ligne de fabrication selon la revendication 13 **caractérisée en ce que** la station (D) de décapage est du type chimique ou électrochimique.
15. Ligne de fabrication selon la revendication 14 **caractérisée en ce que** la station (D) de décapage comprend en outre un dispositif (2) de planage sous traction du type "brise-oxyde".
16. Ligne de fabrication selon l'une des revendications 14 et 15 **caractérisée en ce que** la station (B) de décapage comporte en outre un dispositif de grenailage et/ou un dispositif d'abrasion.
17. Ligne de fabrication selon l'une des revendications 13 à 16 **caractérisée en ce qu'**au moins une des cages (3) de laminage à froid est du type "cluster mill".
18. Ligne de fabrication selon l'une des revendications 13 à 16 **caractérisée en ce qu'**au moins une des cages (3) de laminage à froid est du type "Z-high".
19. Ligne de fabrication selon la revendication 18 **caractérisée en ce que** la cage de laminage "Z-high" comprend au moins un cylindre d'appui du type à enveloppe tournante prenant appui sur une série de patins réglables radialement.
20. Ligne de fabrication selon l'une des revendications 13 à 19 **caractérisée en ce que** l'organe de cisailage (6) est écarté de la dernière cage de laminage à froid (3) d'une distance correspondant à une longueur développée de bande d'au moins 20 mètres.
21. Ligne de fabrication selon l'une des revendications 13 à 19 **caractérisée en ce que** l'organe de cisailage (6) est écarté de la dernière cage de laminage à froid (3) d'une distance correspondant à une longueur développée de bande inférieure à 20 mètres.
22. Ligne de fabrication selon la revendication 17 **caractérisée en ce que** au moins une cage (3) de laminage est du type comprenant un groupe de cylindres susceptibles d'être remplacés par des cylin-

dres de travail ayant un diamètre d'au moins 500 mm pour réaliser une passe de laminage à très faible réduction d'épaisseur.

23. Ligne de fabrication selon la revendication 17 **caractérisée en ce que** au moins une cage (3) de laminage est du type "Z-high" dans lequel chaque cylindre de travail de petit diamètre est monté dans un insert susceptible d'être remplacé par un cylindre de travail ayant un diamètre d'au moins 300 mm pour réaliser une passe de laminage du type à très faible réduction d'épaisseur. 5 10
24. Ligne de fabrication continue selon l'une des revendications 13 à 23, **caractérisée par le fait qu'elle** comprend un dispositif tensionneur (9) placé à la sortie de la section (C) de laminage pour le maintien de la tension dans celle-ci et un dispositif (8) de huilage de la bande placé entre le dispositif tensionneur (9) et le dispositif de cisailage (6). 15 20
25. Utilisation d'une ligne de fabrication continue selon l'une des revendications 13 à 24, pour la fabrication d'une bande de tôle en un acier à bas carbone et/ou faiblement allié et/ou à faible limite élastique. 25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Metallbandes aus einem warm hergestellten Band durch kontinuierliches Durchlaufen desselben in einer Bearbeitungslinienanlage, die in einer Durchlaufrichtung nacheinander Mittel (B) zur Beseitigung des Zunders, Speichermittel (4), Kaltwalzmittel (C), ein Scherenorgan (6) und Aufwickelmittel (7) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Anpassung an eine Änderung der Betriebsanforderungen, wie beispielsweise eine Wickelkörperänderung, die Walzgeschwindigkeit in einem sehr großen Bereich variiert wird, der von mindestens 1 m/min bis über 1000 m/min reicht, und dass das Kaltwalzen in höchstens drei Walzgängen zwischen Arbeitswalzen erfolgt, deren Durchmesser derart bestimmt ist, dass für den gesamten großen genannten Bereich der Geschwindigkeitsvariation die für die Aufrechterhaltung der Dickenminderungsrate bei jedem Walzgang erforderliche Walzkraft mit den Möglichkeiten der Dickeneinstellung und der Planheit des Produktes unter Berücksichtigung der Eigenschaften desselben kompatibel bleibt. 30 35 40 45 50
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Kaltwalzen Arbeitswalzen verwendet werden, deren Durchmesser 200 mm nicht überschreitet. 55
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, **da-**

durch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Arbeitswalzen derart bestimmt wird, dass die für die niedrigsten Geschwindigkeiten erforderliche Walzkraft höchstens ungefähr das Doppelte der für die höchsten Geschwindigkeiten erforderlichen Walzkraft ausmacht.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Durchführung der Schmierung und Kühlung der Walzgerüste eine Ölemulsion in Wasser verwendet wird, deren Verseifungsindex 50 nicht überschreitet.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicken-einstellung und die Planheitskorrektur im Falle einer Verringerung der Durchlaufgeschwindigkeit und der Bandspannung und bis zur Rückkehr zu einer normalen Geschwindigkeit und unter einer normalen Spannung sicher gestellt bleiben.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band aus einem Normalstahl mit geringem Kohlenstoff und/oder mit niedrigen Legierungsanteilen und/oder mit geringer Elastizitätsgrenze ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band höchstens zwei Walzgängen zur Dickenminderung unterzogen wird, wobei die Gesamtminderungsrate 50 % nicht überschreitet.
8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band im letzten Kaltwalzgang einem Walzgang des Typs "skin-pass" unterzogen wird, bei dem eine minimale Dickenminderungsrate durchführt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim letzten Kaltwalzgang auf das Band eine Rauheit aufgebracht wird, die mit einer Schutzbehandlung durch Oberflächenüberzug verträglich ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der letzte Walzgang zwischen zwei Arbeitswalzen mit einem Durchmesser von mindestens 300 mm erfolgt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band einem einzigen Walzgang zur Dickenminderung und einem Walzgang des Typs "skin-pass" unterzogen wird, der eine minimale Dickenminderungsrate verwirklicht.
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche

che, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelmäßigkeit der Dicke über den gesamten Bereich der Geschwindigkeitsvariation aufrecht erhalten wird, so dass jeder gewickelte Wickelkörper einen Bandkörper mit der gewünschten Dicke und zwei Enden umfasst, deren Länge geringer als der Abstand zwischen dem letzten Walzgerüst und dem Scherenorgan sein kann.

13. Kontinuierliche Industrielinienanlage zur Herstellung eines Blechbandes aus Normalstahl mit geringem Kohlenstoff- und/oder mit niedrigen Legierungsanteilen und/oder mit geringer Elastizitätsgrenze für den Einsatz des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Anlage in einer Durchlaufrichtung des Bandes nacheinander umfasst:

- einen Eintrittsabschnitt, umfassend eine Abwickeleinrichtung für einen warmgewalzten Wickelkörper und eine Schweißeinrichtung;
- eine Beizeinrichtung (B) zur Beseitigung des Zunders;
- einen kontinuierlichen Kaltwalzabschnitt (C), umfassend höchstens drei Walzgerüste, die mit Arbeitswalzen mit einem Durchmesser von höchstens 200 mm ausgestattet sind;
- einen Austrittsabschnitt (D), umfassend Scherenorgane (6) für das Band zum Fraktionieren und Aufwickeln und eine Wickeleinrichtung (7) für das Band.

14. Herstellungslinienanlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beizstation (B) chemischen oder elektrochemischen Typs ist.

15. Herstellungslinienanlage nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beizstation (B) ferner eine Zugplaniereinrichtung (2) des Typs "Oxid-Brecher" umfasst.

16. Herstellungslinienanlage nach einem der Ansprüche 14 und 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beizstation (B) ferner eine Kugelstrahlund/oder eine Abschleifeinrichtung umfasst.

17. Herstellungslinienanlage nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eines der Kaltwalzgerüste (3) vom Typ "cluster mill" ist.

18. Herstellungslinienanlage nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eines der Kaltwalzgerüste (3) vom Typ "Z-high" ist.

19. Herstellungslinienanlage nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Walzgerüst des

Typs "Z-high" mindestens eine Stützwalze des Typs mit Drehmantel umfasst, die auf einer Reihe von radial einstellbaren Füßen aufliegt.

20. Herstellungslinienanlage nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Scherenorgan (6) von dem letzten Kaltwalzgerüst (3) um einen Abstand entfernt ist, der einer abgewickelten Bandlänge von mindestens 20 Metern entspricht.

21. Herstellungslinienanlage nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Scherenorgan (6) von dem letzten Kaltwalzgerüst (3) um einen Abstand entfernt ist, der einer abgewickelten Bandlänge von weniger als 20 Metern entspricht.

22. Herstellungslinienanlage nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Walzgerüst (3) von dem Typ ist, der eine Gruppe von Walzen umfasst, die durch Arbeitswalzen mit einem Durchmesser von mindestens 500 mm ersetzt werden können, um einen Walzgang mit sehr geringer Dickenminderung durchzuführen.

23. Herstellungslinienanlage nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Walzgerüst (3) vom Typ "Z-high" ist, bei dem jede Arbeitswalze mit kleinem Durchmesser in einem Einsatz befestigt ist, der durch eine Arbeitswalze mit einem Durchmesser von mindestens 300 mm ersetzt werden kann, um einen Walzgang des Typs mit sehr geringer Dickenminderung durchzuführen.

24. Kontinuierliche Herstellungslinienanlage nach einem der Ansprüche 13 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Spanneinrichtung (9), die am Austritt aus dem Walzabschnitt (C) zur Aufrechterhaltung der Spannung in diesem angeordnet ist, und eine Einrichtung (8) zum Ölen des Bandes, die zwischen der Spanneinrichtung (9) und der Schereinrichtung (6) angeordnet ist, umfasst.

25. Verwendung einer kontinuierlichen Herstellungslinienanlage nach einem der Ansprüche 13 bis 24 zur Herstellung eines Blechbandes aus einem Stahl mit geringem Kohlenstoff- und/oder mit niedrigen Legierungsanteilen und/oder mit geringer Elastizitätsgrenze.

Claims

1. A method of producing a metal strip from a heat formed strip, by the continuous running thereof, in a treatment line comprising, successively, in one running direction, scale eliminating means (B), ac-

cumulating means (4), cold rolling means (C), a shearing element (6) and winding means (7),

characterized in that, in order to adapt to a change in the operating constraints, such as a spool change, the rolling speed is caused to vary on a very wide range from less than 1 m/min to more than 1000 m/min and the cold rolling operation is done in maximum three passes between working rolls the diameter of which is determined so that the rolling power needed to maintain the thickness reduction rate at each pass remains compatible, on the whole speed variation range, with the thickness adjustment and product flatness possibilities, taking the characteristics thereof into account.

2. A method according to claim 1, **characterized in that**, for cold rolling, working rolls are used, the diameter of which does not exceed 200 mm.

3. A method according to any one of claims 1 or 2, **characterized in that** the diameter of the working rolls is determined so that the rolling power required at the lowest speeds is, at the most, in the order of twice the rolling power at the highest speeds.

4. A method according to any one of the preceding claims, **characterized in that**, in order to achieve lubrication and cooling of the roll stands, an oil-in-water emulsion is used, the saponification index of which does not exceed 50.

5. A method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the thickness adjustment and the flatness correction remain ensured in the case the running speed and the strip tension are reduced and until a return back to normal speed and tension.

6. A method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the strip is made of a common low carbon and/or poorly alloyed and/or low yield strength steel.

7. A method according to claim 6, **characterized in that** the strip is subjected to maximum two thickness reduction passes, the global reduction rate not exceeding 50%.

8. A method according to claim 6, **characterized in that**, in the last cold rolling pass, the strip is subjected to a rolling operation of the "skin-pass" type, achieving a minimum thickness reduction rate.

9. A method according to claim 8, **characterized in that**, during the last cold rolling pass, a roughness is imparted to the strip, which is compatible with a surface coating protective treatment.

10. A method according to any one of claims 6 to 9, **characterized in that** the last rolling pass is performed between two working rolls having a diameter of at least 300 mm.

11. A method according to any one of claims 6 to 10, **characterized in that** the strip is subjected to a single thickness reduction pass and to a rolling pass of the "skin-pass" type achieving a minimum thickness reduction rate.

12. A method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the thickness regularity is maintained over the whole speed variation range so that each wound spool comprises a strip body with the required thickness and two ends the length of which may be less than the distance between the last roll stand and the shearing element.

13. A continuous industrial line for producing a common low carbon and/or poorly alloyed and/or low yield strength steel sheet strip for carrying out the method according to any one of the preceding claims, said line comprising successively, in one strip running direction :

- an inlet section comprising a running device for a heat rolled spool and a welding device;
- a de-scaling section (B) for eliminating scales;
- a continuous cold rolling section (C) comprising at the most three roll stands provided with working rolls with a diameter of at the most 200 mm; and
- an outlet section (D) having a strip shearing element (6) for separating and spooling and a strip winding device (7).

14. A production line according to claim 13, **characterized in that** the de-scaling station (B) is of the chemical or electrochemical type.

15. A production line according to claim 14, **characterized in that** the de-scaling station (B) additionally comprises a tensile stretching device (2) of the "break-oxide" type.

16. A production line according to any one of claims 14 and 15, **characterized in that** the de-scaling station (B) additionally comprises a shot-blasting and/or an abrasion device.

17. A production line according to any one of claims 13 to 16, **characterized in that** at least one of the cold rolling roll stands (3) is of the "cluster mill" type.

18. A production line according to any one of claims 13 to 16, **characterized in that** at least one of the cold rolling roll stands (3) is of the "Z-high" type.

19. A production line according to claim 18, **characterized in that** the "Z-high" roll stand comprises at least one backing roll of the rotating jacket type radially bearing on a set of adjustable shoes. 5
20. A production line according to any one of claims 13 to 19, **characterized in that** the shearing element (6) is spaced away from the last cold rolling stand (3) on a distance corresponding to a strip developed length of at least 20 meters. 10
21. A production line according to any one of claims 13 to 19, **characterized in that** the shearing element (6) is spaced away from the last cold rolling stand (3) on a distance corresponding to a strip developed length of less than 20 meters. 15
22. A production line according to claim 17, **characterized in that** at least one roll stand (3) is of the type comprising a group of rolls liable to be replaced with working rolls having a diameter of at least 500 mm to perform a rolling pass with a very low thickness reduction. 20
23. A production line according to claim 17, **characterized in that** at least one roll stand (3) is of the "Z-high" type, wherein each small diameter working roll is mounted in an insert liable to be replaced with a working roll having a diameter of at least 300 mm to perform a rolling pass of a very low thickness reduction type. 25
30
24. A continuous production line according to any one of claims 13 to 23, **characterized in that** it comprises a tensioning device (9) provided at the rolling section outlet (6) for maintaining the tension therein and a strip lubricating device (8) arranged between the tensioning device (9) and the shearing device (6). 35
40
25. Use of a continuous production line according to any one of claims 13 to 24, in order to produce a low carbon and/or poorly alloyed and/or low yield strength steel sheet strip. 45

50

55

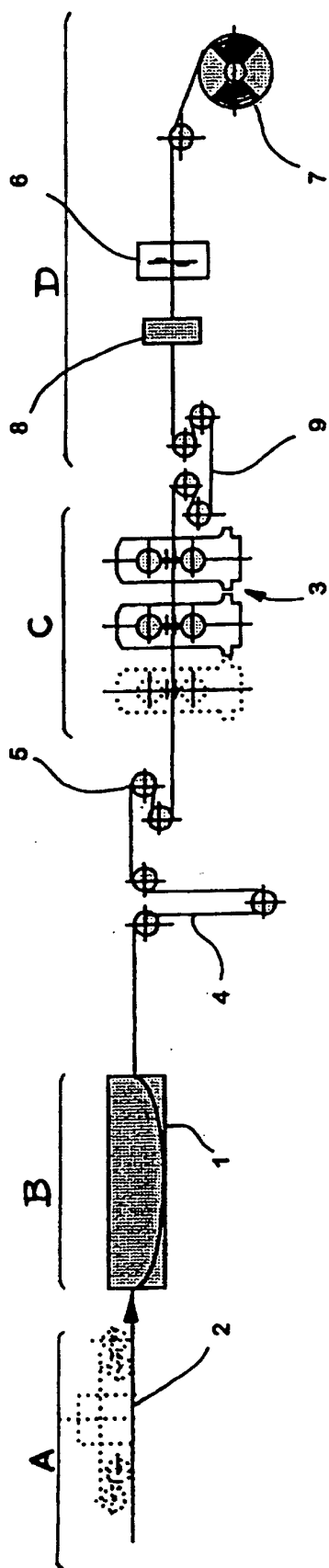


FIG. 1

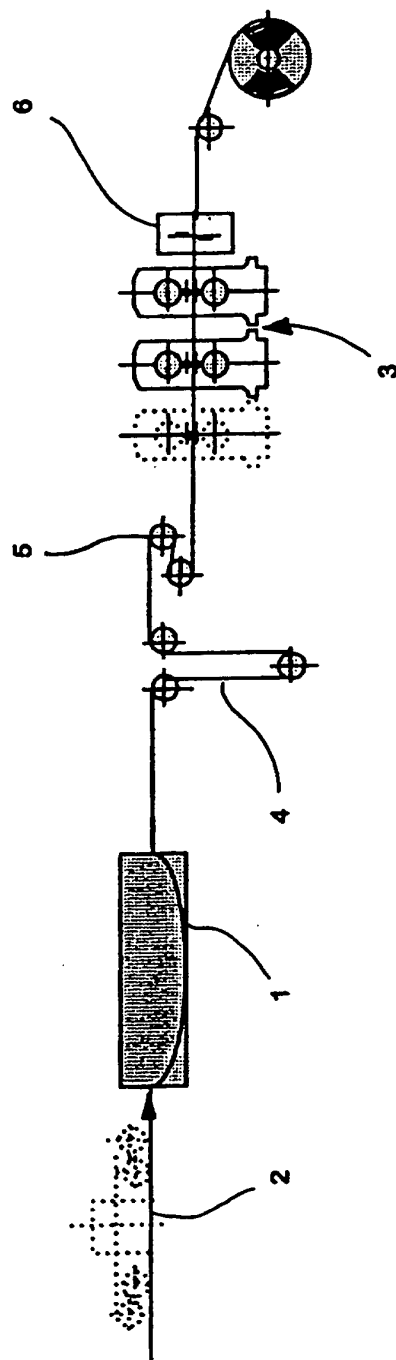


FIG. 2

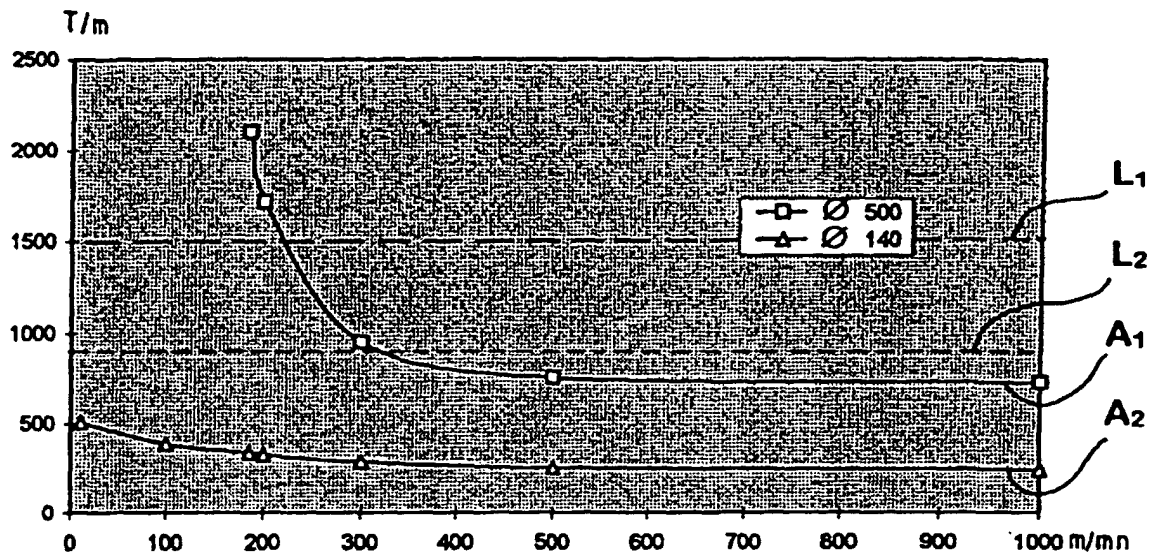


FIG. 3

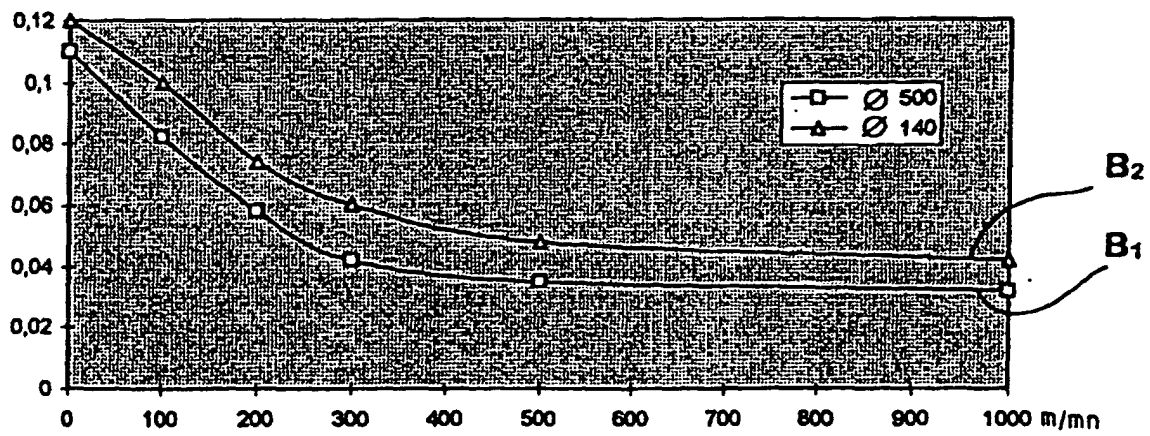


FIG. 4