

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 79 21800**

(54) Dispositif pour la régulation automatique de la forme de bandes en cours de laminage.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). B 21 B 37/00; G 05 D 5/06, 15/01.

(22) Date de dépôt..... 30 août 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 10 du 6-3-1981.

(71) Déposant : CHABANOV A. I., DANILJUK V. V., RUSAEV V. I., TROPIN S. N., GRINCHU P. S.,  
PONOMAREV V. I., FOMIN G. G., MIROSHNIKOV I. K., BOGAENKO I. N. et PISARENKO  
V. M., résidant en URSS.

(72) Invention de : A. I. Chabanov, V. V. Daniljuk, V. I. Rusaev, S. N. Tropin, P. S. Grinchu, V. I.  
Ponomarev, G. G. Fomin, I. K. Miroshnikov, I. N. Bogaenko et V. M. Pisarenko.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,  
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne l'équipement des laminoirs à tôles, en particulier les dispositifs de contrôle et de régulation des laminoirs à tôles, et a notamment pour objet un dispositif pour la régulation automatique de la forme de bandes au cours de leur laminage.

5 L'invention peut être appliquée notamment au contrôle et à la régulation automatique de la forme d'une bande ou d'une tôle au cours de son laminage sur un laminoir à chaud ou à froid.

La bande laminée sortant d'une cage de laminoir peut présenter des défauts de planéité, c'est-à-dire être ondulée (ondulation suivant les bords  
10 de la bande), gondolée (ondulation au centre de la bande) ou falciforme, ce qui est lié à l'irrégularité de la distribution des allongements ou étirements longitudinaux des différentes zones de la largeur de la bande, due aux variations de différents paramètres du laminage (pression du métal sur les cylindres, tension totale, vitesse de laminage, déplacement des vis  
15 de pression, épaisseur et profil transversal de la bande à l'entrée, distribution de la température suivant la longueur de la table des cylindres, etc.). La correction et la stabilisation de la forme de la bande au cours du laminage sont possibles à l'aide de systèmes de régulation automatique ou d'asservissement, mais le principal obstacle à leur mise en oeuvre  
20 réside dans les difficultés liées au contrôle de la forme de la bande.

On connaît un dispositif pour la régulation automatique de la forme de bandes en cours de laminage, comprenant une source lumineuse située au-dessus de la bande, une caméra de télévision pour la réception des rayons lumineux réfléchis par la bande, un moyen détectant les écarts de l'image  
25 réelle de la forme de la bande par rapport à une image étalon, des moyens hydrauliques pour la régulation du profil des cylindres de travail, dont les entrées de commande sont reliées aux sorties des moyens de détection des écarts de l'image réelle de la forme de la bande par rapport à l'image étalon.

30 Pour que ce dispositif fonctionne, il faut éliminer de dessus la bande en cours de laminage l'eau (émulsion) et l'huile qui, autrement, réfracteraient les rayons lumineux tombant sur la bande et introduiraient des erreurs dans la mesure de la forme de la bande. En outre, l'ambiance agressive dans laquelle se trouvent les laminoirs abaisse la fiabilité de l'appareillage  
35 optique et de télévision du dispositif.

On connaît un dispositif pour la régulation automatique de la forme de

bandes en cours de laminage, comprenant des galets disposés suivant la largeur de la bande, contactant celle-ci à la sortie de la cage du laminoir, et en fonction de la différence des vitesses de rotation desquels s'effectue la régulation de la forme de la bande. Des appareils synchros ou "selsyns" liés cinématiquement aux galets élaborent un signal de désaccord entre les vitesses de rotation des galets. Le dispositif comporte aussi un capteur de vitesse de défilement de la bande, un régulateur de profil de la bande, un indicateur de forme de la bande, un module calculateur dont les entrées sont reliées aux "selsyns" et au capteur de vitesse de défilement de la bande, et dont la sortie est reliée au régulateur de forme de la bande et à l'indicateur de forme de la bande.

Toutefois, ce dispositif n'élabore le signal de forme de la bande qu'avec un grand retard (jusqu'à 1 s), par suite de la présence dans ses circuits de "selsyns", de servomoteurs, de génératrices tachymétriques, sur lesquels sont basés les capteurs de vitesse de défilement de la bande et le régulateur de forme de la bande, et qui présentent une grande inertie ne permettant pas de couvrir la gamme de fréquences des écarts de forme de la bande dans toute la plage de travail.

On s'est donc proposé de créer un dispositif pour la régulation automatique de la forme de bandes en cours de laminage, dans lequel la régulation de la distribution de la tension de la bande suivant sa largeur en fonction des signaux provenant des galets assurerait un accroissement de la rapidité de régulation de la forme de la bande et, par cela-même, une amélioration de la qualité de la bande obtenue.

Ce problème est résolu du fait que le dispositif pour la régulation automatique de la forme de bandes en cours de laminage, du type comprenant des galets disposés suivant la largeur de la bande, contactant celle-ci à la sortie de la cage du laminoir, et en fonction de la différence des vitesses de rotation desquels s'effectue la régulation de la forme de la bande, est caractérisé, d'après l'invention, en ce que les galets sont montés deux par deux, de part et d'autre de la bande, et sont associés en au moins deux groupes dont chacun est doté d'un système moteur pour la mise en tension de la bande, et il est prévu un régulateur de tension de la bande, dont la sortie est reliée électriquement aux entrées de commande des systèmes moteurs, des entrées de ce régulateur de tension étant reliées électriquement aux systèmes moteurs et étant attaquées par des signaux électriques proportionnels

à la tension réelle de la bande, un consigneur ou sélecteur de tension de la bande connecté à une autre entrée du régulateur de tension de la bande, des capteurs de position angulaire des galets, en nombre égal au nombre de groupes de galets, et un module comparateur, aux entrées duquel sont connectées les sorties des capteurs de position angulaire des galets, et dont la sortie est connectée à d'autres entrées des systèmes moteurs.

Pour élargir la plage de régulation de la forme de la bande, le dispositif de régulation automatique conforme à l'invention, comprenant un régulateur hydromécanique du profil des cylindres lamineurs, il est avantageux de relier électriquement les entrées du régulateur hydromécanique du profil des cylindres aux systèmes moteurs des galets.

Le dispositif conforme à l'invention pour la régulation automatique de la forme de bandes en cours de laminage en fonction de la position angulaire spatiale relative de galets, permet d'accroître d'au moins un ordre de grandeur la rapidité de réponse du dispositif et d'obtenir un mesureur de forme de la bande pratiquement sans inertie. La présence de deux voies de régulation de la forme de la bande (redistribution de la tension suivant la largeur de la bande et profilage hydromécanique des cylindres de travail), permet de couvrir tout le spectre des écarts de forme de la bande.

Un tel dispositif permet d'obtenir un système de galets de traction avec réglage commun de la valeur de consigne du couple total des galets, ce couple étant automatiquement redistribué entre les deux groupes de galets en fonction de la distribution de la tension suivant la largeur de la bande. Si, pendant le laminage, des ondulations apparaissent aux bords de la bande, la tension est additionnellement accrue dans la partie centrale de la bande par augmentation du couple au système moteur des galets de traction contactant la bande dans sa partie centrale, et la tension est diminuée aux bords de la bande par diminution du couple de traction au système moteur des galets contactant les bords de la bande. De la sorte, les vitesses de défilement des différentes zones locales de la largeur de la bande sont égalisées. Si un gondolage (ondulation dans la partie centrale de la bande) apparaît sur la bande laminée, une tension supplémentaire a lieu aux bords de la bande grâce à l'augmentation du couple au système moteur des galets de traction contactant les bords de la bande, et une diminution de la tension de

la bande dans sa partie centrale se produit du fait de la diminution du couple au système moteur des galets contactant la partie centrale de la bande. En conséquence, les galets et leurs systèmes moteurs constituent des servomécanismes ou mécanismes d'exécution dans le dispositif pour la  
5 régulation automatique de la forme de la bande en cours de laminage, et peuvent en outre être utilisés en tant que capteur pour la commande d'un servomécanisme ou mécanisme d'exécution classique, notamment un système hydraulique de profilage des cylindres lamineurs. Dans ce cas, la valeur caractéristique est le rapport des courants dans les circuits d'induit des  
10 moteurs : toute perturbation de leur égalité déclenche une action de commande des efforts de flexion appliqués aux paliers des cylindres lamineurs.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre  
15 d'exemples non limitatifs avec références aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente le schéma fonctionnel d'un dispositif pour la régulation automatique de la forme de bandes en cours de laminage, conforme à l'invention ;

20 - les figures 2 et 3 représentent des variantes, conformes à l'invention, de disposition des galets suivant la largeur de la bande.

Le dispositif pour la régulation automatique de la forme de bandes en cours de laminage comprend des vérins hydrauliques 1 (figure 1) montés entre les paliers, appuis ou empoises 2 des cylindres de travail 3 placés  
25 entre des cylindres d'appui 4 dont les paliers, appuis ou empoises 5 sont placés dans le bâti 6 de la cage 7 du laminoir, à travers laquelle se déplace à une vitesse prescrite V la bande 8 en cours de laminage. Les vérins hydrauliques 1 sont reliés par une conduite 9 à un régulateur 10 de profilage hydromécanique des cylindres de travail 3. Sur la table à rouleaux  
30 d'évacuation (non représentée sur les figures) il y a deux groupes de galets 11, 12 montés à la sortie de la cage 7 du laminoir deux par deux, de part et d'autre de la bande 8. Chaque groupe de galets 11, 12 est pourvu d'une commande 13, 14, respectivement, pour la mise en tension de la bande 8. Les galets 11 sont en contact avec la partie centrale de la bande 8, et les  
35 galets 12, avec les bords de ladite bande.

Des génératrices tachymétriques 15, 16 et des capteurs, détecteurs ou

transmetteurs (tels que par exemple des "selsyns" ou des "inductosyns") 17, 18 de position angulaire des galets 11, 12 sont liés cinématiquement aux arbres des moteurs faisant partie des commandes 13, 14, respectivement. Pour régler la valeur de consigne de la tension totale de la bande 8 par les  
5 galets 11, 12, il est prévu un consigneur ou sélecteur de tension 19 dont la sortie est connectée à l'entrée 20 d'un régulateur de tension 21. La sortie du régulateur de tension 21 est reliée électriquement aux entrées de commande 22, 23 des commandes 13, 14. Les entrées 24, 25 du régulateur de tension 21 sont connectées aux sorties de capteurs 26, 27 de tension réelle  
10 de la bande 8 par les galets 11, 12. Les entrées des capteurs 26, 27 sont reliées aux commandes 13, 14. Les capteurs de tension 26, 27 sont réalisés d'une manière connue, par exemple sous la forme de capteurs sensibles au courant d'induit des moteurs des commandes. Les sorties des capteurs 17, 18 de position angulaire des galets 11, 12 sont connectées à un module ou  
15 bloc comparateur 28, qui élabore le signal de synchronisation (en position angulaire relative), des galets 11, 12 et dont la sortie est connectée aux entrées de commande 29, 30 des commandes 13, 14.

Pour établir la valeur de consigne de la vitesse de rotation des galets il est prévu un consigneur ou sélecteur de vitesse 31 dont la sortie est  
20 reliée électriquement aux entrées de commande 32, 33 des commandes 13, 14. Le dispositif comporte aussi des réactions en vitesse de rotation des galets 11, 12, qui relient les génératrices tachymétriques 15, 16 aux entrées de commande 34, 35 des commandes 13, 14. Les entrées de commande 36, 37 du régulateur 10 de profilage hydromécanique des cylindres 3 sont  
25 connectées aux sorties des capteurs 26, 27 de tension de la bande 8 afin de faire varier l'effort de flexion des cylindres 3 en fonction des différences de tension de la bande 8. Le régulateur 10 est réalisé d'une manière connue, par exemple avec un servomécanisme ou mécanisme d'exécution à étrangleur ou à piston-plongeur.

30 Le dispositif comporte aussi un capteur 38 de présence de métal entre les galets 11, 12, réalisé d'une manière connue, par exemple à l'aide d'un relais photoélectrique connecté aux entrées de commande de contacteurs ou analogues 39, 40 (par exemple de contacteurs à contacts ou de contacteurs sans contacts ou statiques), ouvrant ou fermant les circuits de réaction en  
35 vitesse de rotation des galets 11, 12, le circuit de réglage de la valeur de consigne de la vitesse de rotation des galets 11, 12 et le circuit de sortie

du régulateur de tension 21.

La figure 2 montre la disposition des galets 11, 12 suivant la largeur de la bande 8 en cours de laminage. Le groupe de galets 11 comporte une seule paire de galets et contacte la partie centrale de la bande 8. L'autre  
5 groupe de galets, celui des galets 12, comporte deux paires de galets, chacune desquelles contacte l'un des bords de la bande 8.

La figure 3 représente trois groupes de galets 42, 43, 44, chacun desquels comporte une paire de galets ne contactant qu'une zone correspondante de la largeur de la bande 8.

10 Il est à noter que la qualité des mesures et de la régulation de la forme de la bande est d'autant meilleure que le nombre de groupes de galets et, par conséquent, le nombre de zones de réglage de la tension de la bande suivant sa largeur est grand.

Le dispositif pour la régulation automatique de la forme de bandes  
15 en cours de laminage fonctionne de la façon suivante. Au cours du réglage du laminoir, à l'aide du contacteur 39 (figure 1) on applique aux entrées de commande 32, 33 des systèmes moteurs 13, 14 le signal de consigne de la vitesse de rotation des galets 11, 12 à partir du consigneateur de vitesse 31, et l'on règle à l'aide du consigneateur de tension 19 le signal  
20 de consigne de la tension résultante de la bande 8, c'est-à-dire de l'effort total appliqué à la bande 8 par les galets 11, 12. Quand les systèmes moteurs 13, 14 ont atteint la vitesse requise, ou au cours de la mise en vitesse desdits systèmes moteurs, ou encore au début de leur mise en vitesse, s'effectue la synchronisation des galets 11, 12 d'après le signal  
25 du module comparateur 28.

A l'instant où les galets 11, 12 pincent la bande laminée 8, le signal issu du capteur 38 de présence du métal fait basculer, d'une part, le contacteur 39 qui coupe les circuits de consigne et de réaction en vitesse de rotation des galets 11, 12, et, d'autre part, le contacteur 40 qui ferme  
30 le circuit de sortie du régulateur de tension 21.

Si le synchronisme des galets 11, 12 n'est pas dérangé après pincement de la bande 8, cela signifie que la tension (et, par conséquent, l'allongement ou l'étirement) de la bande 8 est uniforme suivant toute sa largeur. Si, pendant le laminage, par suite de variations des différents paramètres  
35 du laminage il se produit dans telle ou telle zone de la largeur de la bande 8 un accroissement de la vitesse à laquelle le métal sort de la cage 7, il ne

se produit pas d'écarts dans la répartition des tensions unitaires ou spécifiques suivant la largeur de la bande et, par conséquent, des charges sur les commandes 13,14 des galets 11,12. Par exemple, si par suite de la dilatation thermique le diamètre de la table des cylindres de travail 3 de la cage 7 augmente dans leur partie centrale, les tensions unitaires diminuent dans la partie centrale de la bande 8 (cette diminution pouvant même aller jusqu'à un gondolage) et, par conséquent, la charge sur les galets 11 diminue, ceux-ci ne contactant que le milieu de la bande. En conséquence, la vitesse des galets 11 augmente. En même temps le désaccord des positions angulaires relatives des galets 11, 12 s'accroît progressivement et le module comparateur 28 fournit un signal de freinage de la commande 13 et un signal d'accélération de la commande 14. La charge sur la commande 14 s'accroît, tandis qu'elle diminue sur la commande 13. De ce fait, les galets 12 (contactant les bords de la bande) augmentent la tension des bords de la bande 8, tandis que les galets 11 (contactant la partie centrale de la bande) diminuent la tension de la partie centrale de la bande ; les vitesses auxquelles le métal des diverses zones de la largeur de la bande 8 sort de la cage 7 du laminoir s'égalisent et la forme prescrite de la bande 8 se rétablit.

Au contraire, si la déformation du train de cylindres sous l'effet de l'effort de laminage provoque une augmentation de la vitesse de sortie du métal aux bords de la bande 8, le module comparateur 28 envoie un signal d'augmentation de la tension appliquée par les galets 11 et de diminution de la tension appliquée par les galets 12.

De la sorte, la stabilisation de la forme de la bande 8 est obtenue par redistribution automatique de la tension suivant la largeur de la bande 8 sur la table à rouleaux d'évacuation du laminoir.

L'action sur le régulateur 10 de profilage hydromécanique des cylindres de travail 3, élargissant la plage couverte par le système de régulation automatique de la forme de la bande 8, s'effectue en fonction de la différence des tensions exercées par les galets 11, 12, dont les signaux de tension sont élaborés par les capteurs 26, 27 de tension de la bande par les galets 11, 12, en fonction des signaux des commandes 13, 14.

Une action analogue peut être exercée sur le système de commande du profil des cylindres lamineurs en fonction de la température.

Quand la bande 8 quitte les galets 11, 12, le circuit de sortie du



régulateur de tension 21 est coupé par le contacteur 40 et la vitesse de rotation des galets 11, 12 est stabilisée. Le pincement de la bande 8 suivante peut s'effectuer avec ou sans mise en mémoire de la distribution précédente de la tension entre les galets 11, 12.

5           Un tel dispositif permet de réaliser un contrôle stable de la forme de la bande 8, ainsi que d'améliorer fortement la qualité du laminé. L'insertion du dispositif pour la régulation automatique de la forme de bandes en cours de laminage dans la ligne de fabrication d'un laminoir ne requiert pas de modifications de l'équipement existant.

10           Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre des  
15 revendications qui suivent.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif pour la régulation automatique, sur un laminoir, de la forme de bandes en cours de laminage, du type comprenant des galets répartis suivant la largeur de la bande, contactant celle-ci à sa sortie de la cage du laminoir, et en  
5 fonction de la différence des vitesses de rotation desquels s'effectue la régulation de la forme de la bande, caractérisé en ce que les galets sont montés deux par deux, de part et d'autre de la bande, et sont associés entre eux en au moins deux groupes dont chacun est doté d'une commande pour la mise  
10 en tension de la bande, et qu'il est prévu un régulateur de la tension de la bande, dont la sortie est reliée électriquement aux entrées de commande des commandes des galets et dont les entrées sont reliées électriquement auxdites commandes et sont attaquées par des signaux électriques proportionnels à la  
15 tension réelle de la bande, un consigneur ou sélecteur de tension de la bande connecté à une autre entrée du régulateur de tension de la bande, des capteurs de position angulaire des galets, en nombre égal au nombre de groupes de galets, et un module comparateur, aux entrées duquel sont connectées les  
20 sorties des capteurs de position angulaire des galets et dont la sortie est connectée à d'autres entrées desdites commandes.

2. Dispositif pour la régulation automatique de la forme de bandes en cours de laminage selon la revendication 1, du type comprenant également un régulateur hydromécanique du  
25 profil des cylindres de la cage du laminoir, caractérisé en ce que les entrées du régulateur électromécanique du profil des cylindres sont reliées électriquement aux commandes des galets.



