(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 080 932**
A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **82402134.9**

(22) Date de dépôt: **23.11.82**

(51) Int. Cl.³: **B 21 B 45/02**
C 21 D 1/62

(30) Priorité: **26.11.81 FR 8122142**

(43) Date de publication de la demande:
08.06.83 Bulletin 83/23

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT

(71) Demandeur: **UNION SIDERURGIQUE DU NORD ET DE L'EST DE LA FRANCE par abréviation "USINOR"**
La Défense 9, 4, place de la Pyramide
F-92800 Puteaux(FR)

(72) Inventeur: **Viannay, Stéphane**
3 Impasse du Mail Les Maisons du Manet
Voisins-Le-Bretonneux F-78190 Trappes(FR)

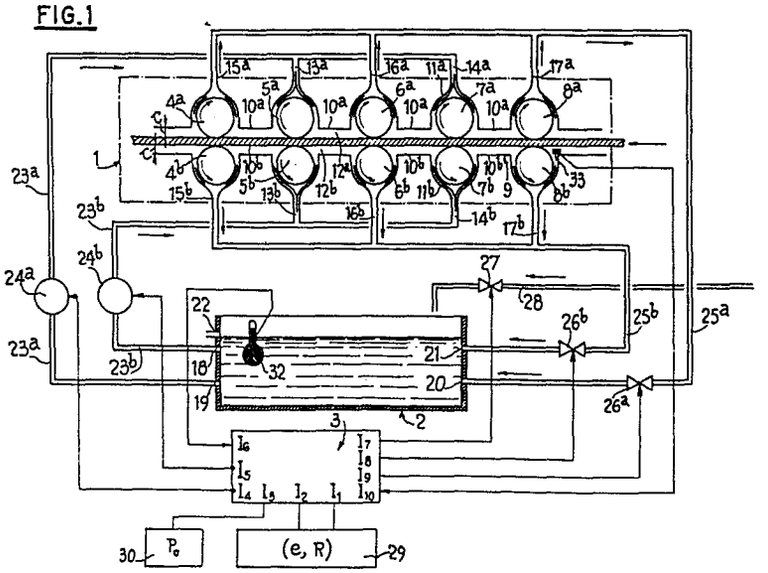
(72) Inventeur: **Sebbah, Jack**
2 Rue des Lilas
F-59125 Trith Saint Leger(FR)

(74) Mandataire: **Moncheny, Michel et al,**
c/o Cabinet Lavoix 2 Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cedex 09(FR)

(54) Procédé et installation pour effectuer le refroidissement contrôlé de tôles.

(57) Procédé pour contrôler le refroidissement d'une tôle en vue de lui conférer une structure cristalline prédéterminée, suivant lequel on fait passer la tôle à refroidir à travers une enceinte contenant une masse de fluide de refroidissement régulièrement renouveléee, caractérisé en ce que l'on commande le débit du fluide de refroidissement en fonction de la température d'arrivée de ce fluide, suivant l'épaisseur de la tôle à refroidir et la vitesse de refroidissement désirée.

FIG.1



EP 0 080 932 A1

Procédé et installation pour effectuer le refroidissement contrôlé de tôles.-

La présente invention concerne un procédé pour effectuer le refroidissement contrôlé de tôles en vue d'obtenir une structure cristalline parfaitement définie du métal la composant.

Elle concerne également une installation pour la mise en oeuvre de ce procédé.

On connaît notamment un procédé de refroidissement de tôles sortant de laminoirs permettant d'atteindre des vitesses de refroidissement élevées en vue de traiter des tôles d'épaisseur importante sans pour autant augmenter de façon prohibitive les puissances mises en jeu. Ce procédé et la machine pour sa mise en oeuvre sont décrits dans la demande de brevet n°2 223 096 déposée au nom de la Demanderesse. Selon ce procédé, dès la fin du laminage, la plaque de tôle chauffée est présentée horizontalement à l'entrée d'une enceinte dans laquelle elle est entraînée d'un mouvement uniforme de translation au moyen de rouleaux. Simultanément, une lame d'eau de hauteur constante et animée d'une grande vitesse circule sur les deux faces de la plaque pour dissiper la chaleur de la tôle.

Ainsi, chaque élément de surface du métal est en contact, à l'intérieur de l'enceinte, avec une masse de fluide régulièrement renouvelée. Le flux thermique correspondant échangé entre la plaque et l'eau est d'autant plus élevé que la vitesse d'écoulement de l'eau est plus grande; il est possible grâce à ce procédé d'extraire un flux thermique de l'ordre de $3 \times 10^6 W/m^2$. Cette valeur correspond à la vitesse de refroidissement à coeur de 30°C/s d'une plaque épaisse de 30 mm. D'après les études et expériences faites par la Demanderesse, les vitesses de refroidissement réalisables selon le procédé décrit dans la demande de brevet précité, apparaissent tout à fait compatibles pour réaliser, par exemple, la trempe martensitique d'une tôle d'acier au carbone manganèse contenant environ 0,17% de carbone et 1/4% de manganèse, sans autre

élément d'alliage. Il va de soi que l'application de ce même traitement à des aciers contenant des faibles quantités d'additions, par exemple, de molybdène, de nickel ou de bore dont la présence a pour effet d'augmenter la trempabilité, produira également une structure martensitique.

Toutefois, le procédé défini dans la demande de brevet précitée ne permet pas d'obtenir directement la structure finale désirée d'un métal, par exemple d'un acier de composition donnée. En effet, l'opération de refroidissement se traduit généralement par la trempe martensitique du métal et une opération de revenu, caractérisée pour l'acier par un maintien de durée convenable à une température inférieure à 710°C, doit succéder à l'opération de refroidissement. Or, les études relatives aux transformations en refroidissement montrent que la vitesse de refroidissement détermine la structure d'un acier de composition donnée. Certaines phases, notamment bainite, ou mélange de phases, bainite et perlite à grains très fins, caractérisées par de bonnes propriétés mécaniques de ténacité et de ductilité, peuvent être recherchées dans le cas de nuances convenables d'acier.

Ainsi, dans la mesure où il serait possible de maîtriser avec précision la vitesse de refroidissement des plaques de tôles, le refroidissement accéléré à vitesse choisie pourrait se substituer pour des compositions bien définies du métal, au traitement de trempe et permettrait de produire directement les structures de métal recherchées sans pratiquer d'opération de revenu supplémentaire.

L'invention a donc pour but de fournir un procédé et une machine de refroidissement du type précité, permettant de régler et maîtriser la vitesse de refroidissement des plaques de tôle suivant des valeurs déterminées en fonction des structures souhaitées.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour contrôler le refroidissement d'une tôle en vue de lui conférer une structure cristalline prédéterminée, suivant lequel on fait passer la tôle à refroidir à travers une enceinte contenant une masse de fluide de refroidissement régulièrement renouvelée, caractérisé en ce que l'on commande le débit du fluide de refroidissement en fonction de la température d'arrivée de ce fluide, suivant l'épaisseur de la tôle à refroidir et la vitesse de refroidissement désirée.

L'invention a aussi pour objet une installation pour la mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus, ladite installation comprenant une machine composée d'une enceinte comportant des moyens pour faire circuler un fluide de refroidissement qui se déplace à peu près parallèlement à la tôle, un bac de refroidissement, des moyens pour injecter le fluide de refroidissement contenu dans le bac à l'intérieur de ladite enceinte et des moyens pour évacuer le fluide de refroidissement après son parcours dans l'enceinte de refroidissement, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de commande du débit de fluide de refroidissement à l'intérieur de l'enceinte en fonction de la température du fluide de refroidissement.

Suivant une autre caractéristique l'invention comprend des moyens de régulation de la température du fluide de refroidissement introduit dans l'enceinte.

Suivant encore une autre caractéristique, l'invention comprend des moyens de régulation de la pression du fluide à l'intérieur de l'enceinte.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre faite en regard des dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple et dans

lesquels :

- la Fig. 1 représente l'installation pour effectuer le refroidissement contrôlé des tôles ; et

- la Fig. 2 représente un mode de réalisation des moyens de commande et de régulation suivant l'invention.

L'installation représentée à la Fig. 1 comprend une machine de refroidissement 1, un bac de refroidissement 2, ainsi qu'un dispositif de commande et de régulation 3.

La machine de refroidissement 1 est du type général décrit dans la demande de brevet n°2 223 096. Cette machine est constituée d'une série de rouleaux de support et de guidage 4^a, 4^b jusqu'à 8^a, 8^b. D'une façon générale les éléments essentiels de la machine, disposés symétriquement de part et d'autre du plan moyen de la tôle seront désignés par les mêmes références numériques affectées d'indice a pour les éléments supérieurs et b pour les éléments inférieurs.

La machine comprend une enveloppe ou enceinte métallique 9 qui s'étend entre les rouleaux de guidage en 10^a, 10^b, et entoure ces rouleaux en 11^a, 11^b. Les parois planes 10^a, 10^b sont à peu près parallèles et sont séparées par un intervalle supérieur à l'épaisseur de la tôle, de façon à délimiter avec cette dernière deux chambres ou canaux 12^a, 12^b d'épaisseur c. Des moyens de circulation d'eau comprennent au moins un conduit d'alimentation 13^a, 13^b, 14^a, 14^b s'étendant par exemple sur toute la longueur des rouleaux 5^a, 5^b, 7^a, 7^b et au moins un conduit d'évacuation 15^a, 15^b, 16^a, 16^b, 17^a, 17^b s'étendant également sur toute la longueur des rouleaux 4^a, 4^b, 6^a, 6^b et 8^a, 8^b.

Le bac de refroidissement 2 contient l'eau de refroidissement ; sur ses flancs sont ménagés des orifices 18, 19 pour permettre la sortie de l'eau de refroidissement à destination de la machine 1 et des orifices d'entrée d'eau 20, 21 pour récupérer

l'eau qui revient de la machine de refroidissement.

Il comporte également sur sa partie supérieure un orifice de trop plein 22.

Les orifices 18 et 19 de sortie d'eau du bac 2 sont reliés aux conduits d'alimentation 13^a, 13^b, 14^a, 14^b de la machine par des conduits 23^a, 23^b par l'intermédiaire de pompes d'alimentation 24^a, 24^b. Les orifices d'entrée d'eau 20, 21 du bac 2 sont reliés aux conduits d'évacuation 15^a, 15^b, 16^a, 16^b, 17^a, 17^b par des conduits 25^a, 25^b au travers d'électro-vannes 26^a, 26^b. Une électro-vanne 27 montée sur la conduite 28 assure l'alimentation en eau froide du bac.

Le dispositif de commande et de régulation 3 est constitué essentiellement par un calculateur qui peut être de type numérique, analogique ou hybride, ce dernier type étant adapté pour effectuer des traitements à la fois sur des grandeurs numériques et analogiques.

Le dispositif de commande et de régulation 3 représenté est de type hybride, il assure la commande et la régulation du débit des pompes 24^a, 24^b et des électro-vannes 26^a, 26^b et 27. Il est relié par ses entrées I^1, I^2 à un tableau d'affichage 29 des valeurs de consigne $\underline{R}$ relative à la vitesse de refroidissement recherchée et $\underline{e}$ relative à l'épaisseur de la tôle entrant dans la machine de refroidissement. Les valeurs de consigne $\underline{R}$ et $\underline{e}$ sont transmises selon une forme codée binaire aux entrées I^1 et I^2 du dispositif 3. L'entrée I^3 est reliée à un capteur 30 de la pression atmosphérique P^o. Les sorties I^4 et I^5 transmettent les ordres de commande aux pompes 24^a et 24^b. L'entrée I^6 reçoit, d'une sonde thermométrique 32 disposée à l'intérieur du bac 2, la valeur de la température du liquide de refroidissement. Cette valeur de température est reçue sous la forme d'un signal analogique et sous la forme d'un mot binaire de plusieurs bits. Les sorties I^7 à I^9 assurent les commandes respectives des

électro-vannes 27, 26^b et 26^a. Enfin, l'entrée I^{10} reçoit la valeur de la pression P relative de l'eau à l'entrée de l'enceinte 9 de la machine et transmise par un capteur de pression 33.

Les détails de réalisation du dispositif 3 de commande et de régulation sont représentés à la Fig. 2. Ce dispositif comprend un organe 34 de calcul de la valeur du flux thermique ϕ échangé entre la tôle T et l'eau de refroidissement, un organe 35 de calcul de la vitesse du fluide de refroidissement nécessaire pour refroidir la tôle dans les conditions souhaitées, un organe 36 de commande du débit des pompes 24^a et 24^b, un organe 37 de régulation de la température de l'eau dans le bac 2 et un organe 38 de régulation de la pression à l'intérieur de l'enceinte 9 de refroidissement.

L'organe 34 est constitué par une mémoire morte programmable qui contient une table A_1 donnant les valeurs du flux thermique ϕ correspondant à différentes valeurs de consigne R et e. Cette table A_1 peut être déterminée à partir d'un calcul théorique prenant en considération l'épaisseur c de la lame d'eau de refroidissement circulant au-dessus et en-dessous de la tôle à refroidir, et les conditions thermiques aux limites, notamment le flux de chaleur échangé à la surface de la tôle. Ces calculs faisant intervenir les équations de la chaleur, aboutissent à des formules compliquées et il est préférable de construire la table A_1 directement à partir d'essais pratiqués sur plusieurs épaisseurs de tôle et pour des vitesses de refroidissement différentes.

L'organe 35 est également constitué par une mémoire morte programmable qui contient une table A_2 donnant les valeurs de la vitesse de refroidissement correspondant aux différentes valeurs de flux thermique mémorisées dans la mémoire de l'organe 34 et à différentes valeurs de température θ de l'eau de refroidissement. Cette table A_2 est déterminée à partir de

la relation qui lie le flux thermique ϕ échangé, à la vitesse d'écoulement de l'eau de refroidissement et qui est donnée par la formule :

$$\phi \ KW/mm^2 = \alpha(\theta) \frac{(V\ m/s)^{0,8}}{\sqrt{Lm}} \quad (I) \quad \text{où}$$

$\alpha(\theta)$ est un coefficient qui ne dépend que de la température de l'eau de refroidissement.

Cette formule a été obtenue à partir d'essais qui ont permis d'établir une relation entre des nombres caractéristiques de l'échange thermique et de l'écoulement.

L'organe 36 est également constitué par une mémoire morte programmable qui contient en mémoire une table A_3 donnant les valeurs du débit des pompes en fonction des valeurs de la vitesse de l'eau de refroidissement lue dans la mémoire de l'organe 35.

Cette table peut facilement être construite à partir des caractéristiques techniques des pompes. L'organe 35 contient également un convertisseur numérique-analogique, non représenté, relié à la sortie de sa mémoire, nécessaire pour délivrer les signaux analogiques de commande des pompes 24a et 24b.

La mémoire de l'organe 34 est connectée par ses deux entrées d'adressage aux entrées I^1 et I^2 du dispositif 3 et par sa sortie, d'une part, à une entrée d'adressage de la mémoire de l'organe 35 et, d'autre part, à l'entrée d'un circuit 39 de multiplication situé dans l'organe de régulation 37. La mémoire de l'organe 35 est reliée sur sa deuxième entrée d'adressage à l'entrée I^6 du dispositif 3 recevant le mot binaire transmis par la sonde thermométrique 32.

La sortie de l'organe 35 est reliée à l'entrée d'adressage de la mémoire de l'organe 36 et la sortie de l'organe 36 est connectée aux sorties I^4 et I^5 du calculateur 3.

L'organe de régulation 37 est constitué par le circuit de multiplication par une constante q , des potentiomètres 40, 41 et 42 utilisés respectivement pour l'affichage d'une constante p et des fourchettes $+\Delta\theta$ et $-\Delta\theta$ de régulation de la température de l'eau contenue dans le bac 2. Il est constitué également de circuits de sommation 43 et 44, d'un circuit de soustraction 45, de comparateurs 46 et 47 et d'un organe 50 de commande de l'électro-vanne d'apport d'eau 27. Les constantes p et q sont définies à partir des caractéristiques de l'installation par les formules suivantes :

$$q = \frac{\theta_o - \theta_c}{\phi_M - \phi_m} \qquad \text{(VI)}$$

et

$$p = \frac{\theta_c \phi_M - \theta_o \phi_m}{\phi_M - \phi_m} \qquad \text{(VII)}$$

où θ_o représente la température minimum de l'eau industrielle utilisée en tant que fluide de refroidissement.

θ_c est la valeur critique de la température de l'eau de refroidissement correspondant à la tension de vapeur $p = p_o - u_1$.

p_o étant la pression atmosphérique et u_1 la hauteur des siphons formés par les conduits supérieurs d'évacuation (15a, 16a, 17a) de la machine.

Pendant l'opération de refroidissement la température de l'eau de refroidissement doit naturellement être comprise entre ces deux valeurs.

ϕ_M et ϕ_m sont déterminés à partir de la formule (I) pour les valeurs respectives de θ_o et θ_c et pour des valeurs V de vitesse de la lame d'eau correspondantes, sachant que la vitesse V de la lame d'eau doit être supérieure à une vitesse critique V_c pour que le fluide de refroidissement remplisse l'enceinte. Cette vitesse critique correspond à une pression dynamique, exprimée en hauteur d'eau, égale à l'épaisseur du tunnel.

Le circuit 39 de multiplication par une constante est constitué de façon connue par un convertisseur numérique/analogique composé d'un réseau de cellules de résistances (R, 2R) en π dont on fait varier la tension d'alimentation en fonction de la valeur de la constante q.

Le circuit de sommation 43 est connecté par une entrée à la sortie du circuit 39 et par son autre entrée au curseur du potentiomètre 40.

Le circuit de sommation 44 est connecté par une entrée à la sortie du circuit 43 et par son autre entrée au curseur du potentiomètre 41. Le circuit de soustraction 45 est connecté par une entrée à la sortie du cricuit 43 et par son autre entrée au curseur du potentiomètre 42.

Le comparateur 46 a deux entrées, l'une est reliée à la borne d'entrée I^6 du dispositif 3 pour recevoir le signal analogique transmis par la sonde thermométrique 32 et l'autre est reliée à la sortie du circuit 44. Le comparateur 47 a également deux entrées, l'une est reliée à la borne d'entrée I^6 du dispositif 30 pour recevoir le signal analogique transmis par la sonde thermométrique 32, l'autre est reliée à la sortie du circuit 45. Les sorties des comparateurs 46 et 47 sont reliées à deux entrées respectives de l'organe 50.

L'organe de régulation 38 est constitué du potentiomètre 51, du circuit de sommation 52 et du comparateur 53. Le circuit 52 a deux entrées dont l'une est connectée à la borne I^3 de l'organe 3 et l'autre est connectée au curseur de potentiomètre 51.

Le comparateur 53 a également deux entrées, l'une est reliée à la sortie du circuit 52 et l'autre est reliée à la borne d'entrée I^{10} du dispositif 3. La sortie du comparateur 53 est connectée aux bornes de sortie I^8 et I^9 du dispositif 3.

Sur la Fig. 2 figurent également les dispositifs d'affichage des valeurs de consigne R et e du tableau d'affichage 29. Ces dispositifs sont constitués par des codeurs analogiques numériques 54 et 55 dont les sorties parallèles sont connectées respectivement aux bornes d'entrée I^1 et I^2 du dispositif 3. Ces codeurs peuvent être constitués par de simples registres d'interrupteurs dont l'état représente par exemple la valeur décimale codée en binaire de la valeur de consigne. On a également fait figurer sur la Fig. 2 le capteur de pression atmosphérique 30 relié à la borne I^3 du dispositif 3 et le capteur de pression 33 relié à la borne I^{10}.

Le fonctionnement de l'installation de refroidissement est le suivant. L'opérateur dispose des données de fabrication qui sont l'épaisseur e de la tôle et la vitesse de refroidissement R correspondant aux structures recherchées du métal. Ces deux données sont affichées sur les registres d'interrupteurs 55 et 54 du panneau d'affichage 29. Elles sont introduites sur les bornes d'entrée I^1 et I^2 du dispositif de commande et de régulation 3 en direction des entrées d'adressage de la mémoire de l'organe 34. Ces grandeurs d'entrée e et R adressent le contenu d'une zone de la mémoire de l'organe de calcul 34 dans laquelle se trouve la grandeur ϕ correspondante duflux thermique théorique échangé entre la plaque de tôle et l'eau de refroidissement, suivant la relation $\phi = A^1 (R, e)$.

L'organe de calcul 35 détermine la vitesse $V = A^2 (\phi, \theta)$ de la lame d'eau circulant sur la plaque de tôle, en

fonction du flux thermique calculé précédemment par l'organe 34, et de la température régnant dans le bac 2. Ce calcul est effectué par adressage de la mémoire de l'organe 34 par les valeurs binaires de ϕ et ϑ transmises respectivement par l'organe 34 et la sonde thermométrique 32.

Lorsque la vitesse V de l'écoulement de l'eau dans les canaux 12^a, 12^b est obtenue de l'organe 35, l'organe 36 de commande agit sur le débit des pompes 24^a et 24^b, de façon à ajuster le débit de l'eau de refroidissement dans les conduits 13^a, 13^b, 14^a et 14^b. Il résulte de ce qui précède que le dispositif de commande et de régulation 3 commande le débit des pompes pour réaliser la vitesse de refroidissement désirée en fonction des données de consigne : e = épaisseur de la tôle, R = vitesse de refroidissement et ϑ = température de l'eau contenue dans le bac 2.

Le dispositif de régulation 37 assure la régulation de la température de l'eau dans le bac 2. La température de fonctionnement relative à l'eau de refroidissement est déterminée par le circuit de sommation 43 et le circuit de multiplication par une constante 39. Le circuit 39 délivre une grandeur de sortie $q.\phi$ qui est proportionnelle à la grandeur ϕ du flux thermique échangé entre la plaque de tôle et l'eau de refroidissement. Cette grandeur $q.\phi$ est additionnée à la constante p précitée affichée à l'intérieur de l'organe de calcul 37 sur le potentiomètre 40. La sortie du sommateur 43 délivre donc un signal d'amplitude $\vartheta f = q.\phi + p$. Les limites permises de variation de la température ϑf sont affichées sur les potentiomètres 41 et 42, le potentiomètre 41 délivrant une valeur $+\Delta\vartheta$ et le potentiomètre 42 délivrant une valeur $-\Delta\vartheta$. La valeur $+\Delta\vartheta$ est additionnée à la température de fonctionnement ϑf dans le circuit de sommation 44 qui délivre en sorti une valeur $\vartheta f + \Delta\vartheta$. Cette valeur $\vartheta f + \Delta\vartheta$ théorique est comparée à la température de l'eau mesurée dans le bac 2, par le comparateur46

dont la sortie commande l'organe de commande 50 de l'électro-vanne d'apport d'eau 27 lorsque la température θ de l'eau mesurée est supérieure à la valeur calculée $\theta f + \Delta\theta$. D'une façon similaire le circuit de soustraction 45 soustrait de la valeur θ calculée, la valeur $-\Delta\theta$ transmise par le potentiomètre 42. Le résultat $\theta f - \Delta\theta$ obtenu est comparé à la valeur θ de l'eau mesurée dans le bac 2 à l'aide du comparateur 47 pour fermer l'électro-vanne 27 lorsque la température de l'eau mesurée est inférieure à la valeur $\theta f - \Delta\theta$ calculée. Le circuit de régulation 38 permet d'agir à l'encontre des pertes de pression ayant lieu dans le circuit de retour et qui sont dues à la réduction du débit d'injection de l'eau réfrigérante par les pompes. Le circuit de sommation 52 additionne la valeur de la pression atmosphérique Po captée par le capteur de pression 30 à une valeur ε affichée sur le potentiomètre 51 et transmet le résultat de la sommation $Po + \varepsilon$ à l'entrée du comparateur 53 qui compare cette valeur à la valeur de pression P mesurée par le capteur de pression 33 à l'intérieur de l'enceinte de refroidissement 9. Lorsque la pression P apparaît pour le comparateur 53 supérieure à la pression $Po + \varepsilon$ celui-ci commande l'ouverture des électro-vannes de retour 26^a, 26^b. Par contre, si la pression P est égale ou inférieure à la pression $Po + \varepsilon$ le comparateur 53 commande la fermeture des électro-vannes de retour 26^a et 26^b, de manière à augmenter la pression P à l'intérieur de l'enceinte de refroidissement.

L'ensemble des dispositifs de régulation de la température et de la pression qui viennent d'être décrits procurent les avantages suivants.

Tout d'abord le dispositif de régulation de la température maintient l'eau du bac à une température constante, ce qui permet premièrement, de maintenir à un niveau constant le flux de chaleur échangé entre la tôle et l'eau de refroidissement et deuxièmement, de garder à un niveau constant la tension de

vapeur dans le siphon formé par les conduits d'évacuation 16^a, 17^a, évitant ainsi le désamorçage de ce dernier et l'écoulement de l'eau par les extrémités de la machine.

En second lieu, la présence des électro-vannes 26^a et 26^b dans chacun des circuits d'évacuation, et dont l'ouverture est asservie au débit des pompes d'alimentation, permet d'éviter les effets dûs aux pertes de pression dans la machine. Leur action dans le circuit de retour, en maintenant la pression à l'intérieur de l'enceinte légèrement supérieure à la pression atmosphérique, permet d'éviter les entrées d'air dans la machine qui nuiraient à son bon fonctionnement.

L'exemple de réalisation de l'invention qui vient d'être décrit a été donné dans une version hybride analogique numérique de l'organe de commande et de régulation 3. Il est bien évident que l'on pourrait arriver au même résultat avec un calculateur numérique programmé. Dans ce cas il suffirait de mémoriser les données de consigne $\underline{e}$ et $\underline{R}$ ainsi que les tables A_1, A_2 et A_3 dans la mémoire du calculateur et de calculer les valeurs théoriques du flux thermique ϕ et de la vitesse V_d écoulement par exécution de programmes correspondants.

On notera également que la plupart des opérations décrites ci-dessus pourraient également être réalisées manuellement, dans ce cas la commande des pompes pourrait être réalisée par la lecture d'abaques correspondants aux tables A_1, A_2 et A_3 précédemment décrites.

- REVENDICATIONS -

1 - Procédé pour contrôler le refroidissement d'une tôle en vue de lui conférer une structure cristalline prédéterminée, suivant lequel on fait passer la tôle à refroidir à travers une enceinte contenant une masse de fluide de refroidissement régulièrement renouvelée, caractérisé en ce que l'on commande le débit du fluide de refroidissement en fonction de la température d'arrivée de ce fluide, suivant l'épaisseur de la tôle à refroidir et la vitesse de refroidissement désirée.

2 - Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on ajuste le débit du fluide de refroidissement en fonction du flux thermique théorique échangé entre la tôle et le fluide.

3 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on détermine une température d'eau de refroidissement théorique en fonction du flux calculé et l'on régule la température d'arrivée du fluide de refroidissement en fonction de cette température de refroidissement théorique calculée.

4 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on maintient la pression aux extrémités de l'enceinte à une valeur supérieure à la pression atmosphérique.

5 - Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on calcule un flux thermique théorique échangé entre la tôle et le fluide de refroidissement en fonction de l'épaisseur de la tôle et de la vitesse de refroidissement désirée ;

- on calcule une vitesse d'écoulement théorique du fluide sur la tôle en fonction de la température d'arrivée du fluide de refroidissement et du flux thermique calculé ;

- on commande le débit du fluide de refroidissement en fonction de la vitesse du fluide de refroidissement théorique obtenue ;

- on calcule une température du fluide de refroidissement théorique en fonction du flux thermique théorique obtenu ,

- on régule la température du fluide en fonction de la température de refroidissement théorique obtenue.

6 - Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce qu'on régule la pression aux extrémités de l'enceinte de façon à la maintenir à une valeur supérieure à la pression atmosphérique.

7 - Installation pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 1, comprenant une machine (1) composée d'une enceinte comportant des moyens (10^a, 10^b) pour faire circuler un fluide de refroidissement qui se déplace à peu près parallélement à la tôle, un bac de refroidissement (2), des moyens (13^a, 13^b, 23^a, 23^b) pour injecter le fluide de refroidissement contenu dans le bac à l'intérieur de ladite enceinte et des moyens (17^a, 17^b, 25^a, 25^b) pour évacuer le fluide de refroidissement après son parcours dans l'enceinte de refroidissement, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de commande du débit de fluide de refroidissement à l'intérieur de l'enceinte en fonction de la température du fluide de refroidissement.

8 - Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens (37) de régulation de la température du fluide de refroidissement introduit dans l'enceinte.

9 - Installation selon la revendication 7 , caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens (38) de régulation de la pression du fluide aux extrémités de l'enceinte.

10 - Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que les moyens de commande (24^a, 24^b) du débit de fluide sont reliés à des moyens de calcul (35,36) de la vitesse d'écoulement du fluide de refroidissement sur la tôle.

11 - Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que les moyens de calcul de la vitesse d'écoulement sont constitués par un organe de calcul (35) de la vitesse théorique, coopérant avec un organe de calcul (34) du flux thermique théorique.

12 - Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce que les moyens de calcul de la vitesse d'écoulement sont constitués par un organe de calcul (35) de la vitesse théorique coopérant avec un organe de calcul (34) du flux thermique théorique.

13 - Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que les moyens (37) de régulation de la température du fluide de refroidissement comprennent

- un moyen de calcul (39, 43) de la température de refroidissement désirée en fonction du flux thermique calculé par l'organe de calcul (34) ;
- une sonde (32) de mesure de la température du fluide de refroidissement pénétrant dans ladite enceinte ;
- un comparateur (46, 47) de la température de refroidissement calculée par le moyen de calcul (37, 43) à la température mesurée par la sonde de mesure 32 et,
- au moins une électro-vanne (27) insérée dans le circuit d'alimentation (28) en eau froide dudit bac de refroidissement, reliée au comparateur (46, 47).

14 - Installation la revendication 9, caractérisée en ce que les moyens de régulation

de la pression (38) du fluide à l'intérieur de l'enceinte sont constitués par :

- un premier capteur (33) pour mesurer la pression aux extrémités de ladite enceinte (9) ;

- un second capteur (30) pour mesurer la pression atmosphérique ;

- un comparateur(53) relié auxdits capteurs pour comparer la pression mesurée dans l'enceinte à la pression atmosphérique mesurée par le deuxième capteur ;

- au moins une électro-vanne (26^a, 26^b) insérée dans lesdits moyens pour évacuer le fluide et commandés par le résultat de la comparaison effectuée par ledit comparateur (53) de telle manière que les électro-vannes soient fermées lorsque la pression mesurée par le premier capteur est inférieure ou égale à la pression atmosphérique.

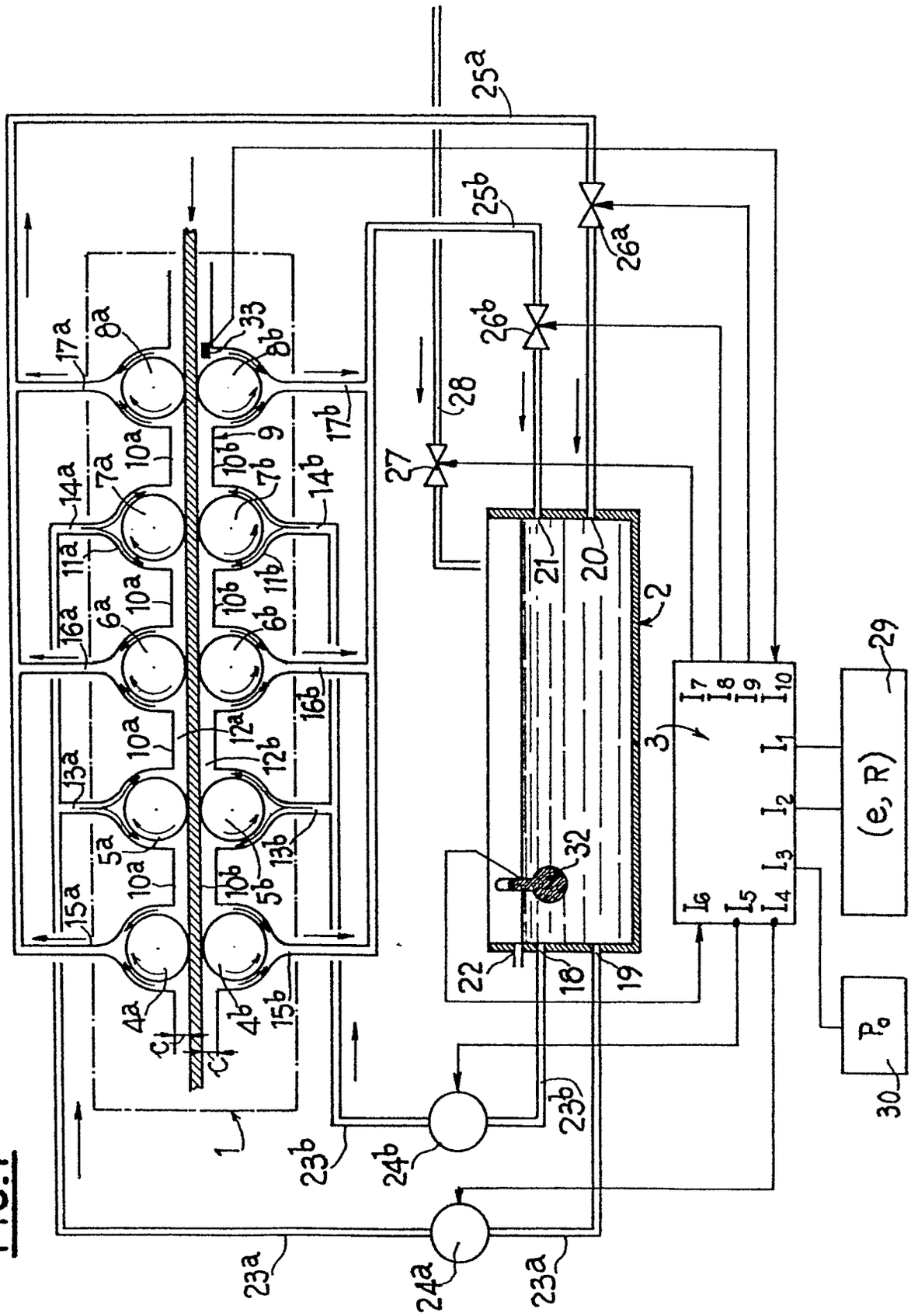
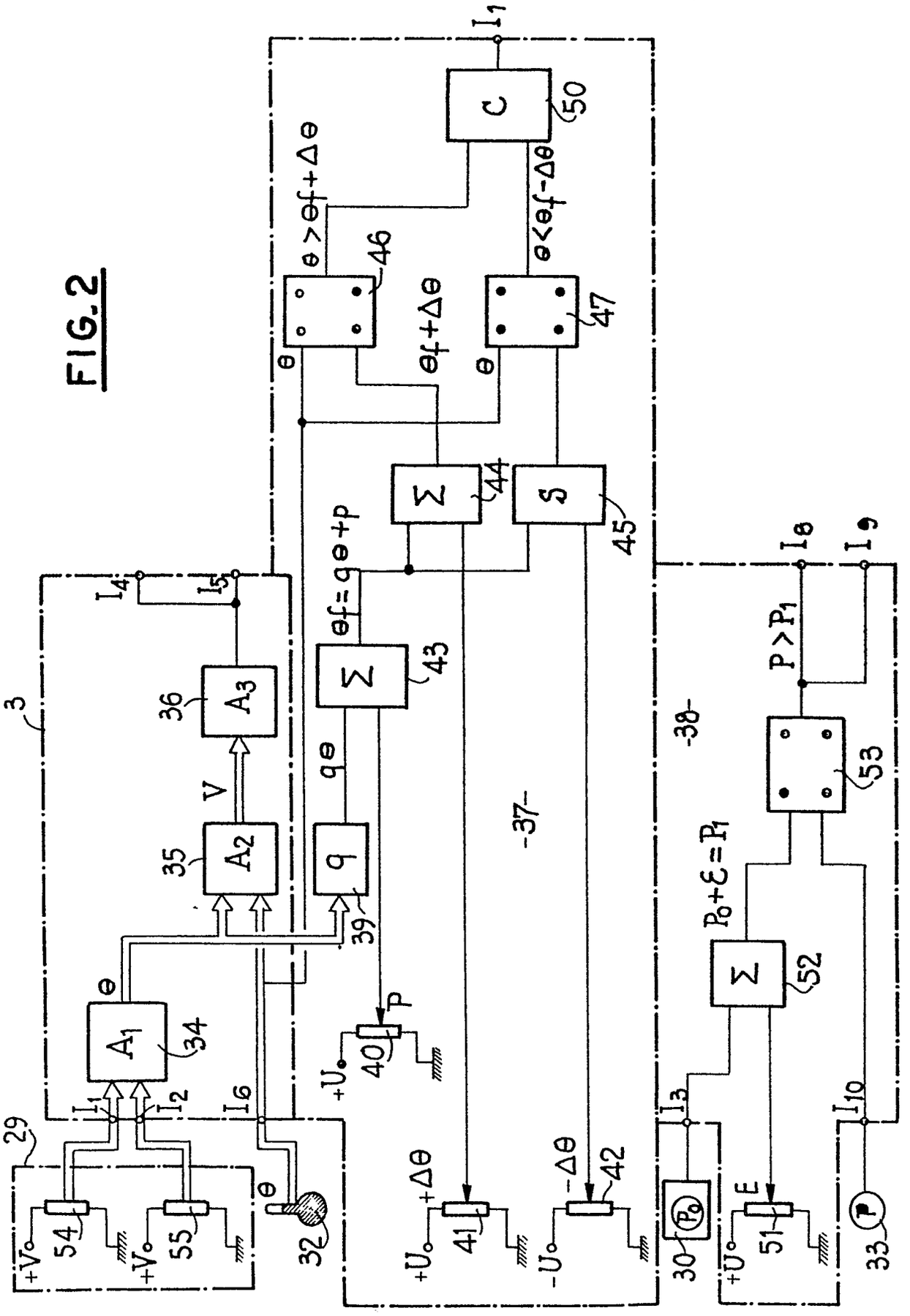

25a
25b
26a
26b
28
27
33
8a
8b
17a
17b
9
10a
10b
7a
7b
14a
14b
11a
11b
6a
6b
16a
16b
12a
12b
13a
13b
5a
5b
15a
15b
4a
4b
C1
C1
1
2
21
20
32
22
18
19
3
I7
I8
I9
I10
I1
I2
I3
I4
I5
I6
29
(e, R)
Po
30
23a
23b
24a
24b

FIG.1

FIG.2


I1
C
50
θ > θf+Δθ
θ < θf-Δθ
46
47
θf+Δθ
θ
Σ
44
S
45
θf=qθ+P
43
I4
I5
3
36
A3
V
35
A2
qθ
q
39
-37-
-38-
I8
I9
P>P1
53
P0+ε=P1
52
Σ
A1
34
θ
P
40
+U
I1
I2
I6
I3
I10
29
+Δθ
-Δθ
42
41
54
55
+V
32
30
P0
E
51
33
P

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0080932
Numéro de la demande

EP 82 40 2134

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. ³)
D,Y	FR-A-2 223 096 (USINOR) *Page 3, ligne 9 - page 7, ligne 5*	1-14	B 21 B 45/02 C 21 D 1/62
Y	DE-A-2 151 210 (SCHLOEMANN) *Page 6, lignes 18-27*	1-3,5	
Y	FR-A-1 603 214 (STEIN & ROUBAIX) *Pages 17-20*	7,9-14	
A	FR-A-2 209 086 (KAWASAKI)	1	
A	FR-A-2 412 360 (ARBED)	1	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)

B 21 B
C 21 D

Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	08-03-1983	SEMBRITZKI K.G.

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
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

OEB Form 1503 03 82