

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 526 928

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 08439

(54) Dispositif de refroidissement de la paroi d'un four métallique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 27 B 1/24; C 21 B 7/10.

(22) Date de dépôt 14 mai 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 46 du 18-11-1983.

(71) Déposant : GOSUDARSTVENNY SOJUZNY INSTITUT PO PROEKTIROVANIU METALLURGI-
CHESKIKH ZAVODOV et VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY I PROEKTNY
INSTITUT PO OCHISTKE TEKHNOLOGICHESKIKH GAZOV, STOCHNYKH VOD I ISPOL-
ZOVANIU VTORICHNYKH ENERGORESSURSOV PREDPRIATY CHERNOI METALLURGI^{II}
« VNIPICHERMETENERGOCHISTKA. — SU.

(72) Invention de : L. D. Gritsuk, V. I. Zaitsev, D. B. Kutsykovich, A. E. Sukhorukov, L. A.
Tomashev, F. M. Khorosh, V. I. Litvinenko, S. V. Gubert, N. P. Andrianov et L. D. Golod.

(73) Titulaire :

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,
2, place d'Estienne-d'Orvès, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne les fours métallurgiques et, plus précisément, un dispositif de refroidissement des parois desdits fours, et elle peut être utilisée pour le refroidissement des parois des fours, de préférence, des fours à cuve.

Actuellement, un des problèmes le plus important qui se posent dans la métallurgie moderne consiste en une augmentation de la durée de fonctionnement des fours métallurgiques, ce qui devient possible grâce à une augmentation de la résistance de leurs parois refroidies, ce qui, à son tour, permet de réduire le volume de travaux de réparation onéreux et rend plus facile l'exploitation des fours.

On connaît un dispositif de refroidissement des parois des fours comprenant des tubes de refroidissement disposés sur toute la hauteur et sur tout le périmètre de la cuve du four, soudés l'un à l'autre sur toute la longueur par des plaques métalliques et mis en communication avec des collecteurs annulaires d'aménée et d'évacuation d'un milieu refroidissant, lesdits collecteurs étant montés dans les parties supérieure et inférieure du four. (voir la demande de brevet d'invention japonaise N° 45-14642).

Ci-dessous, on entendra par le terme "tubes de refroidissement" les tubes à travers lesquels passe un milieu de refroidissement et qui servent au prélèvement de la chaleur à partir des pièces rapportées de la paroi du four.

Dans le dispositif connu, le refroidissement de la paroi du four est réalisé grâce à une introduction d'un milieu de refroidissement dans chaque tube de refroidissement, ledit milieu refroidissant provenant du collecteur annulaire d'aménée d'un milieu refroidissant ; ce milieu refroidissant prélève à l'intérieur des tubes la chaleur dégagée par les pièces rapportées réfractaires disposées entre lesdits tubes, sous forme d'eau chauffée (dans le cas d'un système de refroidissement à écoulement) ou sous forme d'un mélange eau-vapeur (dans le cas d'un système de refroidissement par évaporation),

et ledit milieu refroidissant arrive au collecteur annulaire d'évacuation.

Le dispositif connu fonctionne dans des conditions de charge thermique variable apparaissant au cours de l'exploitation du four, ce qui conduit à des changements correspondants des paramètres géométriques du dispositif même. En même temps, le dispositif est fixé sur l'enveloppe de la paroi du four, dont les paramètres géométriques restent pratiquement invariables au cours de l'exploitation. Lesdites charges thermiques qui apparaissent provoquent un détachement des tubes de refroidissement par rapport aux plaques métalliques et ont pour conséquence une perturbation de l'étanchéité aux gaz de l'ensemble du dispositif.

Une détérioration d'un des tubes de refroidissement provoque un dérangement du fonctionnement de tout le dispositif dans son ensemble, étant donné que les tubes sont fermés par l'intermédiaire de collecteurs annulaires communs d'aménée et d'évacuation de milieu refroidissant.

Outre cela, étant donné la longueur considérable de tubes de refroidissement, il se produit leur allongement thermique important, qui doit être compensé au moyen de dispositifs spéciaux.

La disposition des plaques métalliques le long de l'axe des tubes de refroidissement qui sont disposés parallèlement à l'axe de l'enveloppe de la paroi du four dans la section transversale ne permet de refroidir les pièces rapportées réfractaires qu'en faisant intervenir une moitié de la surface desdits tubes de refroidissement, ce qui a pour conséquence une destruction rapide des pièces rapportées.

On connaît aussi un dispositif de refroidissement de la paroi d'un four considérée par le déposant comme l'état de la technique le plus proche et comportant des paquets disposés suivant le périmètre de la paroi du four et fixés à son enveloppe, lesdits paquets se présentant sous forme de tubes de refroidissement et de pièces rapportées ou pièces d'insertion réfractaires montées entre lesdits tubes de refroidisse-

ment (voir le certificat d'auteur d'invention de l'URSS N° 222410).

Dans ce dispositif connu, chaque tube de refroidissement est réalisé sur toute la hauteur de la zone de refroidissement de la cuve du four, les parties actives et les parties latérales des surfaces des tubes de refroidissement étant pourvues de tenons pour mieux retenir les pièces rapportées réfractaires.

Dans ce dispositif connu, le tube à travers lequel 10 est introduit un milieu refroidissant est incorporé dans un tube de refroidissement.

Le milieu refroidissant est amené à travers le tube intérieur à la partie inférieure du tube de refroidissement et, en prélevant la chaleur dégagée par ce tube et provenant 15 du four, ledit milieu se chauffe et, sous une pression naturelle, monte vers le haut à travers un jeu constitué par la paroi du tube d'amenée de milieu refroidissant et par la paroi du tube de refroidissement. Le milieu refroidissant arrive dans les conduites d'évacuation disposées à l'extérieur de 20 la paroi du four.

Lorsqu'un tube de refroidissement est mis hors service, lesdits tubes étant disposés sur toute la hauteur de la zone de refroidissement de la cuve du four, une grande partie de son enveloppe ne subit pas un refroidissement, ce qui 25 provoque son surchauffage suivi d'une déformation et d'une rupture éventuelle.

Le dispositif décrit utilisé pour le refroidissement de la paroi d'un four est compliqué du point de vue de sa réalisation ; il est difficile de le monter au cours de 30 construction et, surtout, lors de la réalisation de travaux de réparation, ce qui rend difficile d'effectuer les travaux de construction et de montage en assurant une haute qualité desdits travaux et conduit à une diminution de la fiabilité de fonctionnement de l'ensemble du dispositif.

Outre cela, dans le dispositif décrit utilisé pour 35 le refroidissement de la paroi d'un four, les pièces rapportées

tées réfractaires disposées entre les tubes de refroidissement présentent une faible résistance.

- Cela s'explique par le fait qu'étant donné l'action chimique et abrasive des matériaux de charge, dans la 5 partie médiane de la paroi à refroidir (suivant la hauteur de la cuve) se produit une destruction intense des pièces rapportées réfractaires, et du fait de l'absence de support, toute la partie disposée plus haut des pièces rapportées se détruit rapidement elle aussi.
- 10 La faible résistance à l'usure des pièces rapportées réfractaires a pour conséquence un contact entre les parties non protégées de l'enveloppe du four et les matériaux de charge chauffés et les gaz de four, ce qui conduit à un surchauffage ultérieur et à une déformation de l'enveloppe.
- 15 De plus, dans le dispositif connu, la partie inférieure de chaque tube de refroidissement présente la surface de section transversale la plus grande et, par conséquent, dans cette partie du tube, la vitesse de mouvement du milieu refroidissant sera la plus petite, ce qui conduira inévitablement à la formation d'un dépôt dans ces parties et à un brûlage ultérieur desdites parties du à une perturbation du régime de refroidissement.
- 20

Dans le cadre de l'invention, on s'est donc proposé de créer un dispositif de refroidissement de la paroi d'un four, dans lequel les paquets de tubes de refroidissement seraient réalisés de telle sorte qu'il devienne possible de prolonger la durée de service ininterrompu du dispositif avec une amélioration simultanée de l'étanchéité aux gaz et avec une réduction des frais de réalisation et de montage dudit 30 dispositif.

Le problème posé est résolu suivant l'invention par un dispositif de refroidissement de la paroi d'un four, comportant des paquets disposés suivant le périmètre de la paroi du four, fixés à son enveloppe et se présentant sous la 35 forme de tubes de refroidissement et de pièces rapportées réfractaires disposées entre ces tubes, caractérisé par le fait

que chaque paquet est divisé suivant la hauteur en sections séparées dont chacune comprend des tubes de refroidissement soudés à une tôle métallique divisée à l'intérieur de ladite section en parties séparées.

5 La division du paquet en sections séparées et de la tôle métallique en parties séparées assure la possibilité de compenser toutes les contraintes apparaissant au cours de l'exploitation du dispositif et d'éviter complètement toute déformation des tubes de refroidissement. Un tel mode de réalisation du dispositif donne la possibilité d'augmenter la 10 durée ininterrompue de son service avec une augmentation simultanée de l'étanchéité aux gaz et avec une réduction du volume des travaux de réalisation et de montage dudit dispositif.

15 Il est avantageux que dans le dispositif suivant l'invention, les sections qui sont voisines suivant la verticale soient disposées l'une par rapport à l'autre de telle sorte que les tubes de refroidissement et les pièces rapportées réfractaires soient disposées en quinconce.

20 Un tel mode de réalisation du dispositif donne la possibilité de réduire sensiblement le degré d'usure des pièces réfractaires et d'exclure ainsi un surchauffage éventuel de l'enveloppe du four dû à un contact avec les matériaux de charge et avec les gaz de four, ainsi que d'éviter une déformation de l'enveloppe et une rupture ultérieure de cette enveloppe.

Il est recommandé que les sections voisines du dispositif soient décalées l'une par rapport à l'autre suivant la verticale, ce qui permet d'espacer les ouvertures pratiquées dans l'enveloppe du four pour les sorties des tubes de refroidissement et d'augmenter ainsi sa résistance mécanique.

30 Il est également avantageux que les tubes de refroidissement faisant partie de chaque section soient disposés parallèlement à l'enveloppe du four sous un angle de 30 à 75° par rapport à sa génératrice, ce qui assure un contact

thermique de tous les tubes de refroidissement d'un paquet avec le courant de gaz circulant à l'intérieur du four lorsque sa répartition est irrégulière suivant la section transversale du four.

5 L'angle d'inclinaison de 75° des tubes de refroidissement par rapport à la génératrice de l'enveloppe, dans le cas d'un refroidissement par évaporation, est déterminé par le fait que si l'angle d'inclinaison lors d'une circulation naturelle est plus grande, la pression utile dans le circuit à refroidir n'est pas créée, et la circulation est dans ce cas pratiquement nulle.

Outre cela, la phase vapeur se dispose le long de la génératrice supérieure des tubes de refroidissement, ce qui provoque leur surchauffage suivi d'un brûlage ultérieur.

15 La valeur minimale de l'angle d'inclinaison des tubes de refroidissement est déterminée par la nécessité de croisement par le courant de gaz de tous les tubes de refroidissement dans les limites de chaque section, lorsque sa répartition est irrégulière sur la périphérie du four.

20 Pour les encombrements ordinaires admis de la section, le courant de gaz vertical traverse tous les tubes de refroidissement dans les limites de cette section avec une valeur minimale de l'angle de leur inclinaison ne dépassant pas 30°. Lorsque la valeur de l'angle d'inclinaison est inférieure à 30°, tous les tubes de refroidissement ne sont pas traversés par le courant de gaz, ce qui provoque un chauffage excessif d'une partie des tubes de refroidissement et un chauffage insuffisant de l'autre partie des tubes de refroidissement, avec un risque de gauchissement thermique.

25 Il est avantageux que dans chaque partie de la tôle métallique soit réalisée une ouverture à travers laquelle le tube de refroidissement est soudé à cette partie de la tôle.

Grâce à un tel mode de réalisation du dispositif, on arrive à assurer un refroidissement sûr de la tôle, une bonne étanchéité du dispositif aux gaz, et une protection

fiable de l'enveloppe du four contre un surchauffage suivi d'une déformation éventuelle.

Dans le cas de fours de grand volume, les parties de la tôle métallique, en section transversale, peuvent être réalisées planes, comme dans le cas de fours dont les parois sont planes, tandis que pour les fours d'un volume faible, chaque partie de la tôle métallique, dans sa section transversale, présente une forme arquée dont le rayon de courbure correspond au rayon de circonférence de l'enveloppe de la paroi du four dans la section correspondante.

Un tel mode de réalisation du dispositif permet de mieux remplir l'intervalle existant entre l'enveloppe du four et les tôles métalliques du dispositif, et rend son montage plus simple.

Aux endroits de jonction de deux sections voisines suivant la verticale, la partie de la tôle métallique située dans chaque partie inférieure est réalisée en forme de L, ce qui donne la possibilité d'augmenter la résistance des pièces rapportées réfractaires ; en cas de destruction de ces pièces, la partie inférieure, ainsi réalisée, de la tôle métallique servira d'élément d'appui au garnissage qui se forme dans le four.

Les tubes de refroidissement sont soudés aux parties horizontales de la partie en forme de L de la tôle métallique, ce qui assure le refroidissement voulu desdites parties et, par conséquent, une résistance élevée de celles-ci.

L'invention ressortira mieux de la description concrète suivante d'un exemple de réalisation du dispositif de refroidissement de la paroi du four suivant l'invention, faite en regard des dessins annexés dans lesquels :

- la Fig. 1 représente d'une manière schématique une vue d'ensemble de la section d'un paquet du dispositif de refroidissement de la paroi d'un four selon l'invention, sans enveloppe, avec une coupe partielle des pièces rapportées réfractaires ;

- la Fig. 2 est une vue de l'objet de la figure 1,

avec l'enveloppe de la paroi du four, en vue de côté ;

- la Fig. 3 représente une variante de l'assemblage d'une partie de la tôle métallique et des tubes de refroidissement par soudage à travers des ouvertures ;

5 - la Fig. 4 montre encore une variante d'assemblage d'une partie de la tôle métallique et des tubes de refroidissement par soudage ;

- la Fig. 5 représente un mode de réalisation du dispositif de refroidissement de la paroi d'un four selon 10 l'invention, avec une disposition en quinconce des tubes de refroidissement et des pièces rapportées réfractaires, sans enveloppe ;

- la Fig. 6 est une vue de l'objet de la figure 5, avec l'enveloppe, en vue de côté ;

15 - la Fig. 7 représente une variante de réalisation du dispositif de refroidissement de la paroi d'un four selon l'invention, avec un décalage des sections suivant la verticale, sans l'enveloppe, avec coupe partielle des pièces rapportées réfractaires ;

20 - la Fig. 8 représente une variante de réalisation du dispositif de refroidissement de la paroi du four selon l'invention, avec une disposition des tubes de refroidissement parallèlement à l'enveloppe du four sous un angle par rapport à sa génératrice ;

25 - la Fig. 9 représente le dispositif de la figure 8, en vue de côté; et

- la Fig. 10 montre une tôle métallique divisée en parties séparées avec des ouvertures pour souder les tubes de refroidissement.

30 Le dispositif de refroidissement de la paroi d'un four comprend des paquets divisés suivant la hauteur en sections 1 (figure 1). Chaque section 1 (figure 1) comporte une tôle métallique 2 à laquelle sont soudés des tubes de refroidissement 3 munis de tubes 4 d'amenée et 5 d'évacuation d'un 35 milieu refroidissant (figure 2), et des pièces rapportées réfractaires 6 (figure 1) disposées entre les tubes de refroi-

dissement 3. A l'intérieur de chaque section 1, la tôle métallique 2 est divisée en parties 7. Les sections 1 sont disposées l'une au-dessus de l'autre sur toute la hauteur de la zone de refroidissement de la paroi du four.

5 Chaque section 1 des paquets est fixée à une enveloppe 9 du four par l'intermédiaire d'éléments de fixation 8 (figure 2).

Les figures 3, 4 représentent des variantes d'assemblage de la tôle métallique et des tubes de refroidissement par soudage.

Aux figures 5 et 6, les sections 1 qui sont voisines suivant la verticale sont montées l'une par rapport à l'autre de manière que les tubes de refroidissement 3 et les pièces réfractaires 6 soient disposées en quinconce, ce qui permet de diminuer le degré d'usure des pièces réfractaires 6 et exclut le risque de surchauffage de l'enveloppe 9 du four.

Un intervalle 10 constitué par l'enveloppe 9 (figure 6) et par les sections 1 des paquets est rempli d'un matériau compensateur, conformément à la technologie utilisée ordinairement.

A la figure 7, les sections 1 voisines sont décalées l'une par rapport à l'autre suivant la verticale, ce qui permet d'éloigner les ouvertures pratiquées dans l'enveloppe 9 du four pour les tubes d'aménée 4 et d'évacuation 5 d'un milieu refroidissant et d'augmenter ainsi sa résistance.

Aux figures 8 et 9 les tubes de refroidissement 3 sont montés parallèlement à l'enveloppe 9 du four sous un angle de 30 à 75° par rapport à sa génératrice, grâce à quoi est assurée une meilleure évacuation du mélange vapeur-eau lors du refroidissement par évaporation, et le fonctionnement du dispositif devient plus fiable.

En fonction de la configuration de l'enveloppe 9, les tôles métalliques 2 peuvent être planes ou présenter une forme arquée dont le rayon de courbure correspond au rayon de circonférence de l'enveloppe de la paroi du four dans la sec-

tion correspondante, ce qui donne la possibilité de mieux remplir le jeu 10 entre l'enveloppe 9 du four et les sections 1 du dispositif de refroidissement de la paroi du four.

Aux figures 5 et 6, aux endroits de jonction de 5 deux sections 1 voisines suivant la verticale, chaque partie 7 de la tôle métallique 2 présente une forme en L, grâce à quoi on arrive à augmenter la résistance des pièces rapportées réfractaires. Aux tronçons horizontaux 11 de la partie en forme de L 7 de la tôle métallique 2 sont soudés les tubes de 10 refroidissement 3, ce qui assure un refroidissement sûr et par conséquent, augmente leur résistance.

A la figure 10, les tubes de refroidissement 3 sont soudés aux parties 7 de la tôle métallique 2 à travers des ouvertures 12.

15 Le dispositif suivant l'invention de refroidissement de la paroi d'un four à cuve fonctionne de la manière suivante.

Un milieu refroidissant est amené à travers les tubes d'amenée 4 aux tubes de refroidissement 3 ; il se chauffe à l'intérieur desdits tubes et, par les tubes d'évacuation 5, l'édit milieu refroidissant est évacué hors du four.

Les tôles métalliques fendues 2 permettent de compenser les allongements thermiques des tubes de refroidissement 3 et des pièces réfractaires 6.

25 Outre cela, le soudage des tubes de refroidissement 3 le long de leur génératrice arrière aux tôles métalliques 2 permet d'utiliser le plus complètement toute la surface recevant la chaleur des tubes 3 pour assurer un bon refroidissement des pièces rapportées réfractaires 6. Les pièces réfractaires 6 sont engagées derrière le plan diamétral des tubes de refroidissement 3, ce qui exclut leur usure par les matériaux de charge descendants.

Grâce au fait que les paquets sont divisés en sections séparées 1, en cas de détérioration d'un tube de refroidissement 3, le chauffage de l'enveloppe 9 du four le long, 35 au-dessus et au-dessous de la section détériorée 1 est exclu.

La disposition en quinconce des tubes de refroidissement 3 et des pièces réfractaires 6 dans les sections 1 voisines suivant la verticale permet d'éviter une usure par frottement, suivant la hauteur de la paroi du four, par les 5 matériaux de charge, des pièces réfractaires 6 des sections 1.

En décalant les sections voisines 1 l'une par rapport à l'autre suivant la verticale, on arrive à réduire les contraintes locales dans l'enveloppe 9 du four, ce qui augmente sa résistance.

10 L'utilisation de la tôle métallique 2 permet d'exclure un surchauffage de l'enveloppe 9 du four, même en cas de détérioration d'un tube de refroidissement 3.

Le dispositif suivant l'invention de refroidissement de la paroi d'un four à cuve donne la possibilité d'augmenter considérablement la résistance des parois du four, de prolonger la durée de son service entre les réparations et de rendre plus simple son exploitation.

Grâce à la possibilité de réaliser les sections en dehors du four, les délais des grosses réparations sont 20 réduits.

R E V E N D I C A T I O N S

1 - Dispositif de refroidissement de la paroi d'un four, comportant des paquets disposés suivant le périmètre de la paroi du four, fixés à son enveloppe (9) et se présentant sous la forme de tubes de refroidissement (3) et de pièces rapportées réfractaires (6) disposées entre ces tubes (3), caractérisé par le fait que chaque paquet est divisé suivant la hauteur en sections séparées (1) dont chacune comprend des tubes de refroidissement (3) soudés à une tôle métallique (2) divisée à l'intérieur de ladite section (1) en parties séparées (7).

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les sections (1) voisines suivant la verticale sont disposées l'une par rapport à l'autre de manière que les tubes de refroidissement (3) et les pièces rapportées réfractaires (6) soient disposés en quinconce.

3 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les sections voisines (1) sont décalées l'une par rapport à l'autre suivant la verticale.

4 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les tubes de refroidissement (3) de chaque section (1) sont disposés parallèlement à l'enveloppe (9) du four sous un angle de 30 à 75° par rapport à sa génératrice.

5 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que dans chaque partie (7) de la tôle métallique (2) est réalisée une ouverture (12) à travers laquelle le tube de refroidissement (3) est soudé à cette partie (7) de la tôle métallique (2).

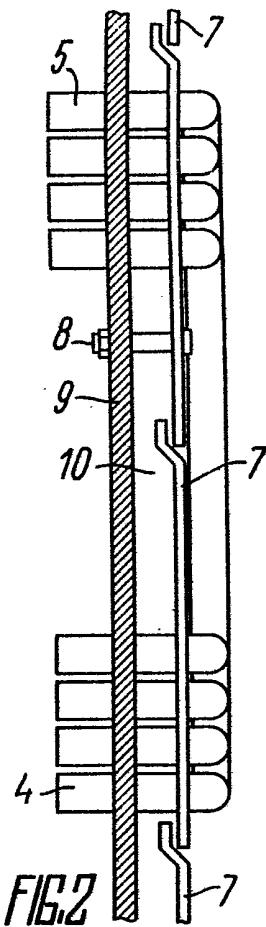
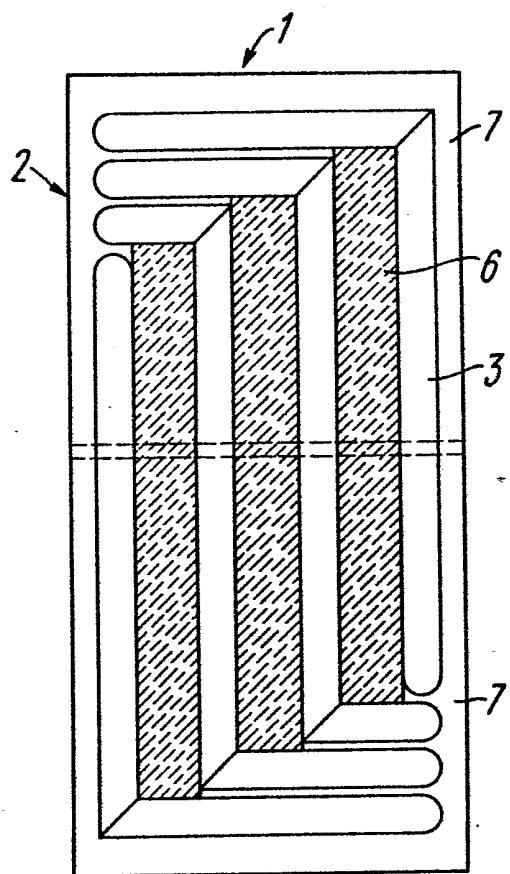
6 - Dispositif selon la revendication 5, caractérisé par le fait que chaque partie (7) de la tôle métallique (2) est plane dans sa section transversale.

7 - Dispositif selon la revendication 5, caractérisé par le fait que chaque partie (7) de la tôle métallique (2) présente en section transversale une forme arquée

dont le rayon de courbure correspond au rayon de la circonférence de l'enveloppe (9) de la paroi du four dans la section correspondante.

8 - Dispositif selon l'une des revendications 5
5 et 6, caractérisé par le fait qu'aux endroits d'assemblage de deux sections (1) voisines suivant la verticale, la partie (7) de la tôle métallique (2) située dans chaque partie inférieure présente une forme en L.

9 - Dispositif selon la revendication 8, caractérisé par le fait que les tubes de refroidissement (3) sont soudés aux tronçons horizontaux (11) de la partie (7) en forme de L de la tôle métallique (2).



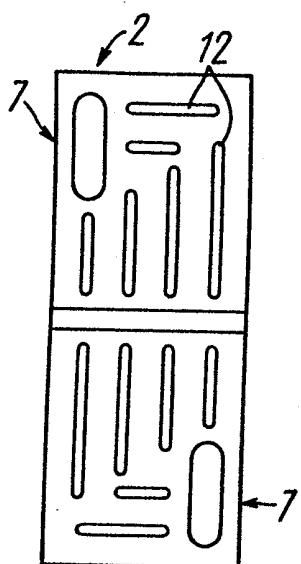


FIG. 10

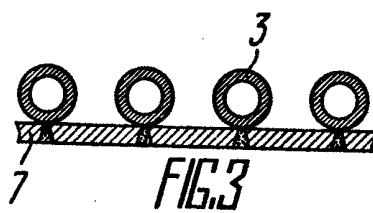


FIG. 3

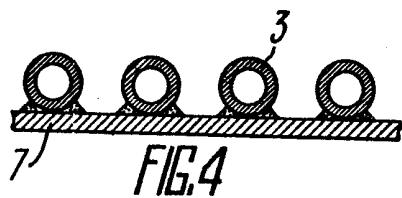


FIG. 4

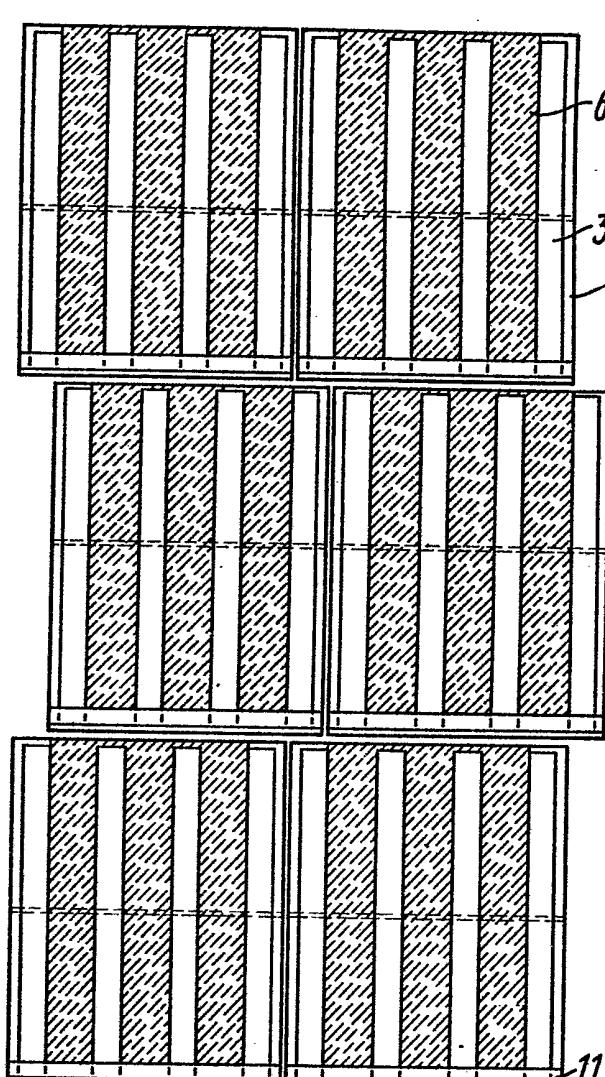


FIG.5

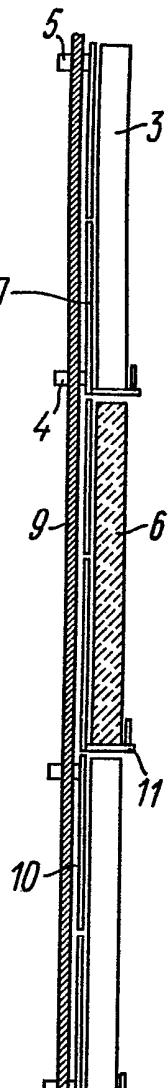


FIG.6

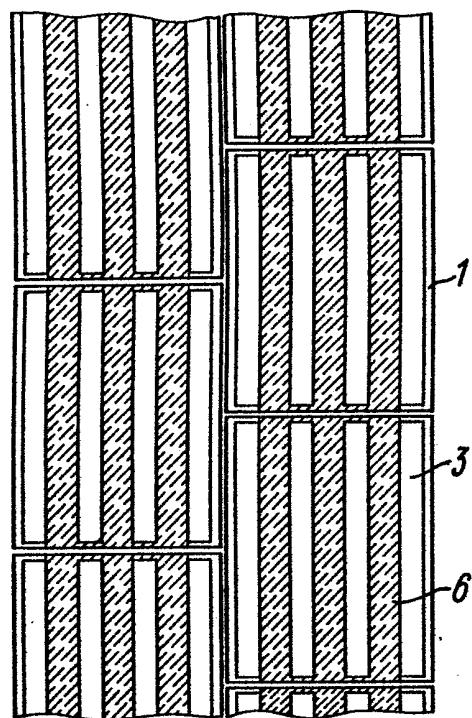


FIG.7

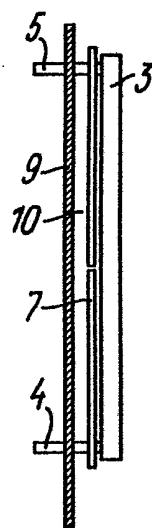


FIG.9

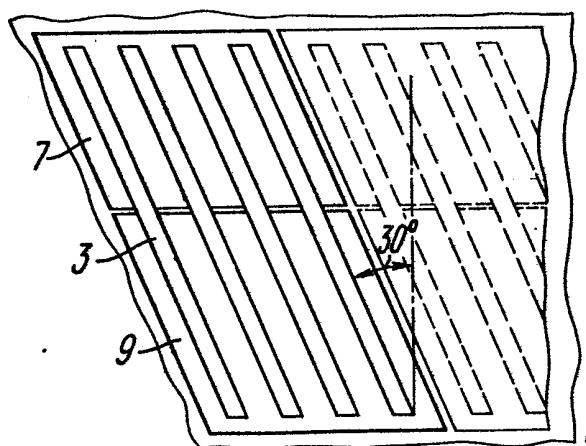


FIG.8