

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 27839

(54) Procédé de fabrication d'une mince plaque de cuivre à conduits d'écoulement.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). B 23 P 15/26; B 21 D 53/02; B 21 H 7/00
// F 24 J 3/02; F 28 F 3/12.

(22) Date de dépôt..... 24 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Finlande, 28 décembre 1979, demande de brevet, n° 79 4087.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 3-7-1981.

(71) Déposant : Société dite : OUTOKUMPU OY, résidant en Finlande.

(72) Invention de : Ahti Kosonen et Mauri Palmu.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bugnion Propriété Industrielle SARL,
23-25, rue Nicolas-Leblanc, 59000 Lille.

La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication d'une mince plaque de cuivre comprenant au moins un conduit d'écoulement parallèle à son plan.

5 Dans les échangeurs de chaleur et analogues, il est souhaitable de créer une zone superficielle maximale de plaque qui cède de la chaleur et qui en reçoit. En même temps, il est désirable de réaliser une conduction de chaleur maximale du fluide de l'échangeur de chaleur aux brides ou ailettes qui accroissent
10 la zone superficielle. On sait que le cuivre et ses alliages sont les meilleurs conducteurs de chaleur dans les applications techniques; pour cette raison, ils sont utilisés chaque fois que ceci est possible financièrement. Les tubes de cuivre à ailettes des
15 chaudières et les radiateurs d'automobiles en alliages de cuivre sont des exemples d'applications dans lesquels les métaux du cuivre ont prouvé leur supériorité sur d'autres métaux. Les propriétés avantageuses du cuivre comprennent aussi sa haute résistance
20 à la corrosion, en comparaison de l'aluminium, par exemple.

S'il est nécessaire de chauffer ou de refroidir de grandes surfaces, la fixation des tubes d'acheminement du fluide sur les surfaces en question complique
25 que l'utilisation des métaux du cuivre. Dans ces cas, les tubes d'acheminement du fluide sont fixés sur les plaques par soudage ou par brasage, de sorte que la construction devient coûteuse et que la conduction de la chaleur du fluide à la plaque est réduite par suite
30 de la petite surface de contact et de la soudure. Dans ces cas, les plaques sont souvent fabriquées en aluminium, puis les tubes nécessaires au fluide peuvent être formés en disposant du graphite dans la zone des conduits d'écoulement désirés entre les deux
35 plaques d'aluminium et en joignant ces dernières l'une à l'autre par un travail à chaud; ensuite, les

conduits d'écoulement sont ouverts en utilisant une pression. En raison de la haute température de travail à chaud, ce procédé n'est pas possible avec les métaux du cuivre et serait en pratique très coûteux.

5 Le but de la présente invention est donc de produire un procédé plus simple et moins coûteux que précédemment pour la fabrication d'une mince plaque de cuivre comportant des conduits d'écoulement parallèles à son plan. Au besoin, des tubes internes séparés peuvent être introduits dans les conduits tubu-
10 laires ouverts pour améliorer la résistance à la corrosion ou pour quelque autre raison pratique.

Les caractéristiques principales de l'invention consistent en ce qu'une billette de cuivre plane et
15 plus épaisse, qui comprend également au moins un conduit d'écoulement parallèle à son plan et dont l'épaisseur totale de la paroi, mesurée dans une direction perpendiculaire au plan de la plaque, est de préférence au moins égale approximativement à l'épais-
20 seur de la plaque de part et d'autre du conduit d'écoulement, est écrouie jusqu'à son épaisseur finale, puis le conduit d'écoulement aplati au cours du laminage est ouvert au moyen d'une pression produite à l'intérieur du conduit.

25 En utilisant le procédé conforme à la présente invention, il est possible de produire, en partant du cuivre ou de ses alliages, une tôle ou plaque comprenant, dans sa direction longitudinale, un nombre approprié de conduits pour le fluide, requis dans l'é-
30 changeur de chaleur. La fabrication commence en coulant, par une technique de coulée continue, une billette ayant un ou plusieurs conduits longitudinaux. Puisque, grâce à la technique de coulée continue, il est possible de fabriquer des billettes relativement
35 minces, d'une épaisseur de 20 mm, la billette peut aisément être formée par la technique d'écrouissage.

De cette façon, les conduits produits pendant la coulée sont pressés ensemble; toutefois, les surfaces des conduits pressés l'une contre l'autre ne restent qu'en contact mécanique, sans se souder l'une à l'autre. Lorsque la plaque a l'épaisseur désirée, les conduits sont aisément ouverts en utilisant une pression d'eau, par exemple. Le résultat est une plaque semblable à la plaque d'aluminium mentionnée ci-dessus, dotée de ses tubes, produite par un travail à chaud. Pour l'écrouissage, il est avantageux de réaliser la coulée initiale de telle sorte que la réduction de l'épaisseur due à l'écrouissage soit égale dans la zone des conduits et dans les "raccords" entre ces conduits.

Grâce à des techniques de coulée classiques, il est possible de produire des billettes d'une largeur de 700 à 800 mm, dans lesquelles on peut former, par exemple, 4 à 5 conduits dans la direction longitudinale. Au surplus, on peut aussi, au besoin, mettre les conduits à proximité plus étroite d'un côté de la plaque, cas dans lequel, si les tubes sont ouverts par insufflation, il est possible d'obtenir une plaque qui est plus unie d'un côté, les tubes se renflant du côté opposé.

Une plaque de ce type a de nombreuses applications dans les échangeurs de chaleur, mais la plaque convient spécialement aux cellules solaires où elle offre les avantages suivants par rapport aux autres plaques pour les cellules solaires :

- le transfert de la chaleur de la plaque aux tubes est considérablement meilleur que celui des plaques où les tubes ont été fixés sur ladite plaque par un autre procédé quelconque;
- la conductibilité de la chaleur du cuivre est plus élevée que celle de l'aluminium, par exemple;
- la surface noire produite sur le cuivre est connue

comme étant l'une des meilleures surfaces d'absorption;

- les propriétés corrosives du cuivre sont plus avantageuses que celles, par exemple, de l'aluminium ou d'autres métaux, et les tubes s'écartant de la cellule sont essentiellement des tubes de cuivre, cas dans lequel les mêmes métaux ne provoquent pas une corrosion galvanique.

Des essais ont été effectués pour éliminer cet inconvénient, par exemple, des plaques d'aluminium en montant des tubes de cuivre dans les conduits de la plaque, ce procédé étant peu commode et coûteux - en fonction de l'application de la plaque d'échangeur de chaleur, des tubes internes séparés peuvent être logés dans les conduits ouverts.

L'invention est décrite en détail ci-dessous en se référant aux dessins ci-annexés, dans lesquels :

la figure 1A est une vue finale en coupe transversale d'une billette utilisée pour un exemple de réalisation préféré de l'invention;

la figure 1B montre la même vue finale en coupe transversale de la billette de la figure 1, après le laminage;

la figure 1C est une vue finale en coupe transversale de la plaque laminée de la figure 1B, après l'ouverture des conduits par insufflation; et

la figure 2 est une vue partielle en coupe transversale d'une autre billette à utiliser selon le procédé conforme à l'invention.

A la figure 1A, la plaque de cuivre ou la plaque d'alliage de cuivre produite par le procédé de coulée continue est désignée par la référence numérique 1; elle comprend deux conduits d'écoulement parallèles dont la section droite est ovale. La paroi des conduits d'écoulement 4 est désignée par 3 et le raccord entre les conduits est indiqué par 2. L'épais-

seur de la paroi 3 des conduits d'écoulement 4 est de préférence la moitié de celle de la billette 1, mesurée perpendiculairement à sa surface, la réduction de l'épaisseur due à l'écrouissage étant égale dans les zones des conduits 4 et du raccord 2 entre les conduits.

La figure 1B montre la billette laminée 1'. Au cours du laminage, la billette 1 de la figure 1A est aplatie et allongée (au besoin, elle s'élargit lorsqu'elle est laminée transversalement). En même temps, les conduits d'écoulement de la billette sont aplatis, comme indiqué par 4', mais leurs surfaces opposées ne sont pas soudées l'une à l'autre.

Finalement, les conduits aplatis 4' sont ouverts par insufflation, si bien que l'on obtient la mince plaque de cuivre ou d'alliage de cuivre 1' pourvues des conduits d'écoulement 4", comme le montre la figure 1C.

La figure 2 représente une autre billette qui comprend deux conduits d'écoulement 4, l'un au-dessus de l'autre, en considérant la direction perpendiculaire à la surface de la billette. Ainsi, l'épaisseur totale de la matière, perpendiculairement à la surface de la billette 1, est la même dans la zone des ouvertures 4, ainsi que de part et d'autre de celles-ci, de sorte que la réduction de l'épaisseur due à l'écrouissage est égale dans les zones des ouvertures 4 et de part et d'autre de celles-ci.

L'épaisseur de la billette de la figure 1A est de préférence de 15 à 20 mm et l'épaisseur de la mince plaque de la figure 1C est de préférence de 0,6 à 1 mm. Dans les billettes des figures 1A et 2, les conduits ont une forme de section droite ovale, mais il est évident que les conduits peuvent avoir aussi bien une autre forme quelconque, par exemple, ronde, rhombique, etc.

Pareillement, les conduits ne doivent pas nécessairement être au centre de la billette 1 comme indiqué à la figure 1A, mais peuvent être plus proches d'une surface de la billette; dans ce cas, une surface de la plaque laminée munie des conduits ouverts par insufflation, est quelque peu plus unie que la surface opposée.

Exemples :

- 10 Une tôle de cuivre type DLP d'une épaisseur de 0,6 mm et d'une largeur de 250 mm est fabriquée en utilisant le procédé conforme à l'invention. Des conduits (2 de ceux-ci) ayant une section droite en forme d'amande sont ouverts dans la tôle en utilisant une pression d'air de 1 N/mm^2 , l'épaisseur de la paroi des conduits étant de 0,3 mm, par exemple, conformément aux instructions de fabrication suivantes :
- 15 1. - Coulée d'une billette profilée, dont la section droite est représentée à la figure de référence, selon des techniques de coulée continue, jusqu'aux dimensions de section droite de 20 mm x 250 mm; épaisseur maximale aux ouvertures : 38 mm et épaisseur de la paroi : 10 mm; dimensions principales des conduits de la billette : 18 mm de haut et 40 mm de large;
- 20 - Ecrouissage de la billette coulée jusqu'à 0,6 mm, sans recuit intermédiaire;
- 25 - Ouverture des conduits tubulaires au moyen d'air comprimé (1 N/mm^2), en utilisant un outil à ouvrir approprié et un ajutage d'air, l'extrémité opposée de la plaque étant fermée par une pression.
- 30 2. - Coulée d'une billette profilée selon l'exemple précédent;
- Lubrification des ouvertures pendant la coulée en utilisant une émulsion de laminage;
- 35 - Ecrouissage jusqu'à une épaisseur de 0,67 mm;
- Recuit d'adoucissement dans un four à recuire;
- Ecrouissage jusqu'à une épaisseur de 0,6 mm;

2472440

- 7 -

- Ouverture des conduits tubulaires comme dans l'exemple précédent.
Les plaques de l'exemple ont aussi été revêtues de chrome noir avant l'ouverture des conduits.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une mince plaque ou tôle de cuivre ou d'un alliage de cuivre, la plaque ou tôle ayant au moins un conduit d'écoulement parallèle à son plan, caractérisé en ce qu'une billette de cuivre plane, plus épaisse, qui comprend également au moins un conduit d'écoulement parallèle à son plan et dont l'épaisseur totale de la paroi, mesurée dans une direction perpendiculaire au plan de la plaque, est de préférence au moins égale approximativement à l'épaisseur de la plaque de part et d'autre du conduit d'écoulement, est écrouie jusqu'à son épaisseur finale, puis le conduit d'écoulement aplati durant le laminage est ouvert au moyen d'une pression produite à l'intérieur du conduit.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une billette, dont l'épaisseur est de préférence de 15 à 20 mm, est écrouie jusqu'à l'épaisseur requise, ordinairement 0,4 à 1 mm.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la billette écrouie présente des conduits d'écoulement d'une section droite ovale.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la billette écrouie présente des conduits d'écoulement plus proches d'une de ses surfaces en vue de produire une mince plaque de cuivre comprenant des conduits d'écoulement, une surface de la plaque se renflant davantage que la surface opposée dans la zone des conduits d'écoulement.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la billette écrouie comprend plus d'un conduit d'écoulement l'un au-dessus de l'autre, en considérant la direction perpendiculaire à la surface de la billette.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'un tube interne séparé est monté dans le conduit d'écoulement ouvert.

Fig. 1A

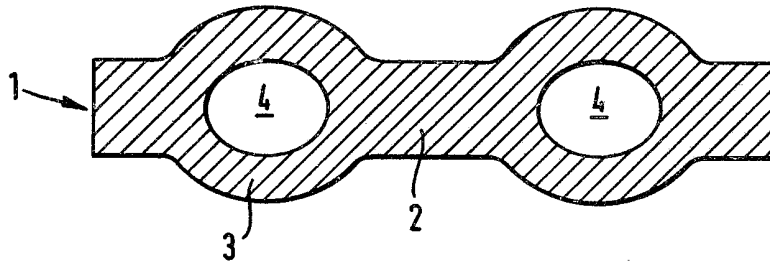


Fig. 1B

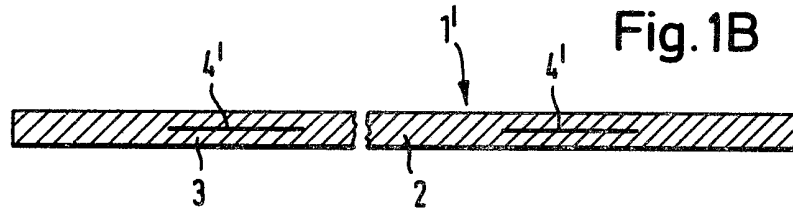


Fig. 1C

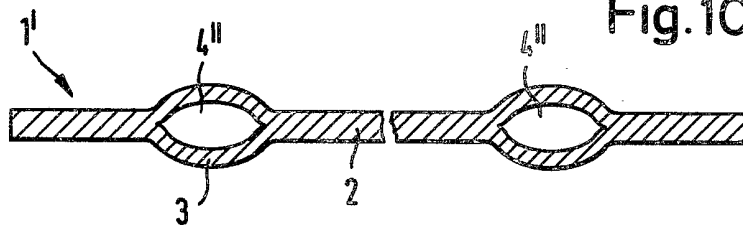


Fig. 2

