



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 165 840
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
21.01.87

(51) Int. Cl.⁴ : **F 28 D 7/06, F 28 F 9/00,
F 16 L 3/16, G 21 C 15/18**

(21) Numéro de dépôt : **85400948.7**

(22) Date de dépôt : **14.05.85**

(54) **Echangeur de chaleur pour le refroidissement d'un métal liquide par de l'air.**

(30) Priorité : **25.05.84 FR 8408223**

(43) Date de publication de la demande :
27.12.85 Bulletin 85/52

(45) Mention de la délivrance du brevet :
21.01.87 Bulletin 87/04

(84) Etats contractants désignés :
BE CH DE GB IT LI LU NL

(56) Documents cités :

EP-A- 0 031 767
EP-A- 0 039 872
EP-A- 0 094 454
EP-A- 0 110 363
EP-A- 0 113 439
FR-A- 1 227 145
FR-A- 2 406 869
FR-A- 2 527 324
GB-A- 1 155 360
US-A- 3 495 556
US-A- 4 286 366

(73) Titulaire : **NOVATOME**
La Boursidière R.N. 186
F-92357 Le Plessis Robinson (FR)

(72) Inventeur : **Husson, Claude**
10 rue Jules Lemaitre
F-75012 Paris (FR)
Inventeur : **Fernandez, Luis**
22 Impasse Cerisaie
F-91120 Palaiseau (FR)

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

EP 0 165 840 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

L'invention concerne un échangeur de chaleur pour le refroidissement d'un métal liquide par de l'air, en particulier pour le refroidissement de sodium liquide dans un réacteur nucléaire à neutrons rapides.

Dans les réacteurs nucléaires à neutrons rapides, le refroidissement du cœur du réacteur est généralement assuré par du sodium liquide, appelé sodium liquide primaire qui circule en contact avec le cœur du réacteur. Ce sodium primaire est lui-même refroidi dans des échangeurs intermédiaires par du sodium secondaire qui permet, pendant la marche normale du réacteur, de transporter la chaleur du réacteur vers les générateurs de vapeur, pour la production de vapeur à partir d'eau d'alimentation.

Lorsqu'on désire arrêter le réacteur nucléaire, par exemple pour effectuer un rechargement en combustible nucléaire ou des réparations, on réduit la puissance du cœur et donc la chaleur dégagée par ce cœur, jusqu'à un niveau proche de la valeur zéro. Cependant, la température du réacteur et de ses structures est encore élevée et il est nécessaire de refroidir le cœur et ses structures jusqu'à une température voisine de la température ambiante. Pour cela, on effectue un refroidissement du sodium primaire, soit par l'intermédiaire du sodium secondaire, soit directement.

Dans le cas d'une défaillance des circuits normaux de refroidissement du réacteur, on doit disposer d'échangeurs de chaleur de secours pour pouvoir effectuer dans tous les cas le refroidissement du réacteur.

De tels échangeurs de chaleur sont constitués par un conduit collecteur d'arrivée de sodium liquide chaud, un conduit collecteur de récupération du métal liquide refroidi et un ensemble de tubes de circulation du métal liquide disposés dans une zone de circulation de l'air de refroidissement qui vient en contact avec la surface externe des tubes. Généralement, les deux conduits collecteurs sont rectilignes et parallèles et les branches des tubes reliées à ces collecteurs sont perpendiculaires au plan défini par les axes des deux conduits collecteurs.

Pendant le refroidissement du réacteur, cet ensemble de tubes constituant l'échangeur de chaleur est soumis à de très grandes différences de température. Lorsque l'échangeur de chaleur n'est pas en service, le sodium liquide qu'il contient est maintenu en fusion par un chauffage électrique annexe. La température du sodium liquide à l'intérieur des tubes de l'échangeur de chaleur est alors voisine de 100°. Lorsque l'échangeur de chaleur est mis en service pour le refroidissement du sodium liquide primaire, la température du sodium liquide en circulation dans l'échangeur atteint et peut même dépasser 500°.

Il en résulte des dilatations importantes et variables des tubes constituant l'échangeur de

chaleur et il est nécessaire de prévoir un supportage de ces tubes qui n'entraîne pas de contraintes excessives.

De façon plus générale, on utilise également de tels échangeurs de chaleur dans les circuits d'essai ou dans les circuits expérimentaux des réacteurs nucléaires, circuits qui peuvent connaître des conditions de fonctionnement très variables, en particulier en ce qui concerne les températures de fonctionnement.

Le but de l'invention est donc de proposer un échangeur de chaleur pour le refroidissement d'un métal liquide par de l'air comportant un conduit collecteur d'arrivée de métal liquide chaud et un conduit collecteur de récupération du métal liquide refroidi, rectilignes et parallèles et disposés en vis-à-vis, ainsi qu'un ensemble de tubes de circulation du métal liquide en forme de U reliés chacun à l'un des collecteurs par l'une de ses branches et à l'autre collecteur par son autre branche, les branches de ces tubes étant sensiblement perpendiculaires au plan défini par les axes des collecteurs et l'ensemble de ces tubes étant placés dans une zone de circulation de l'air de refroidissement en contact avec leur surface externe, cet échangeur de chaleur permettant d'absorber les dilatations et les déplacements de ces divers éléments, pendant le fonctionnement de l'échangeur, sans création de contraintes excessives dans ces éléments.

Dans ce but, sur chacun des conduits collecteurs, sont fixés deux ensembles de tourillons coaxiaux, saillants vers l'extérieur et perpendiculaires au plan défini par les axes des collecteurs, chaque ensemble étant situé à une extrémité du collecteur, l'un de ces ensembles étant engagé dans des paliers fixes et l'autre dans des biellettes articulées autour d'un axe parallèle aux tourillons sur un support fixe pour permettre les déplacements dus aux dilatations longitudinales des conduits collecteurs, les extrémités fixes et articulées de ces collecteurs étant placées en vis-à-vis, et l'une des branches de chacun des tubes en U est supportée à son extrémité opposée au collecteur correspondant par deux tiges cylindriques, montées sur un support fixe et sensiblement parallèles aux axes des collecteurs, en contact avec la branche du tube en deux points diamétralement opposés, les branches de deux tubes successifs sur le collecteur étant en appui de part et d'autre d'un même galet ayant un axe perpendiculaire aux tiges de support, assurant leur maintien dans la direction perpendiculaire à leurs axes.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux figures jointes en annexe, un échangeur de chaleur suivant l'invention comportant des moyens de support permettant d'absorber ses dilatations sans contraintes excessives.

La figure 1 est une vue en coupe par un plan vertical suivant BB de la figure 2, de l'échangeur

de chaleur.

La figure 2 est une vue en élévation avec coupe partielle, suivant AA de la figure 1.

La figure 3 est une vue en coupe, suivant CC de la figure 2.

La figure 4 est une vue suivant DD de la figure 2.

La figure 5 est une coupe partielle suivant E de la figure 1.

La figure 6 est une vue suivant FF de la figure 5.

La figure 7 est une vue analogue à la vue de la figure 5 d'une variante de réalisation des moyens de support des branches des tubes d'un échangeur de chaleur suivant l'invention.

Sur les figures 1 et 2, on voit une structure fixe 1 constituée par des poutrelles soudées entre elles constituant le support de l'échangeur de chaleur. Cette structure 1 porte une gaine 2 verticale à section carrée dont l'espace intérieur constitue une zone de circulation d'air de refroidissement.

La structure 1 porte également, par l'intermédiaire de dispositifs de support qui seront décrits plus en détail, un conduit collecteur 4 d'arrivée de sodium liquide chaud et un collecteur 5 de récupération de sodium liquide refroidi. Les conduits collecteurs 4 et 5 sont horizontaux et parallèles, le collecteur 4 étant placé au-dessus et à la verticale du conduit collecteur 5.

Les collecteurs 4 et 5 sont reliés par un ensemble de dix tubes 6 de circulation de métal liquide dont les branches 6a et 6b traversent la zone de refroidissement constituée par le volume intérieur de la gaine 2.

Le sodium liquide à une température pouvant aller jusqu'à 600 °C pénètre dans le collecteur 4 par son extrémité 4a, ce collecteur 4 assurant la distribution de ce sodium chaud dans les dix tubes de refroidissement 6. Le sodium chaud est refroidi par l'air circulant dans la direction verticale à l'intérieur de la gaine 2, en contact avec la surface externe des tubes 6. Le sodium refroidi est récupéré par le collecteur 5 en communication avec les branches 6b des tubes 6. Ce sodium refroidi sort du collecteur 5 par son extrémité 5a.

Les tubes 6 ont la forme de U dont les branches 6a et 6b sont mises en communication à l'une de leurs extrémités avec le collecteur 4 ou le collecteur 5 respectivement, ces branches rectilignes 6a et 6b des tubes en U étant sensiblement perpendiculaires au plan défini par les axes des collecteurs 4 et 5, c'est-à-dire à un plan vertical. Ces deux branches 6a et 6b sensiblement horizontales sont reliées par la partie cintrée 6c du tube qui se trouve en dehors de la zone de refroidissement.

En se référant aux figures 1, 2 et 3, on va maintenant décrire les moyens de support des conduits collecteurs 4 et 5 à leurs extrémités voisines de l'entrée 4a ou de la sortie 5a du collecteur.

Dans ses zones d'extrémité, chacun des collecteurs porte un ensemble de deux tourillons coaxiaux et horizontaux situés à la verticale les

uns des autres.

Les tourillons 10 portés par le collecteur 4 et les tourillons 11 portés par le collecteur 5 sont disposés en vis-à-vis dans la direction verticale. Ces tourillons tels que 11a représentés à la figure 3 sont soudés directement sur la surface externe du collecteur correspondant (collecteur 5 sur la figure 3).

On voit sur la figure 3 que le tourillon 11a et le tourillon 11b sont engagés dans des paliers 14 fixés de façon rigide par des pattes de fixation 15 sur le support 1 de l'échangeur de chaleur.

De la même façon, les tourillons 10 du conduit collecteur supérieur 4 sont engagés dans des paliers fixes 16 solidaires de la partie supérieure du support fixe 1. Les paliers 15 sont fixés au-dessus de la partie inférieure du support 1 et les paliers 16 en dessous de la partie supérieure de ce support 1. L'extrémité du collecteur 4 est donc suspendue sous le support 1 alors que l'extrémité du conduit collecteur 5 est supportée par la base du support fixe 1.

Ces dispositifs de support des extrémités des conduits collecteurs 4 et 5 situés dans la partie gauche de la figure 2 ne permettent qu'un mouvement de rotation des conduits 4 et 5 autour des axes horizontaux des tourillons 10 et 11, par rapport au support fixe 1.

En se reportant aux figures 1, 2 et 4, on va maintenant décrire les dispositifs de support des autres extrémités des conduits collecteurs 4 et 5 situés dans la partie droite de la figure 2.

Le conduit 5 porte, à son extrémité opposée à l'extrémité 5a, deux tourillons 13a et 13b coaxiaux et horizontaux qui sont soudés sur la surface extérieure du conduit 5. Ces tourillons 13a et 13b sont engagés dans les extrémités de deux biellettes 18 constituant des paliers pour les tourillons 13.

Les biellettes 18a, b sont articulées sur le support 1, à leur extrémité opposée à l'extrémité dans laquelle sont engagés les tourillons 13 solidaires du conduit collecteur 5. Pour cela, un axe 20 horizontal est rendu solidaire des extrémités inférieures des biellettes 18, cet axe 20 étant monté rotatif dans des paliers 21 et 22 portés par le support 1.

De la même façon, l'extrémité du collecteur 4 disposée en vis-à-vis de l'extrémité du collecteur 5 articulée sur le support porte des tourillons 12 horizontaux et coaxiaux engagés dans des biellettes 19 articulées à leur extrémité opposée à celle dans laquelle sont engagés les tourillons 12 sur la partie supérieure du support 1.

De cette façon, le conduit collecteur supérieur 4 est suspendu à la partie supérieure du support fixe 1 de façon articulée, cependant que l'extrémité correspondante du conduit collecteur 5 est montée de façon articulée sur la base du support fixe 1.

Sur la figure 2, on a représenté les collecteurs de l'échangeur de chaleur dans la position qu'ils occupent lorsque les collecteurs sont à la température ambiante, avant la mise en service de l'échangeur de chaleur.

Lors de la mise en service de l'échangeur de chaleur, le sodium chauffe les collecteurs qui se dilatent dans leur direction longitudinale, si bien que leur extrémité articulée se déplace grâce à la rotation des bielles 18 et 19 autour de leurs axes d'articulation sur le support 1 et à la rotation de l'autre extrémité de ces bielles sur les tourillons 13 et 12. Ce déplacement horizontal des extrémités des tubes 4 et 5 a lieu vers l'extérieur de l'échangeur de chaleur, c'est-à-dire vers la droite de la figure 2.

Pendant le fonctionnement de l'échangeur de chaleur, si la température du sodium liquide varie, les extrémités articulées des conduits collecteurs 4 et 5 peuvent se déplacer soit dans un sens soit dans l'autre, suivant que les variations de température du sodium liquide correspondent à un échauffement ou à un refroidissement. D'autre part, les déplacements des conduits collecteurs 4 et 5 respectivement sont totalement indépendants.

En se reportant aux figures 1, 5 et 6, on va maintenant décrire les dispositifs de support des branches supérieures 6a des tubes 6. Les tubes 6 sont supportés dans le bâti fixe 1 de l'échangeur de chaleur uniquement par leurs branches supérieures 6a qui passent entre deux tiges cylindriques 25 et 26 horizontales et montées rotatives dans le bâti fixe 1 de l'échangeur de chaleur à leurs extrémités, de part et d'autre de l'ensemble des dix tubes parallèles 6.

La tige supérieure 25 et la tige inférieure 26 constituent des rouleaux horizontaux venant en contact avec les tubes 6 successifs de l'ensemble constituant les tubes de refroidissement de l'échangeur de chaleur en deux points diamétralement opposés et à la verticale l'un de l'autre.

Entre deux tubes 6 successifs, les tiges 25 et 26 portent deux bagues 27 et 28 placées à la verticale l'une de l'autre et reliées par un axe vertical 30 portant un galet 31.

Les bagues 27 et 28 sont montées folles par rapport aux tiges 25 et 26 respectivement et le galet 31 est monté fou sur l'axe 30. Cet axe 30 est fixé sur la bague 28 par une soudure 34. Le galet 31 a un diamètre tel qu'il est intercalé avec un très faible jeu entre les deux tubes 6 successifs. Ce galet 31 assure ainsi le maintien et l'écartement des tubes 6 les uns par rapport aux autres, dans la direction horizontale.

On voit que les tubes 6 sont ainsi maintenus à la fois horizontalement et verticalement de chaque côté. Les dispositifs de maintien permettent les déplacements consécutifs à la dilatation des tubes dans leur direction longitudinale, puisque ces moyens de maintien sont constitués par des rouleaux ou des galets sur lesquels les tubes 6 peuvent se déplacer sans engendrer de contraintes notables à leur contact.

Sur la figure 6, on voit que les bagues 27 et 28 disposées entre deux tubes 6 sont fixées sur le bâti fixe 1 par l'intermédiaire de vis 32 qui les maintiennent en position pour réaliser un entretoisement des tubes 6 disposés côte à côte dans la direction horizontale.

Sur la figure 7, on a représenté un second mode de réalisation du dispositif de maintien des branches 6a des tubes de l'échangeur de chaleur. Les tiges cylindriques 25 et 26 constituant des rouleaux permettant le déplacement des branches 6a des tubes 6 ont été remplacées par des tiges fixes 35 et 36 qui sont engagées à leurs extrémités dans le bâti fixe 1 de l'échangeur de chaleur. Les tiges 35 et 36 portent à leurs extrémités des tourillons 45 et 46 respectivement qui sont engagés dans des lumières 47 et 48 ménagées dans le bâti 1 pour maintenir ces tiges 35 et 36 tout en leur permettant de se dilater dans leur direction longitudinale. Les tourillons 45 et 46 sont maintenus dans les lumières 48 par un ensemble tel que 49 comportant une rondelle et une goupille.

Les tiges 35 et 36 peuvent être indifféremment de section circulaire ou carrée.

Entre deux tubes 6 successifs, un galet 50 est monté fou sur un axe 51 solidaire des tiges 35 et 36. Le diamètre du galet 50 est tel qu'il existe un très léger jeu entre ce galet et les deux tubes entre lesquels il est intercalé.

De la même façon, l'écartement entre les tiges 35 et 36 est un peu supérieur au diamètre des tubes 6, si bien que ceux-ci sont maintenus efficacement dans la direction verticale tout en ayant la possibilité de se déplacer horizontalement, lors de leur dilatation au contact du sodium liquide chaud. Les contraintes de contact entre les tubes 6 et les tiges 35 et 36 restent faibles bien que les tiges 35 et 36 ne constituent pas des rouleaux comme dans le mode de réalisation représenté aux figures 5 et 6.

On voit donc que les principaux avantages de l'échangeur de chaleur suivant l'invention sont de permettre des dilatations de tous ses éléments en contact avec le métal liquide chaud, sans création de contraintes importantes dans ces éléments. L'échangeur de chaleur suivant l'invention présente donc un intérêt tout particulier, lorsque la température du métal liquide chaud est essentiellement variable pendant le fonctionnement de l'échangeur de chaleur.

Les tourillons fixés aux extrémités des collecteurs peuvent être fixés à ceux-ci par l'intermédiaire de colliers serrés ou soudés sur les collecteurs, au lieu d'être soudés directement sur la surface externe de ceux-ci.

Les biellettes de support de l'une des extrémités des collecteurs peuvent être fixées de façon articulée par tout moyen sur le bâti fixe de l'échangeur de chaleur.

Les dispositifs de support de l'une des branches des tubes de l'échangeur de chaleur peuvent être d'un type différent de ceux qui ont été décrits, les tiges de support des tubes pouvant être montées rotatives ou fixes dans le bâti et pouvant avoir une section de forme quelconque. De la même façon, les galets d'entretoisement des tubes peuvent être montés par tout moyen, par l'intermédiaire d'éléments rapportés ou directement sur ces tiges.

Lorsqu'on utilise des tiges de maintien des tubes rotatives, ces tiges cylindriques peuvent

être pleines ou creuses. On pourra ainsi utiliser des tubes à la place de tiges pleines. Lorsqu'on utilise des tiges fixes en rotation, celles-ci peuvent être également creuses ou pleines et leur section peut être différente d'une section circulaire, par exemple de forme carrée.

Enfin, l'échangeur de chaleur suivant l'invention peut être utilisé non seulement pour le refroidissement du sodium liquide dans un réacteur nucléaire à neutrons rapides mais encore, dans le cas du refroidissement de tout métal liquide par de l'air, métal liquide dont la température est élevée, par exemple supérieure à 300° et essentiellement variable pendant l'utilisation de l'échangeur de chaleur.

Revendications

1. Echangeur de chaleur pour le refroidissement d'un métal liquide par de l'air comportant un conduit collecteur d'arrivée (4) de métal liquide chaud et un conduit collecteur (5) de récupération du métal liquide refroidi rectilignes et parallèles et disposés en vis-à-vis, ainsi qu'un ensemble de tubes (6) de circulation du métal liquide en forme de U reliés chacun à l'un des collecteurs (4) par l'une de ses branches (6a) et à l'autre collecteur (5) par son autre branche (6b), les branches (6a) et (6b) de ces tubes étant sensiblement perpendiculaires au plan défini par les axes des collecteurs (4, 5) et l'ensemble de ces tubes (6) étant placés dans une zone (2) de circulation de l'air de refroidissement en contact avec leur surface externe, caractérisé par le fait que, sur chacun des conduits collecteurs (4, 5) sont fixés deux ensembles de deux tourillons (10, 11-12, 13) coaxiaux, saillants vers l'extérieur et perpendiculaires au plan défini par les axes des collecteurs (4, 5), chaque ensemble (10, 11-12, 13) étant situé à une extrémité du collecteur (4, 5), l'un de ces ensembles étant engagé dans des paliers fixes (15, 16) et l'autre dans des biellettes (18, 19) articulées autour d'un axe parallèle aux tourillons (10, 11-12, 13) sur un support fixe (1) pour permettre les déplacements dus aux dilatations longitudinales des conduits collecteurs (4, 5), les extrémités fixes et articulées de ces collecteurs (4, 5) étant placées en vis-à-vis, et que l'une des branches (6a) de chacun des tubes en U (6) est supportée à son extrémité opposée au collecteur correspondant (4, 5) par deux tiges (25, 26), (35, 36) montées sur un support fixe (1) et sensiblement parallèles aux axes des collecteurs (4, 5), en contact avec la branche du tube en deux points diamétralement opposés, les branches (6a) de deux tubes successifs sur le collecteur (4, 5) étant en appui de part et d'autre d'un même galet (31, 50) ayant un axe (30, 51) perpendiculaire aux tiges de support (25, 26 ; 35, 36) assurant leur maintien dans la direction perpendiculaire à leurs axes.

2. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que les tiges (25, 26) sont cylindriques et montées rotatives par leurs

extrémités dans un support fixe (1), pour constituer des rouleaux d'appui des tubes (6).

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que des bagues (27, 28) sont montées folles sur les tiges (25, 26) entre deux tubes successifs (6) et que le galet (31) intercalé entre les deux tubes (6) successifs est monté sur un axe (30) engagé à ses extrémités dans les bagues (27, 28).

4. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que les tiges (35, 36) sont montées fixes en rotation dans le support (1) à leurs extrémités et comportent des moyens (45, 46, 49) coopérant avec des moyens (47, 48) du support fixe (1), à l'une au moins de leurs extrémités, pour permettre leur libre dilatation longitudinale.

5. Echangeur de chaleur suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que les tiges (35, 36) ont une section carrée pleine ou creuse.

6. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que les tourillons (10, 11-12, 13) sont soudés directement sur les collecteurs (4, 5) correspondants.

7. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que les tourillons (10, 11-12, 13) sont solidaires de colliers qui sont eux-mêmes rapportés et serrés ou encore soudés sur les collecteurs (4, 5).

Claims

1. A heat exchanger for cooling a liquid metal by means of air comprising a manifold conduit (4) for supplying hot liquid metal and a manifold conduit (5) for recovering cooled liquid metal, said conduits being rectilinear, parallel and disposed in confronting relation, and a group of liquid metal circulating tubes (6) in the shape of a U each connected to one of the manifolds (4) by one of its branches (6a) and to the other manifold (5) by its other branch (6b), the branches (6a and 6b) of these tubes being substantially perpendicular to the plane defined by the axes of the manifolds (4, 5) and all of these tubes (6) being placed in a zone (2) of circulation of cooling air in contact with their outer surface, characterised in that there are fixed to each of the manifold conduits (4, 5) two groups of two trunnions (10, 11-12, 13) which are coaxial, project outwardly and are perpendicular to the plane defined by the axes of the manifolds (4, 5), each group (10, 11-12, 13) being located at one end of the manifold (4, 5), one of these groups being engaged in fixed bearings (15, 16) and the other in links (18, 19) mounted to pivot about an axis parallel to the trunnions (10, 11-12, 13) on a fixed support (1) so as to permit the displacements due to longitudinal expansions of the manifold conduits (4, 5), the fixed and pivoted ends of these manifolds (4, 5) being disposed in confronting relation and one of the branches (6a) of each of the U-shaped tubes 6 being supported at its end opposed to the corre-

sponding manifold (4, 5) by two rods (25, 26), (35, 36) mounted on a fixed support (1) and substantially parallel to the axes of the manifolds (4, 5) in contact with the branch of the tube at two diametrically opposed points, the branches (6a) of two successive tubes on the manifold (4, 5) bearing on each side of a common roller (31, 50) having a shaft (30, 51) perpendicular to the support rods (25, 26; 35, 36) ensuring their maintenance in the direction perpendicular to their axes.

2. A heat exchanger according to claim 1, characterised in that the rods (25, 26) are cylindrical and rotatively mounted by their ends in a fixed support (1) so as to constitute support rollers of the tubes (6).

3. A heat exchanger according to claim 1, characterised in that rings (27, 28) are freely mounted on the rods (25, 26) between two successive tubes (6) and the roller (31) interposed between the two successive tubes (6) is mounted on a shaft (30) engaged at its ends in the rings (27, 28).

4. A heat exchanger according to claim 1, characterised in that the rods (35, 36) are mounted to be fixed in rotation in the support (1) at their ends and include means (45, 46, 49) cooperating with means (47, 48) of the fixed support (1), at least one of their ends to permit their free longitudinal expansion.

5. A heat exchanger according to claim 4, characterised in that the rods (35, 36) have a solid or hollow square section.

6. A heat exchanger according to any one of the claims 1 to 5, characterised in that the trunnions (10, 11-12, 13) are directly welded to the corresponding manifolds (4, 5).

7. A heat exchanger according to any one of the claims 1 to 5, characterised in that the trunnions (10, 11-12, 13) are connected to collars which are themselves mounted and clamped or welded on the manifolds (4, 5).

Patentansprüche

1. Wärmetauscher zur Kühlung eines flüssigen Metalls durch Luft, mit einer Zulaufsammeleleitung (4) von warmem flüssigem Metall und einer Sammeleleitung (5) zur Erfassung des gekühlten flüssigen Metalls, die geradlinig und parallel und einander gegenüber angeordnet sind, sowie mit einer Gruppe von Rohren (6) zur Zirkulation des flüssigen Metalls in U-Form, deren jedes mit der einen der Sammeleleitungen (4) durch den einen seiner Schenkel (6a) und mit der anderen Sammeleleitung (5) durch seinen anderen Schenkel (6b) verbunden ist, wobei diese Rohre genau senkrecht zu der durch die Achsen der Sammeleleitungen (4, 5) definierten Ebene sind und die Gruppe dieser Rohre (6) in einer Zone (2) zur Zirkulation der Kühlluft im Kontakt mit ihrer Außenoberfläche angebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß an jeder der Sammeleleitungen (4, 5) zwei Gruppen von zwei coaxialen La-

gerzapfen (10, 11-12, 13) befestigt sind, die nach außen vorspringen und zu der durch die Achsen der Sammeleleitungen (4, 5) definierten Ebene senkrecht sind, wobei jede Gruppe (10, 11-12, 13) sich an einem Ende der Sammeleleitung (4, 5) befindet, die eine dieser Gruppen in feste Lagerstützen (15, 16) und die andere in Schwingarme (18, 19) eingreift, die um eine zu den Lagerzapfen (10, 11-12, 13) parallele Achse an einem festen Träger (1) angelenkt sind, um die Verlagerungen der Sammeleleitungen aufgrund von Längsdehnungen zu ermöglichen, wobei die festen und angelenkten Enden dieser Sammeleleitungen (4, 5) einander gegenüber angeordnet sind, und daß der eine der Schenkel (6a) jedes der U-Rohre (6) an seinem der entsprechenden Sammeleleitung (4, 5) gegenüberliegenden Ende durch zwei Stangen (25, 26) (35, 36) abgestützt ist, die an einem festen Träger (1) montiert und genau parallel zu den Achsen der Sammeleleitungen (4, 5) im Kontakt mit dem Schenkel des Rohres an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten sind, wobei die Schenkel (6a) zweier aufeinanderfolgender Rohre an der Sammeleleitung (4, 5) zu beiden Seiten an derselben Rolle (31, 50) anliegen, die eine zu den Abstützstangen (25, 26; 35, 36) senkrechte Achse haben, wodurch ihr Halten in der zu ihren Achsen senkrechten Richtung gesichert wird.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stangen (25, 26) zylindrisch und an ihren Enden in einem festen Träger (1) drehbar montiert sind, um Abstützwalzen der Rohre (6) zu bilden.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Ringe (27, 28) beweglich auf den Stangen (25, 26) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Rohren (6) montiert sind und daß die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Rohren (6) eingefügte Rolle (31) auf einer Achse (30) montiert ist, die an ihren Enden in die Ringe (27, 28) eingreift.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stangen (35, 36) an ihren Enden drehbar im Träger (1) montiert sind und an wenigstens einem ihrer Enden mit Mitteln (47, 48) des festen Trägers (1) zusammenwirkende Mittel (45, 46, 49) aufweisen, um ihre freie Längsdehnung zu gestatten.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stangen (35, 36) einen viereckigen Voll- oder Hohlquerschnitt haben.

6. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerzapfen (10, 11-12, 13) direkt an den entsprechenden Sammeleleitungen (4, 5) angeschweißt sind.

7. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerzapfen (10, 11-12, 13) kraftschlüssig mit Schellen verbunden sind, die ihrerseits an die Sammeleleitungen (4, 5) angestückt und angeklemmt oder auch angeschweißt sind.



