

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet: **23.01.91**

⑤① Int. Cl.⁵: **F 28 F 9/00**

⑦① Numéro de dépôt: **88400777.4**

⑦② Date de dépôt: **30.03.88**

⑤④ Grille entretoise de maintien transversal des tubes du faisceau d'un échangeur de chaleur et procédé de montage d'une telle grille entretoise.

③⑩ Priorité: **17.04.87 FR 8705542**

④③ Date de publication de la demande:
19.10.88 Bulletin 88/42

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
23.01.91 Bulletin 91/04

⑧④ Etats contractants désignés:
BE DE GB IT NL

⑤⑥ Documents cités:
FR-A-2 420 735
FR-A-2 568 363
GB-A-1 564 821
US-A-4 286 654

⑦③ Titulaire: **FRAMATOME**
Tour Fiat 1, Place de la Coupole
F-92400 Courbevoie (FR)

⑦② Inventeur: **Schutzenberger, Philippe**
176, rue Duguesclin
F-69003 Lyon (FR)
Inventeur: **Stalport, Gérard**
46, Avenue Georges Pompidou
F-69003 Lyon (FR)

⑦④ Mandataire: **Bouget, Lucien et al**
Cabinet Lavoix 2, Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cédex 09 (FR)

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 selon le préambule de la revendication 1.

On connaît des échangeurs de chaleur qui sont utilisés comme échangeurs de chaleur de secours pour le refroidissement du fluide primaire d'un réacteur nucléaire. En particulier, dans les réacteurs nucléaires à neutrons rapides de type intégré qui sont refroidis par du sodium liquide, on prévoit des échangeurs de chaleur de secours qui sont utilisés pour le refroidissement du réacteur après un arrêt consécutif à un incident, en particulier, dans le cas où le circuit principal de refroidissement est défaillant. De tels échangeurs de secours sont plongés dans le sodium primaire remplissant la cuve du réacteur et comportent un faisceau de tubes à l'intérieur desquels circule du sodium secondaire assurant le refroidissement du sodium primaire par échange thermique à travers la paroi des tubes. Le sodium secondaire est lui-même refroidi à l'extérieur de la cuve du réacteur, dans un échangeur sodium-air.

De tels échangeurs de secours doivent pouvoir fonctionner même si les sources d'énergie associées au réacteur nucléaire, en particulier les alimentations électriques, sont devenues indisponibles.

Un tel échangeur de secours a été décrit dans la demande de brevet Français no. 2.568.363 de la Société "Novatome". L'échangeur comporte un faisceau de tubes qui est plongé, à la verticale, sur une partie de sa hauteur, dans le sodium liquide primaire remplissant la cuve du réacteur. Les tubes du faisceau ont chacun une extrémité d'entrée fixée à une première plaque tubulaire et une extrémité de sortie fixée à une seconde plaque tubulaire. Les deux plaques tubulaires sont disposées dans un même plan et présentent un même axe vertical qui correspond à l'axe vertical du faisceau. L'une des plaques située à la partie centrale du faisceau est circulaire et l'autre plaque, située à la partie périphérique, est annulaire. Les tubes sont constitués, sur la plus grande partie de leur longueur, par des branches rectilignes et parallèles qui sont disposées à la verticale, lorsque le faisceau est en place dans la cuve du réacteur nucléaire. Le faisceau est à section sensiblement circulaire et comporte un axe parallèle aux branches rectilignes des tubes passant par le centre des sections droites successives du faisceau dans lesquels les tubes sont répartis suivant un réseau régulier.

Pour assurer le maintien des tubes suivant ce réseau régulier dans les sections transversales du faisceau et pour absorber les forces transversales subies par les tubes dans le réacteur nucléaire en fonctionnement, on dispose des grilles entretoises de maintien transversal des tubes, ces grilles entretoises étant réparties suivant la hauteur du faisceau.

Ces grilles entretoises sont parallèles aux plaques tubulaires et reproduisent sensiblement le réseau constitué par les trous de passage des tubes dans les plaques tubulaires.

Dans les demandes de brevet Français FR—A—2.568.363 et FR—A—2.420.735, on a proposé des grilles entretoises permettant de maintenir les tubes dans un réseau formé de rangées circulaires coaxiales disposées successivement les unes à la suite des autres, dans les directions axiales des sections droites du faisceau.

De telles grilles entretoises sont constituées par des cerces circulaires de hauteur constante et de rayon croissant vers l'extérieur disposées coaxialement de façon que deux cerces successives délimitent une rangée annulaire de largeur sensiblement constante.

Des dispositifs élastiques en tôle métallique sont disposés dans chacune des rangées annulaires et sont fixés, d'une part à la cerce intérieure et d'autre part à la cerce extérieure délimitant la rangée.

Ces dispositifs élastiques assurent donc l'assemblage des cerces constituant la grille entretoise. De plus, les dispositifs élastiques comportent des logements pour recevoir les tubes et assurer leur maintien transversal.

Les dispositifs élastiques sont constitués par une bande métallique continue pliée de façon sinusoïdale et mise sous la forme d'une couronne ayant une section crénelée ménageant des logements successifs pour les tubes.

Dans le FR—A—2.420.735 en particulier, chacun des dispositifs élastiques de maintien se présente sous la forme d'un ensemble de cavaliers en forme de U disposés successivement suivant une rangée annulaire, comportant chacun deux branches ménageant entre elles un logement pour un tube et une partie commune de liaison, les branches étant soudées à leurs extrémités à la cerce extérieure, suivant des zones espacées les unes des autres et la partie commune à la cerce intérieure.

La mise en forme par pliage de la couronne crénelée définit a priori la disposition relative des tubes dans la rangée annulaire correspondante. Il en résulte donc un manque de souplesse quant à la disposition des tubes dans les rangées, au moment de la mise en place du faisceau. Bien que les tubes soient réalisés et mis en forme de façon à présenter une géométrie parfaitement définie, leur mise en place dans les sections transversales peut présenter quelques difficultés si leur disposition relative est définie a priori. Il en est ainsi en particulier à cause de la très grande longueur des tubes du faisceau.

D'autre part, chaque grille entretoise comporte une partie interne destinée à recevoir les branches des tubes reliées à la plaque tubulaire circulaire centrale et une partie externe destinée à recevoir les branches des tubes reliées à la plaque tubulaire annulaire externe. Avant de commencer le montage des tubes, on réalise l'assemblage de la partie interne des grilles entretoises, le montage de la partie externe étant effectué au moment du montage des tubes du faisceau qui viennent se placer successivement dans les rangées annulaires des grilles entretoises. Ce montage de la partie externe des grilles entretoises à

l'avancement nécessite de pouvoir adapter les dispositifs élastiques de maintien des tubes à la position exacte de ces tubes au moment du montage. La réalisation des dispositifs élastiques sous la forme d'une bande métallique ondulée et enroulée en couronne ne permet pas d'assurer facilement cette adaptation.

En outre, les dispositifs élastiques réalisés sous la forme de couronnes crénelées sont soumis à des efforts circonférentiels transmis par les tubes, si bien que chaque dispositif élastique doit être fixé sur la cerce intérieure et sur la cerce extérieure qui limitent la rangée correspondante par des soudures occupant la totalité ou la quasi totalité des surfaces de contact entre la couronne crénelée et les cerces.

Il est très difficile de mettre au point un procédé de soudage approprié permettant de réaliser l'assemblage des cerces et des dispositifs élastiques constitués par des couronnes crénelées, en particulier pour le montage à l'avancement de la partie externe des grilles entretoises.

Le but de l'invention est donc de proposer un échangeur de chaleur comportant un faisceau de tubes présentant des branches rectilignes et parallèles entre elles et une pluralité de grilles-entretoises réparties suivant la direction axiale des branches des tubes du faisceau, de façon à assurer le maintien transversal des branches des tubes suivant un réseau régulier dans des plans perpendiculaires à la direction axiale, chacune des grilles-entretoises étant constituée par un ensemble de cerces circulaires ayant un axe commun O parallèle aux branches des tubes et par des dispositifs élastiques de maintien des tubes constitués par un ensemble de cavaliers en forme de U disposés successivement suivant une rangée annulaire comportant chacun deux branches ménageant entre elles un logement pour un tube et une partie commune de liaison, les branches étant soudées à leurs extrémités libres à la cerce extérieure, suivant des zones espacées les unes des autres et la partie commune à la cerce intérieure, assurant la liaison entre les cerces et le maintien des branches des tubes dans une rangée annulaire entre les deux cerces successives, les grilles entretoises de cet échangeur de chaleur pouvant être adaptées à la position exacte des tubes du faisceau et pouvant être montées facilement, en particulier à l'avancement.

Dans ce but, les dispositifs élastiques de maintien sont réalisés de manière indépendante les uns des autres,

—les deux branches comportent deux parties inclinées l'une par rapport à l'autre joignant chacune deux parties sensiblement parallèles de ces branches, les parties parallèles des branches du cavalier situées vers l'extrémité libre de ces branches présentant un écartement supérieur au diamètre du tube alors que les parties parallèles des branches situées vers la partie commune du cavalier présentent un écartement inférieur au diamètre du tube,

—le logement des tubes comportant la partie

de grande largeur des cavaliers constituant des surfaces d'appui des tubes.

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 mode de réalisation d'une grille entretoise suivant l'invention.

La figure 1 est une vue de dessus d'une partie en forme de secteur angulaire, d'une grille entretoise selon l'invention.

La figure 1a est une vue à plus grande échelle du détail A de la figure 1.

La figure 2 est une vue en perspective d'une partie de la grille entretoise.

Sur la figure 1, on voit une partie d'une grille entretoise destinée à un échangeur de chaleur de secours d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides, par exemple tel que décrit dans la demande de brevet Français 2.568.363.

Cette grille entretoise est constituée par des cerces circulaires de hauteur constante et de rayon croissant vers l'extérieur disposées de manière à avoir toutes pour axe l'axe du faisceau de l'échangeur de chaleur, cet axe ayant pour trace le point O sur le plan de la figure 1.

Les cerces de la grille entretoise constituent un premier ensemble interne formé des six cerces 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f et un second ensemble externe constitué par les quatre cerces 2a, 2b, 2c et 2d.

Les cerces du premier ensemble delimitent des rangées annulaires 5 destinées à recevoir les branches des tubes 4 reliées à la plaque tubulaire centrale du faisceau de forme circulaire.

Les cerces du second ensemble délimitent des rangées annulaires 5' destinées à recevoir les branches des tubes 4 reliées à la plaque tubulaire externe de forme annulaire de l'échangeur de chaleur.

La cerce externe 1f du premier ensemble et la cerce interne 2a du second ensemble sont reliées entre elles par l'intermédiaire de paires de pièces 6, 6' délimitant entre elles un espace de forme cylindrique et soudées chacune d'une part à la cerce 1f et d'autre part à la cerce 2a. Un fourreau 7 est fixé sur chacune des paires de pièces 6, 6', dans l'espace cylindrique ménagé entre ces pièces. Des tirants verticaux peuvent être fixés à l'intérieur des fourreaux 7, pour assurer la suspension de la grille entretoise à la partie supérieure de l'échangeur de chaleur, comme il est décrit dans la demande de brevet 2.568.363. Chacun des tirants est engagé dans les fourreaux des différentes grilles entretoises placées suivant la hauteur du faisceau.

En se reportant à l'ensemble des figures, on voit que les cerces successives délimitant des rangées successives de forme annulaire 5 et 5' sont reliées entre elles par des cavaliers 8 en forme de U disposés successivement les uns à la suite des autres dans la direction périphérique de la grille entretoise, c'est-à-dire suivant les rangées annulaires 5 et 5'. Chacun des cavaliers 8 ayant la forme générale d'un U comporte deux branches 8a et 8b et une partie commune 8c de liaison entre

les branches 8a et 8b. Chacune des branches 8a et 8b est pliée vers l'extérieur de façon à constituer un logement 10 de forme évasée pour un tube 4 du faisceau.

L'espace intérieur du cavalier comporte ainsi une partie de faible largeur voisine de la partie commune de liaison 8c et une partie voisine de l'ouverture du U de plus forte largeur, cette partie étant reliée à la partie de faible largeur par deux parties inclinées des branches 8a et 8b réalisées par pliage. La largeur de l'ouverture du cavalier est supérieure au diamètre extérieur des tubes 4 du faisceau alors que la partie intérieure à plus faible largeur du cavalier a une dimension inférieure au diamètre du tube 4. Les parties intermédiaires inclinées des branches 8a et 8b assurent l'appui et le centrage du tube 4. Les branches 8a et 8b du cavalier 8 comportent à leur extrémité correspondant à l'ouverture du cavalier, des pattes de soudage 9a et 9b pliées à 90° vers l'extérieur.

Comme il est visible sur la figure 2, les cavaliers 8 sont soudés sur les cerces 1 ou 2 correspondantes, d'une part par l'intermédiaire de leur partie commune 8c et d'autre part par l'intermédiaire des pattes 9a et 9b. Les soudures sont réalisées sur chant, au niveau du bord inférieur et du bord supérieur des cerces correspondantes. Les zones de soudure ne s'étendent que sur une faible hauteur de la cerce, la partie restante de la zone de contact entre le cavalier et les cerces ne comportant pas de liaison par soudure.

L'inclinaison des pattes de soudage 9a et 9b des cerces 8 est adaptée au rayon de courbure de la cerce sur laquelle sont fixées ces pattes.

Les cavaliers sont fixés par l'extrémité de leurs branches sur la surface intérieure de la cerce extérieure limitant la rangée où ils sont disposés et par leur partie commune sur la surface extérieure de la cerce intérieure limitant la rangée.

On a réalisé les grilles entretoises pour un échangeur de chaleur de secours d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides refroidi par du sodium liquide.

Les grilles entretoises sont constituées par des cerces en acier inoxydable dont la hauteur est de 35 mm et l'épaisseur de 1 mm.

Ces dimensions se comparent favorablement aux dimensions des plaques entretoises selon l'art antérieur constitué par des cerces reliées par une bande métallique ondulée enroulée sous la forme d'une couronne crénelée. Dans ce cas, la hauteur des cerces était de 50 mm et leur épaisseur de 1,5 mm.

Le montage des grilles entretoises et des tubes du faisceau peut être réalisé selon le procédé décrit dans la demande de brevet 2.568.363. Les cerces 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f constituant la partie intérieure de la grille entretoise sont tout d'abord assemblées en utilisant des cavaliers 8 disposés dans les rangées, les uns à la suite des autres avec un espacement sensiblement constant. Cet espacement peut cependant être réglé en fonction de la position exacte des branches des tubes reliées à la partie centrale de la plaque tubulaire.

Les cavaliers 8 sont fixés sur les cerces 1, à l'intérieur des rangées annulaires 5, par des soudures TIG sur chant, au niveau du bord supérieur et au niveau du bord inférieur des cerces correspondantes, c'est-à-dire par le dessus et par le dessous de ces cerces (soudage à plat et au plafond). Cette opération de soudage sur chant peut être réalisée rapidement et sans difficultés particulières.

Les cerces extérieures 2 constituant les rangées annulaires 5' sont mises ensuite en place, au moment du montage des tubes du faisceau.

Les tubes 4 dont l'une des branches vient se placer dans une rangée 5' de la partie extérieure de la grille entretoise sont mis en place dans la partie interne des grilles et dans la partie centrale de la plaque tubulaire. La partie externe de la grille entretoise est ensuite réalisée à l'avancement. Les cerces 2a, 2b et 2c sont constituées à l'avance par soudage des cavaliers 8 sur leur parties communes 8c. Les cerces ainsi constituées sont placées avant enfilage de la rangée de tubes correspondante. Lorsque la rangée est remplie, la cerce suivante est posée par soudage des parties 9a et 9b des cavaliers de la cerce précédente. Les écarts de position des tubes sont repris avant soudage par pincement des cavaliers, pour assurer leur positionnement correct. Les cavaliers 8 sont mis en place de façon très précise et sans difficulté.

La réalisation des dispositifs de maintien élastiques des tubes sous forme de cavaliers indépendants a d'autre part l'avantage de réduire les efforts tangentiels exercés par le faisceau sur ces éléments élastiques, ces efforts étant transmis directement par les branches des cavaliers aux cerces correspondantes.

Le montage de la grille entretoise peut donc être effectué rapidement et sans difficultés, la grille entretoise étant d'autre part parfaitement adaptée à la configuration du faisceau.

C'est ainsi qu'on peut imaginer d'utiliser des cavaliers d'une forme différente de celle qui a été décrite, à partir du moment où ces cavaliers comportent deux branches qui peuvent être reliées à la cerce extérieure et une partie commune qui peut être reliée à la cerce intérieure ainsi qu'un espace interne réservant un logement pour un tube 4 dont le cavalier 8 assure un maintien transversal empêchant tout déplacement ou toute vibration en service.

Les cerces et les cavaliers peuvent être réalisés en tout matériau métallique compatible avec les conditions d'utilisation et les fluides utilisés dans l'échangeur de chaleur.

On peut imaginer un assemblage des cerces et des cavaliers par d'autres procédés de soudage que le procédé TIG sur chant.

Enfin, une grille entretoise suivant l'invention peut être utilisée dans tout échangeur de chaleur comportant un faisceau à tubes parallèles disposés suivant des rangées annulaires coaxiales.

Revendications

1. Echangeur de chaleur comportant un faisceau de tubes (4) présentant des branches rectilignes et parallèles entre elles et une pluralité de grilles-entretoises réparties suivant la direction axiale des branches des tubes du faisceau, de façon à assurer le maintien transversal des branches des tubes suivant un réseau régulier dans des plans perpendiculaires à la direction axiale, chacune des grilles-entretoises étant constituée par un ensemble de cerces circulaires (1, 2) ayant un axe commun O parallèle aux branches des tubes (4) et par des dispositifs élastiques (8) de maintien des tubes constitués par un ensemble de cavaliers en forme de U disposés successivement suivant une rangée annulaire comportant chacun deux branches (8a, 8b) ménageant entre elles un logement pour un tube et une partie commune (8c) de liaison, les branches (8a, 8b) étant soudées à leurs extrémités libres (9a, 9b) à la cerce extérieure, suivant des zones espacées les unes des autres et la partie commune (8c) à la cerce intérieure, assurant la liaison entre les cerces (1, 2) et le maintien des branches des tubes (4) dans une rangée annulaire (5, 5') entre les deux cerces successives (1, 2), caractérisé par le fait que les dispositifs élastiques de maintien (8) sont réalisés de manière indépendante les uns des autres,

—les deux branches (8a, 8b) comportent deux parties inclinées l'une par rapport à l'autre joignant chacune deux parties sensiblement parallèles de ces branches (8a, 8b), les parties parallèles des branches (8a, 8b) du cavalier situées vers l'extrémité libre de ces branches présentant un écartement supérieur au diamètre du tube (4) alors que les parties parallèles des branches (8a, 8b) situées vers la partie commune (8c) du cavalier présentent un écartement inférieur au diamètre du tube (4),

—le logement (10) des tubes (4) comportant la partie de grande largeur des cavaliers constituant des surfaces d'appui des tubes (4).

2. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que les cavaliers (8) sont soudés aux cerces (1, 2) correspondantes par soudage TIG sur chant, au niveau du bord supérieur et au niveau du bord inférieur de la cerce (1, 2).

3. Echangeur de chaleur suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que les zones de soudage (11, 12) des cavaliers (8) sur les cerces (1, 2) s'étendent sur une faible hauteur à partir des bords des cerces (1, 2).

4. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les branches (8a, 8b) des cavaliers (8) comportent des pattes de soudage (9a, 9b) à leur extrémité, repliées vers l'extérieur.

5. Procédé de montage d'une grille entretoise d'un échangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, la grille-entretoise comportant un ensemble de cerces (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) constituant la partie intérieure de la grille

entretoise destinée à recevoir, dans les rangées annulaires (5) correspondantes entre les cerces, une première branche de chacun des tubes (4) du faisceau et un second ensemble de cerces (2a, 2b, 2c, 2d) constituant la partie extérieure de la grille entretoise destinée à recevoir dans les rangées annulaires (5') correspondantes entre les cerces, une seconde branche de chacun des tubes du faisceau, caractérisé par le fait:

—qu'on réalise le pré-assemblage de la partie intérieure de la grille entretoise, en mettant en place les cerces (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) et en assurant leur assemblage par des cavaliers (8) correspondants, disposés les uns à la suite des autres avec un écartement sensiblement constant dans les rangées (5) entre les cerces,

—qu'on met en place dans la partie interne pré-assemblée de la grille entretoise les premières branches des tubes du faisceau dont les secondes branches viennent en position dans les rangées annulaires (5') de la partie externe de la grille,

—qu'on met en place les cerces destinées à constituer les rangées (5') de la partie externe de la grille sur lesquelles sont fixés les cavaliers (8) par l'intermédiaire de leur partie commune de liaison (8c),

—qu'on introduit les secondes branches des tubes (4) entre les branches (8a, 8b) des cavaliers correspondants, et

—qu'on réalise après mise en place d'une rangée complète de tubes (4), l'assemblage des cavaliers (8) et de la cerce suivante par soudage TIG sur chant des pattes de soudage (9a, 9b) sur la cerce suivante.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit einem Bündel von Rohren (4) aus geradlinigen und untereinander parallelen Abschnitten und einer Mehrzahl von Zwischenträgergittern, die in Achsrichtung der Rohrbündel-Abschnitte verteilt sind, um die Querabstützung der Rohrabchnitte nach einem Linienraster in Ebenen senkrecht zur Axialrichtung sicherzustellen, wobei jedes Zwischenträgergitter aus einem Satz von kreisförmigen Rundbewehrungen (1, 2) gebildet wird, die eine gemeinsame Achse O parallel zu den Abschnitten der Rohre (4) haben, und aus elastischen Rohrstütz-Einrichtungen (8), die aus einem Satz Lamellen in U-Form gebildet werden und aufeinanderfolgend in einer ringförmigen Reihe angeordnet sind, wobei jede Lamelle zwei Schenkel (8a, 8b) aufweist, die zwischen sich einen Sitz für ein Rohr und einen gemeinsamen Verbindungs-Abschnitt (8c) haben und mit ihren freien Enden (9a, 9b) mit Abstandsbereichen voneinander an der äußeren Rundbewehrung angeschweißt sind, und der gemeinsame Abschnitt (8c) an der inneren Rundbewehrung die Verbindung zwischen den Rundbewehrungen (1, 2) und der Stütze für die Abschnitte der Rohre (4) in den ringförmigen Reihen (5, 5') zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Rundbewehrungen (1, 2) sicherstellen, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen

Stützeinrichtungen (8) unabhängig voneinander hergestellt sind,

daß die beiden Schenkel (8a, 8b) zwei zueinander abgewinkelte Abschnitte aufweisen, wobei jeder zwei genau parallele Teile dieser Schenkel (8a, 8b) verbindet und die zum freien Ende dieser Schenkel gelegenen parallelen Teile der Lamellen-Schenkel (8a, 8b) einen größeren Abstand als der Durchmesser des Rohres (4) aufweisen, während die zum gemeinsamen Abschnitt (8c) gelegenen parallelen Teile der Lamellen-Schenkel (8a, 8b) einen kleineren Abstand als der Durchmesser des Rohres (4) aufweisen, und

daß die Aufnahme (10) für die Rohre (4) mit dem Lamellenteil großen Abstands Stützflächen für die Rohre (4) bildet.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (8) an den entsprechenden Rundbewehrungen (1, 2) durch WIG-Kantenschweißung an der oberen und unteren Randebene der Rundbewehrung (1, 2) angeschweißt sind.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißbereiche (11, 12) der Lamellen (8) auf den Rundbewehrungen (1, 2) sich über eine geringe Höhe von den Rändern der Rundbewehrungen (1, 2) an erstrecken.

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schenkel (8a, 8b) der Lamellen (8) an ihrem Ende Schweißlappen (9a, 9b) aufweist, die nach außen umgebogen sind.

5. Montageverfahren für ein Zwischenträgergitter eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Zwischenträgergitter mit einem Satz von Rundbewehrungen (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) den Innenteil des Zwischenträgergitters bildet, um in seinen entsprechenden ringförmigen Reihen (5) zwischen den Rundbewehrungen einen ersten Abschnitt jedes Rohres (4) des Bündels aufzunehmen, und mit einem zweiten Satz von Rundbewehrungen (2a, 2b, 2c, 2d) den Außenteil des Zwischenträgergitters bildet, um in seinen entsprechenden ringförmigen Reihen (5') zwischen den Rundbewehrungen einen zweiten Abschnitt jedes Rohres des Bündels aufzunehmen, dadurch gekennzeichnet,

daß die Vormontage des Innenteils des Zwischenträgergitters durchgeführt wird, indem die Rundbewehrungen (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) zusammengebaut werden und ihre Montage durch entsprechende Lamellen (8) sichergestellt wird, die nacheinander mit einem genau gleichbleibenden Abstand in den Reihen (5) zwischen den Rundbewehrungen angeordnet sind,

daß in dem vormontierten Innenteil des Zwischenträgergitters die ersten Abschnitte der Rohre des Bündels angebracht werden, dessen zweite Abschnitte in den ringförmigen Reihen (5') des Außenteils des Gitters angeordnet werden,

daß die Rundbewehrungen zum Bilden der Reihen (5') des Außenteils des Gitters angebracht werden, an denen die Lamellen (8) mittels ihres gemeinsamen Verbindungsabschnitts (8c) befestigt sind,

daß die zweiten Abschnitte der Rohre (4) zwischen die Schenkel (8a, 8b) der entsprechenden Lamellen eingeführt werden und daß nach dem Anbringen einer vollständigen Reihe von Rohren (4) die Montage der Lamellen (8) und der folgenden Rundbewehrung durch WIG-Kantenschweißung der Schweißlappen (9a, 9b) an der folgenden Rundbewehrung durchgeführt wird.

Claims

1. Heat exchanger comprising a bundle of tubes (4) having straight branches parallel to one another and a plurality of bracing grids distributed in the axial direction of the branches of the tubes in the bundle, so as to ensure that the branches of the tubes are held transversely in a regular network in planes perpendicular to the axial direction, each of the bracing grids consisting of a set of circular hoops (1, 2) having a common axis O parallel to the branches of the tubes (4) and resilient means (8) for holding the tubes in position, consisting of a set of U-shaped staples arranged successively in an annular row each having two branches (8a, 8b) defining between them a recess for a tube and a common connecting part (8c), the branches (8a, 8b) being welded at their free ends (9a, 9b) to the outer hoop, in zones spaced from one another, the common part (8c) being welded to the inner hoop, thereby connecting the hoops (1, 2) to each other and holding the branches of the tubes (4) in an annular row (5, 5') between the two successive hoops (1, 2), characterised in that the resilient holding means (8) are formed independently of one another,

—the two branches (8a, 8b) have two parts inclined relative to each other, each joining two substantially parallel parts of these branches (8a, 8b), the parallel parts of the branches (8a, 8b) of the staple which are situated towards the free end of these branches being at a spacing which is greater than the diameter of the tube (4), whereas the parallel parts of the branches (8a, 8b) which are situated towards the common part (8c) of the staple are at a spacing which is less than the diameter of the tube (4),

—the recess (10) for the tubes (4) comprising the wide part of the staples which constitute the bearing surfaces for the tubes (4).

2. Heat exchanger according to claim 1, characterised in that the staples (8) are welded to the corresponding hoops (1, 2) by TIG welding on site, level with the upper and lower edges of the hoop (1, 2).

3. Heat exchanger according to claim 2, characterised in that the welding zones (11, 12) of the staples (8) to the hoops (1, 2) extend over a short height from the edges of the hoops (1, 2).

4. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 3, characterised in that the branches (8a, 8b) of the staples (8) comprise welding lugs (9a, 9b), folded outwardly, at their ends.

5. Process for assembling a bracing grid of a

heat exchanger according to any one of claims 1 to 4, the bracing grid comprising a set of hoops (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) constituting the inner part of the bracing grid and adapted to receive, in the corresponding annular rows (5) between the hoops, a first branch of each tube (4) in the bundle, and a second set of hoops (2a, 2b, 2c, 2d) constituting the outer part of the bracing grid and adapted to receive, in the corresponding annular rows (5) between the hoops, a second branch of each tube in the bundle, characterised in that:

—pre-assembly of the inner part of the bracing grid is carried out by putting the hoops (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) into position and assembling them by means of corresponding staples (8) arranged one after another at a substantially constant spacing in the rows (5) between the hoops,

—the first branches of the tubes in the bundle are put into position in the pre-assembled inner part of the bracing grid, the second branches moving into position in the annular rows (5) of the outer part of the grid,

—the hoops intended to constitute the rows (5) of the outer part of the grid are put into position, the staples (8) being fixed thereon by means of their common connecting part (8c),

—the second branches of the tubes (4) are inserted between the branches (8a, 8b) of the corresponding staples,

—and after a complete row of tubes (4) have been put into position the staples (8) and the following hoop are assembled by TIG on-site welding of the welding lugs (9a, 9b) to the next hoop.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



