



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
02.11.94 Bulletin 94/44

⑤① Int. Cl.⁵ : **F22B 37/20, F28F 9/00**

②① Numéro de dépôt : **91401914.6**

②② Date de dépôt : **09.07.91**

⑤④ **Dispositif de calage antivibratoire de tubes d'un échangeur de chaleur.**

③⑩ Priorité : **20.07.90 FR 9009331**

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

④③ Date de publication de la demande :
22.01.92 Bulletin 92/04

⑦② Inventeur : **Boula, Gérard**
F-21190 Corpeau (FR)

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
02.11.94 Bulletin 94/44

⑧④ Etats contractants désignés :
BE CH DE ES LI

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

⑤⑥ Documents cités :
EP-A- 0 214 812
CH-A- 494 367

EP 0 467 755 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, tel qu'un générateur de vapeur comportant un faisceau de tubes et un dispositif de calage antivibratoire de tubes du faisceau.

Les générateurs de vapeur, en particulier les générateurs de vapeur des réacteurs nucléaires à eau sous pression, comportent des tubes pliés en U présentant deux branches serties à leurs extrémités dans une plaque tubulaire. Les tubes sont disposés suivant des nappes planes adjacentes. Les parties courbes des tubes du faisceau qui sont juxtaposées à sa partie supérieure présentent des rayons de courbure différents les uns des autres et sont placées de manière adjacente pour constituer une structure de forme sensiblement hémisphérique appelée chignon.

Pendant le fonctionnement du générateur de vapeur, de l'eau sous pression à haute température circule dans les tubes du faisceau et de l'eau alimentaire est amenée au contact de la surface extérieure de ces tubes, le long desquels elle se déplace dans la direction verticale en s'échauffant puis en se vaporisant, pour ressortir sous forme de vapeur à la partie supérieure du générateur.

La circulation du fluide au contact des tubes peut provoquer des vibrations qui sont susceptibles d'entraîner des détériorations de ces tubes s'ils ne sont pas maintenus de manière efficace.

La partie droite des tubes est engagée dans des entretoises situées à des distances régulières les unes des autres suivant la hauteur du faisceau. Ces parties droites sont donc maintenues de manière efficace par des éléments rigides. Les parties courbes des tubes du faisceau constituant le chignon doivent également être maintenues. Pour cela, on a par exemple proposé dans le CH-A-494.367 d'intercaler des bandes de maintien entre les parties cintrées des tubes. La mise en place de ces bandes de maintien présente des difficultés du fait de la densité du réseau de tubes.

On utilise plus généralement des barres entretoises qui sont intercalées chacune entre deux nappes de tubes adjacents du faisceau et disposées suivant des directions sensiblement radiales du chignon. Ces barres entretoises sont généralement reliées deux à deux de manière articulée à l'une de leurs extrémités disposée vers l'intérieur du chignon et placées de manière angulaire pour constituer des structures en forme de V.

Les extrémités extérieures des barres antivibratoires opposées à leurs extrémités articulées sont saillantes par rapport aux tubes constituant la couche externe du chignon et sont reliées entre elles par des moyens de liaison assurant le maintien des barres antivibratoires.

On a proposé divers moyens de liaison des extrémités extérieures des barres antivibratoires utilisant

des éléments de fixation placés sur la surface supérieure du chignon.

On a par exemple proposé de souder les extrémités des barres antivibratoires sur des éléments courbes disposés suivant des plans méridiens du chignon.

On a également proposé de fixer les extrémités des barres antivibratoires, par exemple par soudure, sur des anneaux sensiblement parallèles reposant sur la surface supérieure du chignon. Dans tous les cas, la fixation des barres antivibratoires nécessite des opérations complexes mettant le plus souvent en oeuvre des soudures qui doivent être effectuées au voisinage des tubes du faisceau qui risquent ainsi de subir certaines détériorations. De plus, les matériaux constituant les barres antivibratoires doivent être choisis pour permettre leur soudage et éventuellement leur traitement après soudage, dans de bonnes conditions métallurgiques.

On a proposé, par exemple dans le EP-A-0.214.812, des dispositifs de liaison mécanique permettant de relier les extrémités extérieures des barres antivibratoires à des pièces de fixation telles que des anneaux de retenue reposant sur la surface extérieure du chignon.

Ces dispositifs sont relativement complexes et nécessitent pour leur fixation l'utilisation d'éléments complémentaires lourds et volumineux rapportés sur le chignon. En outre, ces dispositifs ne permettent pas d'assurer un très bon alignement des barres antivibratoires et de régler de manière précise le jeu existant entre deux barres antivibratoires successives entre lesquelles est intercalée une nappe de tubes.

Le but de l'invention est donc de proposer un échangeur de chaleur comportant un faisceau de tubes pliés en U fixés à leurs extrémités dans une plaque tubulaire, disposés suivant des nappes adjacentes et dont les parties cintrées opposées à la plaque tubulaire et juxtaposées constituent un ensemble de forme sensiblement hémisphérique appelé chignon, ledit échangeur étant muni d'un dispositif de calage antivibratoire des tubes du faisceau comprenant un ensemble de barres antivibratoires intercalées chacune entre les parties cintrées de deux nappes adjacentes de tubes du faisceau et disposées dans une direction sensiblement radiale du chignon, de manière à présenter une extrémité à l'extérieur du chignon et un ensemble de moyens de liaison entre les parties d'extrémité extérieure des barres antivibratoires, le dispositif de calage de l'échangeur ayant un faible encombrement, pouvant être placé très rapidement et très facilement, aussi bien dans le cas d'un générateur de vapeur neuf fabriqué en usine que dans le cas d'un générateur de vapeur usagé en cours d'entretien et de réparation et permettant d'assurer un très bon alignement et un réglage précis de l'écartement des barres antivibratoires.

Dans ce but, les extrémités extérieures des barres antivibratoires disposées suivant une pluralité d'ensembles d'au moins deux barres dans lesquels les barres sont alignées comportent des ouvertures traversantes alignées dont l'une est taraudée, un moyen de liaison des extrémités des barres antivibratoires est associé à chacun des ensembles de barres et chacun des moyens de liaison est constitué par une broche ayant une partie filetée à l'une de ses extrémités et une extrémité opposée à la partie filetée constituant une tête de vissage et de dévissage et au moins une entretoise de forme tubulaire dont la longueur correspond sensiblement au diamètre des tubes d'une nappe, la broche étant introduite dans les ouvertures alignées d'un ensemble de barres antivibratoires et dans l'alésage d'au moins une entretoise intercalée entre deux barres antivibratoires, vissée dans l'ouverture taraudée et bloquée par un moyen de blocage en rotation.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple, en se référant aux figures jointes en annexe, un mode de réalisation d'un générateur de vapeur suivant l'invention d'un réacteur nucléaire à eau sous pression.

La figure 1 est une vue en élévation et en coupe partielle d'un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression comportant des barres antivibratoires de maintien des tubes du faisceau.

La figure 2 est une vue en coupe d'un dispositif de calage suivant l'invention, dans sa partie située au-dessus du chignon du générateur de vapeur.

La figure 3 est une vue suivant 3 de la figure 2.

La figure 4 est une vue analogue à la vue de la figure 3 relative à une première variante de réalisation d'un dispositif de calage suivant l'invention.

La figure 5 est une vue analogue à la vue de la figure 3 relative à une seconde variante de réalisation d'un dispositif de calage suivant l'invention.

Sur la figure 1, on voit un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression désigné de manière générale par le repère 1 et comportant une enveloppe externe 2 reliée, à sa partie inférieure, à une plaque tubulaire 3 de forte épaisseur.

L'enveloppe 2 renferme le faisceau de tubes du générateur de vapeur constitué par des tubes 5 pliés en U et comportant à leur partie supérieure, des cintres semi-circulaires constituant le chignon du générateur de vapeur.

Les parties droites 5a des tubes du faisceau sont serties à leurs extrémités dans la plaque tubulaire 3, de manière à déboucher dans une boîte à eau 7 en deux parties séparées par une cloison 8.

L'eau sous pression du réacteur nucléaire pénètre dans une des parties de la boîte à eau 7 par une tubulure d'entrée 6a, circule dans les tubes du faisceau puis ressort par une tubulure de sortie 6b.

Le faisceau de tubes 5 est entouré par une enveloppe de faisceau 9 permettant de canaliser l'eau

d'alimentation pénétrant dans l'enveloppe du générateur de vapeur par une tubulure d'arrivée 11. L'eau d'alimentation du générateur de vapeur circule d'abord de haut en bas dans l'espace annulaire situé autour de l'enveloppe de faisceau 9, puis de bas en haut au contact des tubes 5 du faisceau de manière à s'échauffer puis à se vaporiser et à ressortir sous la forme de vapeur par la tubulure supérieure 12 du générateur de vapeur.

La partie supérieure du faisceau de tubes appelée chignon est constituée par la juxtaposition de cintres de forme semi-circulaire disposés suivant des nappes successives dans lesquelles les rayons des cintres sont décroissants de l'extérieur vers l'intérieur du faisceau.

De plus, les différentes nappes successives de tubes du faisceau parallèles à la couche centrale représentée sur la figure 1 comportent des cintres extérieurs de diamètres décroissants, si bien que la partie supérieure du faisceau ou chignon constitue un ensemble de forme sensiblement hémisphérique.

La partie rectiligne 5a des tubes 5 est maintenue par des plaques entretoises 10 qui empêchent la mise en vibration des tubes lorsque le générateur de vapeur est en service, sous l'effet de la circulation des fluides d'échange.

Les parties cintrées des tubes situées à l'extrémité supérieure du faisceau sont maintenues par des barres antivibratoires 15 constituées sous la forme de compas articulés à leur extrémité intérieure 15a et introduites entre les couches de tubes successives, au niveau des cintres.

Les extrémités extérieures 15b des branches des barres antivibratoires sont saillantes par rapport à la surface supérieure du chignon et permettent de réaliser la fixation des barres antivibratoires.

Par la suite, on désignera par barres antivibratoires une branche quelconque d'un ensemble 15 en forme de compas.

Sur la figure 2, on a représenté un tronçon de la partie cintrée de deux tubes 16a et 16b du faisceau du générateur de vapeur disposés dans deux nappes adjacentes et placés à la partie externe de ces nappes. Les tubes externes tels que 16a et 16b des nappes successives du faisceau du générateur de vapeur définissent la surface extérieure du chignon de forme hémisphérique.

On a également représenté sur la figure 2 ainsi que sur la figure 3, un élément 17 d'un dispositif de calage antivibratoire suivant l'invention disposé dans le chignon du générateur de vapeur.

L'élément 17 du dispositif de calage comporte une première barre antivibratoire 18a intercalée entre la nappe de tubes dans laquelle est placée le tube 16a et une nappe de tubes adjacente, une seconde barre antivibratoire 18b intercalée entre la nappe de tubes dans laquelle est placé le tube 16a et la nappe de tubes adjacente dans laquelle est placé le tube

16b, une broche de liaison 20 et une entretoise 21.

Les barres antivibratoires 18a et 18b sont placées dans des positions alignées suivant un axe 22 perpendiculaire à l'axe des tubes 16a et 16b.

Selon l'invention, les parties d'extrémité des barres antivibratoires 18a et 18b restant saillantes à l'extérieur du chignon, c'est-à-dire par rapport aux tubes 16a et 16b, après leur mise en place dans le chignon, sont traversées par des ouvertures cylindriques 23 et 24 ayant pour axe l'axe d'alignement 22 des deux barres antivibratoires 18a et 18b.

L'ouverture 23 est une ouverture cylindrique lisse alors que l'ouverture 24 est taraudée, de manière à permettre le vissage d'une partie filetée 20a de la broche 20.

L'extrémité de la broche 20 opposée à son extrémité filetée 20a constitue une tête 20b dont la section peut être par exemple de forme hexagonale. La tête 20b permet d'effectuer le vissage et le dévissage de la broche 20, en utilisant un outil approprié.

L'entretoise 21 présente une forme tubulaire, l'alésage de cette entretoise ayant un diamètre sensiblement égal au diamètre des ouvertures 23 et 24.

Une plaquette 25 découpée dans une tôle ou un feuillard d'acier est fixée par une ligne de soudure périphérique 26 sur la surface extérieure de l'entretoise 21. Le soudage de la plaquette 25 sur l'entretoise 21 peut être réalisé par la méthode TIG.

La longueur dans la direction axiale de l'entretoise 21 est égale au diamètre moyen des tubes constituant la nappe dans laquelle est placé le tube 16a.

Pour réaliser la mise en place et l'assemblage de l'élément 17 du dispositif de calage antivibratoire suivant l'invention, on réalise, dans un premier temps, comme dans la technique antérieure, la mise en place des barres antivibratoires 18a et 18b dans le chignon du générateur de vapeur. Les extrémités des barres antivibratoires 18a et 18b comportant les ouvertures 23 et 24 restent saillantes à l'extérieur du chignon du générateur de vapeur, après la mise en place des barres antivibratoires.

Les barres antivibratoires 18a et 18b et en particulier leurs parties d'extrémité saillantes sont placées dans l'alignement l'une de l'autre, suivant la direction 22 perpendiculaire à l'axe des tubes 16a et 16b.

Les ouvertures 23 et 24 sont alors alignées, de manière que l'axe 22 constitue leur axe commun. L'entretoise 21 est intercalée entre les barres antivibratoires 18a et 18b, l'alésage de cette entretoise tubulaire étant placé dans l'alignement des ouvertures 23 et 24.

La plaquette d'arrêt 25, pliée à 90°, présente une partie rabattue 25a traversée par une ouverture 25b qui est placée dans l'alignement de l'ouverture 23.

La broche 20 est introduite dans les ouvertures 25b et 23 et dans l'alésage de l'entretoise 21 puis vissée à l'intérieur de l'ouverture taraudée 24 de l'entre-

toise 18b, en utilisant un outil de serrage.

La broche 20 assure la liaison entre les parties d'extrémité des barres antivibratoires 18a et 18b et le serrage de ces barres antivibratoires sur les surfaces d'extrémité de l'entretoise 21 dont la longueur correspond au diamètre moyen des tubes de la nappe comportant le tube 16a. L'écartement des barres antivibratoires 18a et 18b est ainsi fixé à une valeur permettant d'optimiser les conditions du calage antivibratoire des tubes de la nappe comportant le tube 16a.

Après serrage de la broche 20, on peut assurer son blocage antirotation en rabattant l'extrémité de la partie 25a de la plaquette 25 au-dessus de la tête 20b de la broche, comme indiqué par la flèche 27. De cette manière, la broche 20 n'est pas susceptible de se desserrer et les éléments de liaison des barres antivibratoires 18a et 18b ne sont pas susceptibles de se détacher, sous l'effet des vibrations, dans le générateur de vapeur en service.

Il est bien évident que les extrémités des différentes barres antivibratoires introduites dans le chignon du générateur de vapeur peuvent être reliées deux à deux par des dispositifs tels que le dispositif 17 représenté sur les figures 2 et 3.

L'ensemble du dispositif de calage antivibratoire des tubes du faisceau disposés dans le chignon est ainsi parfaitement maintenu en place et assure un calage efficace des différentes nappes de tubes dans leur partie cintrée.

Sur la figure 4, on voit un ensemble de barres antivibratoires 28a, 28b, 28c, 28d et 28e alignées suivant une direction 32 perpendiculaire aux axes des tubes 29a, 29b, 29c et 29d constituant des nappes successives de tubes intercalées entre les barres antivibratoires.

Les barres antivibratoires alignées 28a à 28e comportent une partie saillante par rapport aux tubes 29a, 29b, ..., situés le plus à l'extérieur dans les nappes de tubes successives.

Dans ces parties saillantes, les barres antivibratoires 28a, ..., 28e sont traversées par des ouvertures ayant pour axe commun l'axe 32.

Les ouvertures alignées traversant les barres antivibratoires sont constituées par des trous lisses, à l'exception de l'ouverture traversant la dernière barre antivibratoire de la rangée (la barre 28e sur la figure 4) qui est constituée par un trou taraudé.

Après leur mise en place dans le chignon du générateur de vapeur, les barres antivibratoires 28a, ..., 28e sont reliées entre elles par leur partie d'extrémité saillante, grâce à une broche 30 introduite à l'intérieur des ouvertures alignées des barres antivibratoires et à l'intérieur des alésages des entretoises 31a, 31b, 31c et 31d disposées entre les barres antivibratoires successives 28a, ..., 28e.

La broche 30 comporte une extrémité filetée qui est vissée à l'intérieur du trou taraudé de la barre an-

tivibrateur 28e, de manière à assurer la liaison entre les barres antivibratoires et le serrage de ces barres antivibratoires contre les entretoises. La broche 30 comporte une tête 30b permettant d'assurer le vissage ou, éventuellement, le dévissage de la broche 30.

Les entretoises 31a, 31b, 31c et 31d présentent une longueur dans la direction axiale 32 égale au diamètre moyen des tubes, respectivement 29a, 29b, 29c, 29d constituant les nappes de tubes successives maintenues par les entretoises 28a, ..., 28e.

De cette manière, on réalise en une seule opération, un alignement parfait d'une rangée de barres antivibratoires et une mise en place de ces barres antivibratoires de part et d'autre des nappes de tubes, avec un écartement assurant un calage optimisé des tubes.

Le blocage en rotation de la broche 30 peut être réalisé d'une manière identique au blocage de la broche 20 représentée sur la figure 2. L'entretoise 31a située le plus près de la tête 30b de la broche 30 comporte une plaquette d'arrêt soudée sur sa surface externe, cette plaquette étant repliée après serrage de la broche sur la tête 30b.

Sur la figure 5, on a représenté une seconde variante de réalisation d'éléments d'un dispositif de calage suivant l'invention.

Les extrémités des barres antivibratoires 33a, 33b et 33c saillantes par rapport aux tubes 34a et 34b situés à l'extérieur de nappes de tubes successives sont dans des positions décalées, du fait de la disposition relative des tubes 34a et 34b des deux nappes successives.

Le tube externe 34a de la première nappe présente un rayon de courbure au niveau de son cintre inférieur au rayon de courbure de la partie cintrée du tube 34b, ces différences de rayon de courbure résultant de la géométrie du chignon du générateur de vapeur.

Il en résulte que la partie saillante de la barre antivibratoire 33a se trouve en retrait par rapport aux parties saillantes des barres antivibratoires 33b et 33c.

Dans ce cas, les parties d'extrémité extérieures des barres antivibratoires 33a, 33b et 33c peuvent être reliées par des dispositifs de liaison 35a et 35b analogues aux dispositifs 17 représentés sur les figures 2 et 3.

La barre antivibratoire 33a est traversée par une ouverture lisse et la barre 33b par une ouverture taraudée, ces ouvertures ayant un axe commun 36a. Le dispositif 35a comportant une broche 38 et une entretoise 37 permet de réaliser la liaison entre les parties d'extrémité des barres 33a et 33b alignées suivant la direction de l'axe 36a.

La barre 33b est également traversée par une ouverture lisse, dans sa partie située vers l'extérieur, par rapport à l'ouverture taraudée alignée suivant l'axe 36a.

La barre 33c est percée d'une ouverture taraudée ayant l'axe 36b comme axe commun avec l'ouverture lisse traversant la barre 33b. Le dispositif 35b comportant une broche et une entretoise permet d'assurer la liaison entre les barres 33b et 33c.

Dans le générateur de vapeur suivant l'invention on réalise la liaison entre les barres antivibratoires intercalées entre les nappes de tubes à l'intérieur du chignon du générateur de vapeur, sans nécessiter de soudure. On peut donc utiliser tout matériau adéquat pour constituer les barres antivibratoires qui ne sont pas affectées par les opérations de soudage.

Il est possible de régler de manière très précise l'espacement entre les barres antivibratoires placées de part et d'autre d'une nappe de tubes, cet espacement étant fixé à une valeur correspondant au diamètre moyen des tubes dans la nappe considérée. En effet, ce diamètre moyen des tubes dans une nappe du faisceau d'un générateur de vapeur est susceptible de varier, si bien que l'utilisation d'entretoises de longueur variable permet d'optimiser l'écartement des barres antivibratoires. En outre, le dispositif suivant l'invention permet d'assurer un très bon alignement des barres antivibratoires disposées suivant une rangée, grâce à l'utilisation d'un élément de liaison constitué par une broche introduite dans des ouvertures alignées des barres antivibratoires.

Le dispositif suivant l'invention comporte des éléments de liaison entre les barres antivibratoires dont le volume est relativement faible.

Enfin, le dispositif suivant l'invention permet de réaliser le calage des tubes avec un écartement entre les barres antivibratoires maintenu à une valeur fixe.

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation qui ont été décrits.

C'est ainsi qu'en fonction de la disposition des barres antivibratoires et de leur nombre, on peut envisager l'utilisation de broches de grande longueur assurant la liaison entre les parties d'extrémité d'un grand nombre de barres antivibratoires.

On peut utiliser un moyen de blocage et de retenue de la broche différent d'une plaquette d'arrêt soudée sur l'entretoise située au voisinage de la tête de vissage et de dévissage de cette broche.

Enfin, le dispositif de calage antivibratoire de l'échangeur de chaleur suivant l'invention peut être utilisé dans le cas de tout échangeur de chaleur comportant des tubes cintrés disposés suivant des nappes parallèles entre elles.

Revendications

1. Echangeur de chaleur comportant un faisceau de tubes pliés en U, fixés à leurs extrémités dans une plaque tubulaire, disposés suivant des nappes parallèles et dont les parties cintrées opposées à la plaque tubulaire et juxtaposées consti-

- tuent un ensemble de forme sensiblement hémisphérique appelé chignon, ledit échangeur étant muni d'un dispositif de calage antivibratoire des tubes du faisceau comportant un ensemble de barres antivibratoires (18a, 18b, 28a, ..., 28e, 33a, 33b, 33c) intercalées chacune entre les parties cintrées de deux nappes adjacentes de tubes (16a, 16b, 29a, ..., 29d, 34a, 34b) du faisceau et disposées dans une direction sensiblement radiale du chignon, de manière à présenter une extrémité à l'extérieur du chignon et un ensemble de moyens de liaison entre les parties d'extrémité extérieures des barres antivibratoires, caractérisé par le fait que les extrémités extérieures des barres antivibratoires (18a, 18b, 29a, ..., 29d, 33a, 33b, 33c) disposées suivant une pluralité d'ensembles d'au moins deux barres dans lesquels les barres sont alignées comportent des ouvertures traversantes alignées (23, 24) dont l'une est taraudée, qu'un moyen de liaison des extrémités des barres antivibratoires est associé à chacun des ensembles de barres et que chacun des moyens de liaison est constitué par une broche (20, 30) ayant une partie filetée (20a) à l'une de ses extrémités et une extrémité opposée à la partie filetée (20a) constituant une tête de vissage et de dévissage (20b) et au moins une entretoise (21, 31a, ..., 31d, 37) de forme tubulaire dont la longueur correspond sensiblement au diamètre moyen des tubes (16a, 29a, ..., 29d, 34a) d'une nappe de tubes, la broche (20, 30, 38) étant introduite dans les ouvertures alignées d'un ensemble de barres antivibratoires et dans l'alésage d'au moins une entretoise intercalée entre deux barres antivibratoires, vissée dans l'ouverture taraudée et bloquée par un moyen de blocage antirotation (25).
2. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen de blocage antirotation de la broche (20) est constitué par une plaquette en tôle métallique (25) soudée sur la surface externe d'une entretoise (21) située au voisinage de la tête (25b) de vissage et de dévissage de la broche (20) comportant une partie (25a) traversée par une ouverture (25b) dans laquelle est engagée la broche (20), susceptible d'être rabattue sur la tête de vissage et de dévissage (20b) de la broche (20).
 3. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que l'un au moins des moyens de liaison comporte au moins deux entretoises (31a, ..., 31d) intercalées chacune entre deux barres antivibratoires successives (28a, ..., 28e), les entretoises (31a, ..., 31d) ayant des longueurs différentes correspondant au diamètre moyen des tubes

dans les nappes de tubes (29a, ..., 29d) entre lesquelles sont intercalées les barres antivibratoires (28a, ..., 28e).

4. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans le cas où les barres antivibratoires (33a, 33b, 33c) présentent des extrémités extérieures décalées dans la direction radiale du chignon, caractérisé par le fait que les moyens de liaison (35a, 35b) sont disposés sur les barres antivibratoires (33a, 33b, 33c) correspondantes, dans des positions décalées dans la direction radiale du chignon.
5. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, dans le cas où l'un au moins des ensembles de barres antivibratoires comporte une pluralité de barres (28a, 28b, 28c, 28d, 28e) alignées suivant une direction (32) caractérisé par le fait que les barres antivibratoires (28a, ..., 28e) constituant l'ensemble sont traversées par des ouvertures lisses alignées ayant pour axe commun l'axe (32), à l'exception de l'une des barres antivibratoires (28e) disposée à l'extrémité de l'ensemble de barres (28a, ..., 28e) alignées qui est traversé par une ouverture taraudée.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit einem Bündel aus U-förmig umgebogenen Rohren, die mit ihren Enden in einem Rohrboden befestigt und in parallelen Lamellen angeordnet sind und deren dem Rohrboden gegenüberliegende und nebeneinanderliegende gekrümmte Bereiche eine im wesentlichen halbkugelige Einheit bilden, die als Haarknoten bezeichnet wird, welcher Wärmetauscher eine Vorrichtung zum schwingungsneutralisierenden Festsetzen der Rohre des Bündels aufweist, mit einer Anordnung aus schwingungsneutralisierenden Stegen (18a, 18b, 28a, ..., 28e, 33a, 33b, 33c), die jeweils zwischen den bogenförmigen Abschnitten von zwei benachbarten Lamellen aus Rohren (16a, 16b, 29a, ..., 29d, 34a, 34b) des Bündels eingefügt und im wesentlichen in Radialrichtung des Haarknotens angeordnet sind, derart, daß sie ein Ende außerhalb des Haarknotens aufweisen, und mit einer Anordnung von Verbindungsmitteln zwischen den äußeren Enden der schwingungsneutralisierenden Stege, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Enden der schwingungsneutralisierenden Stege, die in mehreren Gruppen aus wenigstens zwei Stegen (18a, 18b, 28a, ..., 28e, 33a, 33b, 33c) angeordnet sind, innerhalb derer die Stege ausgerichtet sind, fluchtende durchgehende Öffnungen (23, 24) aufweisen, von denen eine mit

- Gewinde versehen ist, jeder der Gruppen der Stege ein Mittel zur Verbindung der Enden der schwingungsneutralisierenden Stege zugeordnet ist, und jedes Verbindungsmittel gebildet wird durch einen Bolzen (20, 30) mit einem Gewindeabschnitt (20a) an seinem einen Ende und einem dem Gewindeabschnitt entgegengesetzten Ende, das einen Kopf (20b) zum Fest- und Losschrauben bildet, und durch wenigstens ein rohrförmiges Distanzstück (21, 31a, ..., 31d, 37), dessen Länge im wesentlichen dem Durchmesser der Rohre (16a, 29a, ..., 29d, 34a) einer Rohr-Lamelle entspricht, wobei der Bolzen (20, 30, 38) in die fluchtenden Öffnungen einer Gruppe der schwingungsneutralisierenden Stege und in die Bohrung wenigstens eines zwischen zwei schwingungsneutralisierenden Stegen eingefügten Distanzstücks eingesteckt, in die Gewindeöffnung eingeschraubt und durch eine Verdrehsicherung (25) blockiert ist.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdrehsicherung für den Bolzen (20) durch eine Platte (25) aus Metallblech gebildet wird, die an die äußere Oberfläche eines Distanzstückes (21) angeschweißt ist, das sich in der Nähe des Schraubkopfes (20b) des Bolzens (20) befindet, welche Platte einen Abschnitt (25a) aufweist, der von einer Öffnung (25b) durchsetzt ist, in welche der Bolzen (20) eingreift, welcher Abschnitt sich auf den Schraubkopf (20b) des Bolzens (20) zurückbiegen läßt.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Verbindungsmittel wenigstens zwei Distanzstücke (31a, ..., 31d) aufweist, die jeweils zwischen zwei aufeinanderfolgenden schwingungsneutralisierenden Stegen (28a, ..., 28e) eingefügt sind, wobei die Distanzstücke (31a, ..., 31d) unterschiedliche Längen entsprechend dem mittleren Durchmesser der Rohre in der Lamelle von Rohren (29a, ..., 29d) aufweist, zwischen denen die schwingungsneutralisierenden Stege (28a, ..., 28e) eingefügt sind.
4. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die schwingungsneutralisierenden Stege (33a, 33b, 33c) äußere Enden besitzen, die in Radialrichtung des Haarknotens versetzt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsmittel (35a, 35b) an den entsprechenden schwingungsneutralisierenden Stegen (33a, 33b, 33c) in in Radialrichtung des Haarknotens versetzten Positionen angeordnet sind.
5. Wärmetauscher nach Anspruch 1, bei dem wenigstens eine der Gruppen der schwingungsneutralisierenden Stege mehrere in einer Richtung (32) ausgerichtete Stege (28a, 28b, 28c, 28d, 28e) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsneutralisierenden Stege (28a, ..., 28e), die die Gruppe bilden, von auf die Achse (32) als gemeinsame Achse ausgerichteten glatten Öffnungen durchsetzt sind, mit Ausnahme eines der schwingungsneutralisierenden Stege (28e), der am Ende der Gruppe der miteinander ausgerichteten Stege (28a, ..., 28e) angeordnet ist und der von einer Gewindeöffnung durchsetzt ist.

Claims

1. Heat exchanger comprising a bundle of tubes which are bent in the form of a U, fixed at their ends in a tube plate and arranged in parallel layers and the bent parts of which, opposite the tube plate and juxtaposed, form an assembly of substantially hemispherical shape, referred to as a bun, said exchanger being equipped with a device for the anti-vibratory wedging of the tubes of the bundle, comprising a set of anti-vibration bars (18a,18b,28a to 28e, 33a,33b,33c) each interposed between the bent parts of two adjacent layers of tubes (16a,16b, 29a to 29d, 34a,34b) of the bundle and arranged in a substantially radial direction of the bun, so as to have one end on the outside of the bun, and a set of connecting means between the outer end parts of the anti-vibration bars, characterised in that the outer ends of the anti-vibration bars (18a,18b, 29a to 29d, 33a,33b,33c) arranged as a plurality of sets of at least two bars, in which the bars are aligned, have aligned through-openings (23,24), one of which is internally threaded, in that a means for connecting the ends of the anti-vibration bars is associated with each of the sets of bars, and in that each of the connecting means consists of a spindle (20,30) having a threaded part (20a) at one of its ends and an end which is opposite the threaded part (20a) and which forms a screwing and unscrewing head (20b), and at least one spacer (21, 31a to 31d, 37) of tubular form, the length of which corresponds substantially to the mean diameter of the tubes (16a, 29a to 29d, 34a) of a layer of tubes, the spindle (20,30,38) being introduced into the aligned openings of a set of anti-vibration bars and into the bore of at least one spacer interposed between two anti-vibration bars, being screwed into the internally threaded opening and being blocked by means (25) for securing against rotation.

2. Heat exchanger according to claim 1, character-

ised in that the means for securing the spindle (20) against rotation consist of a sheet-metal tab (25) welded to the outer surface of a spacer (21) located in the vicinity of the screwing and unscrewing head (20b) of the spindle (20) and having a part (25a) traversed by an opening (25b) in which the spindle (20) engages, and which is capable of being folded down onto the screwing and unscrewing head (20b) of the spindle (20).

5

10

3. Heat exchanger according to either one of claims 1 and 2, characterised in that at least one of the connecting means comprises at least two spacers (31a to 31d), each interposed between two successive anti-vibration bars (28a to 28e), the spacers (31a to 31d) having different lengths corresponding to the mean diameter of the tubes in the layers of tubes (29a to 29d) between which the anti-vibration bars (28a to 28e) are interposed.

15

20

4. Heat exchanger according to either one of claims 1 or 2, wherein the anti-vibration bars (33a, 33b, 33c) have outer ends offset in the radial direction of the bun, characterised in that the connecting means (35a, 35b) are arranged on the corresponding anti-vibration bars (33a, 33b, 33c) in positions offset in the radial direction of the bun.

25

5. Heat exchanger according to claim 1, wherein at least one of the sets of anti-vibration bars comprises a plurality of bars (28a, 28b, 28c, 28d, 28e) aligned in one direction (32), characterised in that the anti-vibration bars (28a to 28e) which make up the set are traversed by aligned smooth openings which share the axis (32) as their common axis, with the exception of one of the anti-vibration bars (28e) which is arranged at the end of the set of aligned bars (28a to 28e) and which is traversed by an internally threaded opening.

30

35

40

45

50

55

FRANITONE

90/283

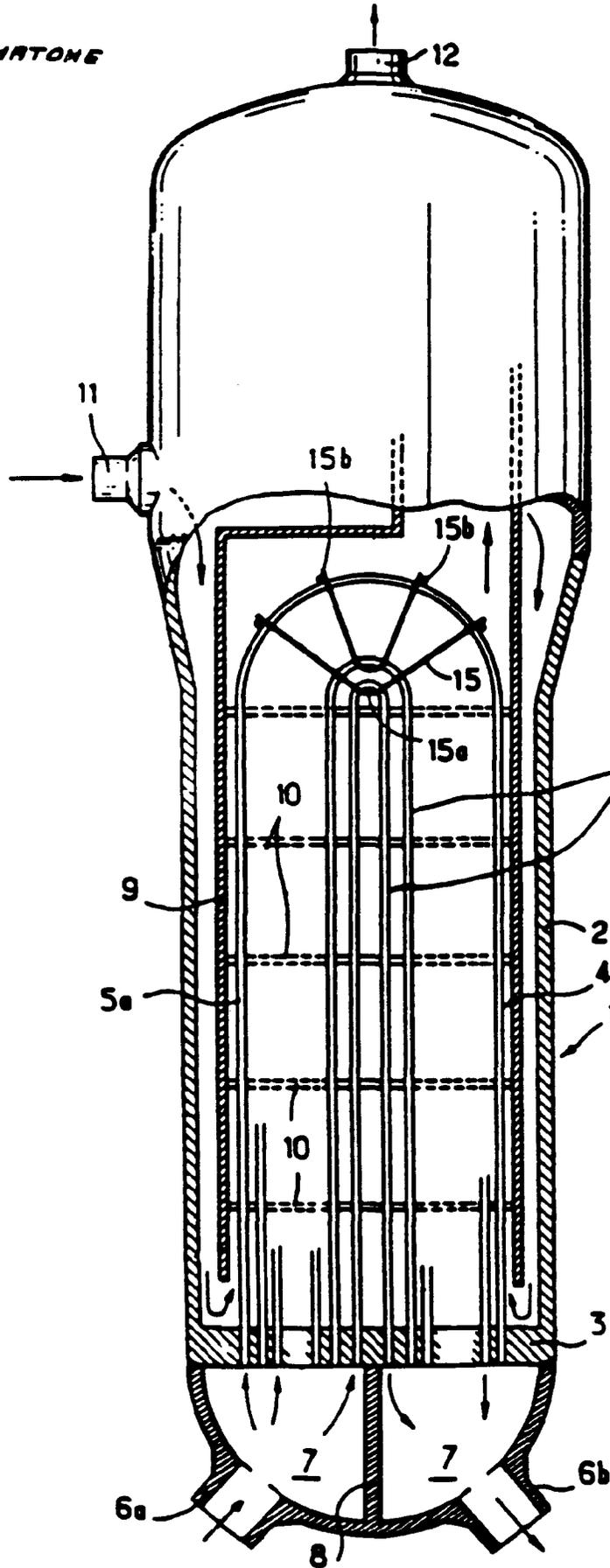


FIG. 1

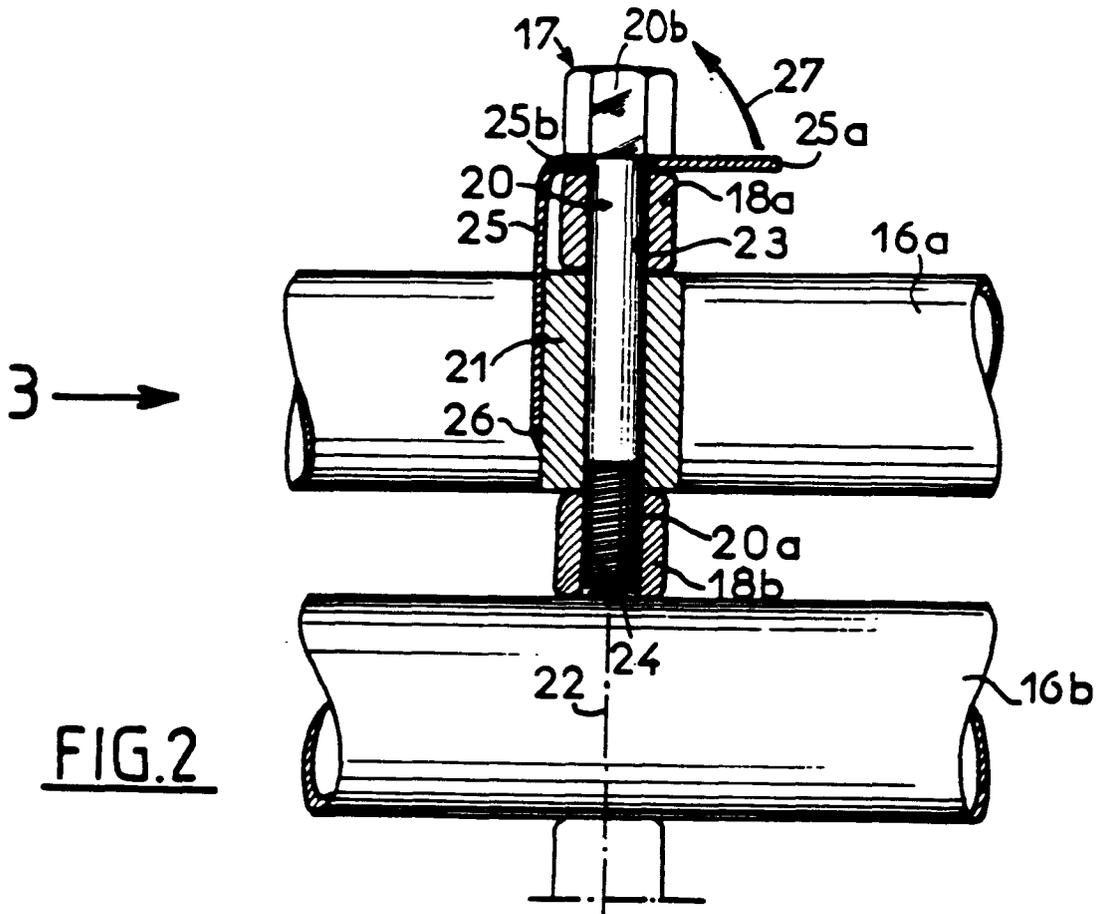


FIG. 2

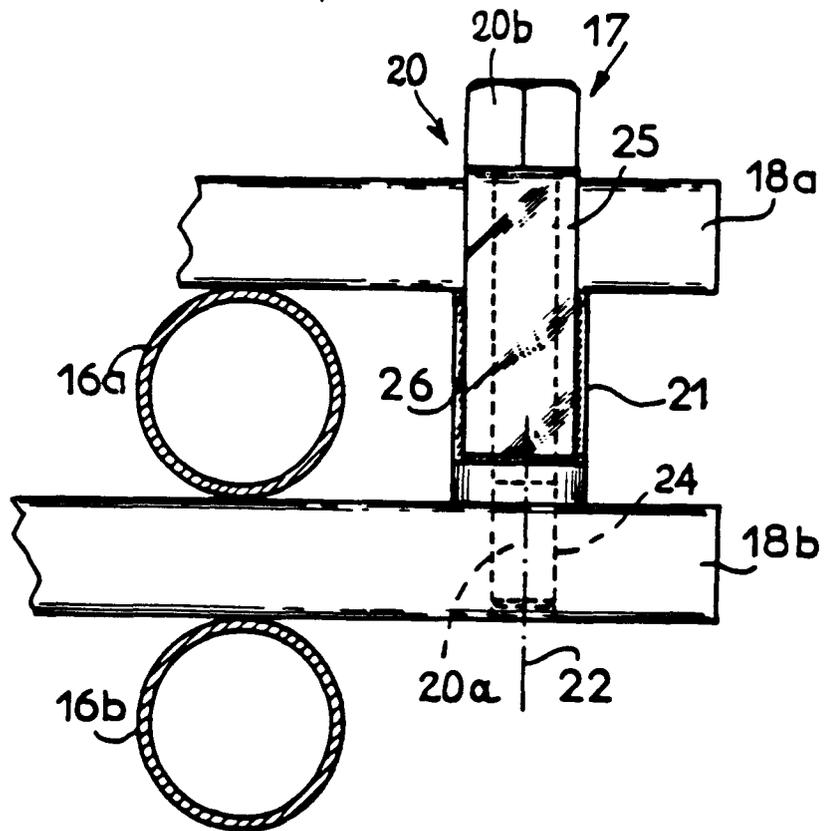


FIG. 3

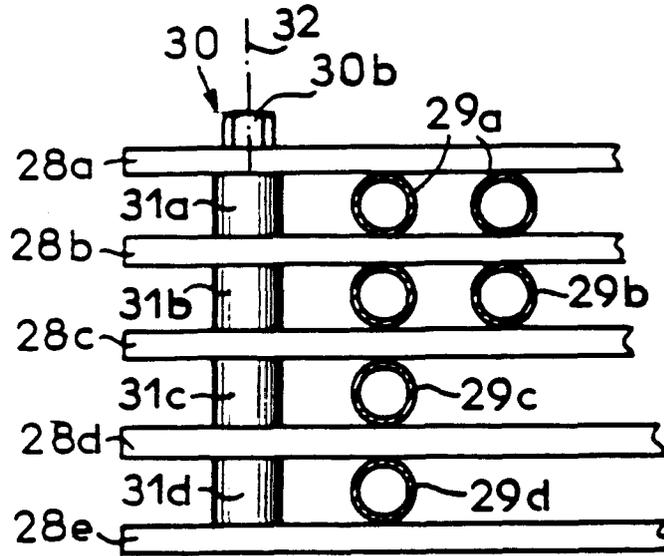


FIG. 4

