

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 544 579 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.08.1996 Bulletin 1996/34

(51) Int Cl.⁶: **F22B 37/20, F28F 9/00**

(21) Numéro de dépôt: **92403155.2**

(22) Date de dépôt: **24.11.1992**

(54) **Echangeur de chaleur, à tubes en U équipés d'un dispositif de supportage anti-envol**

Wärmetauscher mit U-Rohren und Anti-Auftriebshalterung

U-tube heat exchanger with anti-blow-out supporting device

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

(30) Priorité: **27.11.1991 FR 9114655**

(43) Date de publication de la demande:
02.06.1993 Bulletin 1993/22

(73) Titulaire: **FRAMATOME**
92084 Paris-la-Défense (FR)

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

• **Roinjard, Jean-Pierre**
F-71150 Chagny (FR)
• **Valadon, Christian**
F-75018 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard et al**
Société BREVATOME
25, rue de Ponthieu
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 268 147 **US-A- 2 853 278**
US-A- 3 212 567 **US-A- 4 895 204**

EP 0 544 579 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 comprenant un faisceau de tubes en U dont la partie intermédiaire incurvée est maintenue par un dispositif de supportage anti-envol d'un type nouveau.

L'invention s'applique notamment aux générateurs de vapeur qui sont utilisés dans les centrales nucléaires pour assurer le transfert de chaleur entre le circuit primaire et le circuit secondaire du réacteur à eau pressurisée.

Dans ces générateurs de vapeur, après qu'elle ait été réchauffée dans le cœur du réacteur, l'eau du circuit primaire (appelée par la suite "eau primaire") circule dans un faisceau de tubes en U inversé, pour transférer la chaleur qu'elle véhicule à l'eau du circuit secondaire (appelée par la suite "eau secondaire"), afin de la transformer en vapeur.

De façon plus précise, les tubes en U inversé du faisceau sont disposés en nappes parallèles et leurs branches rectilignes traversent des plaques entretoises horizontales qui en assurent le positionnement relatif sur la majeure partie de la hauteur du faisceau.

Dans la partie supérieure du faisceau, c'est-à-dire dans la partie intermédiaire incurvée des tubes, le maintien du positionnement relatif entre les tubes est assuré par des barres antivibratoires. Plus précisément, au moins une barre en forme de V plus ou moins ouvert est habituellement placée entre chaque paire de nappes de tubes adjacentes, pour empêcher l'entrée en vibration des tubes dans cette partie supérieure du faisceau, qui pourrait découler de la circulation de l'eau à l'intérieur et à l'extérieur des tubes. Toutes les barres antivibratoires sont reliées entre elles, au-delà du faisceau de tubes, par des épingles de liaison soudées aux extrémités des barres.

Comme l'illustre notamment le document US-A-3 007 679, dans un dispositif de supportage de la partie supérieure du faisceau de tubes ainsi conçu, l'envol de l'ensemble formé par les épingles de liaison et par les barres antivibratoires est habituellement empêché par des étriers anti-envol qui sont fixés sur les épingles de liaison et encerclent quelques uns des tubes situés à l'extérieur du faisceau.

Dans une structure de ce type, les étriers anti-envol ont pour inconvénient de solidariser entre eux plusieurs tubes du faisceau, ce qui crée des contraintes en cas de dilatations différentielles entre ces tubes, notamment si l'un ou plusieurs d'entre eux se trouvent obturés au cours de la vie du générateur de vapeur.

On connaît aussi du document US-A-3 212 567 un générateur de vapeur dans lequel les barres antivibratoires sont des barres rectilignes dont une extrémité est percée d'un trou par lequel les barres sont montées sur une tige fixée à la plaque entretoise la plus proche des parties incurvées des tubes. La tige est montée sur la plaque entretoise par des chapes soudées sur celle-ci. L'écartement entre les barres antivibratoires est assuré

en plaçant entre elles, sur la tige, des manchons. A leur extrémité opposée, les barres antivibratoires sont soudées sur un arceau, dont les extrémités sont à leur tour soudées sur des supports liés à l'enveloppe du générateur de vapeur. Pour permettre le montage du faisceau de tubes, la soudure des extrémités de l'arceau sur les supports n'est faite qu'après ce montage.

L'invention a précisément pour objet un échangeur de chaleur dans lequel le maintien des tubes du faisceau dans la partie haute de ce dernier est assuré de façon classique par des barres antivibratoires reliées entre elles par des épingles de liaison, mais dans lequel les étriers anti-envol utilisés traditionnellement sont supprimés et remplacés par des moyens anti-envol de nature différente, qui ne présentent pas les inconvénients des étriers anti-envol et peuvent être facilement assemblés lors de la fabrication de l'échangeur.

Conformément à l'invention, ce résultat est obtenu au moyen d'un échangeur de chaleur comprenant un faisceau de tubes en U disposés en nappes, chaque tube comportant deux parties rectilignes et une partie intermédiaire incurvée, des plaques entretoises que traversent les parties rectilignes des tubes, au moins une barre antivibratoire disposée entre chaque paire de nappes de tubes adjacentes, dans leur partie intermédiaire incurvée, des épingles de liaison des barres antivibratoires, et des moyens anti-envol de l'ensemble formé par les barres antivibratoires et les épingles de liaison, dans lequel les moyens anti-envol comprennent une structure allongée fixée à la plaque entretoise la plus proche des parties intermédiaires incurvées des tubes, à l'intérieur de ces parties incurvées, perpendiculairement auxdites nappes, caractérisé par le fait que la structure allongée comporte, entre chaque paire de nappes de tubes adjacentes, au moins une encoche qui débouche par une fente d'accès sur un bord de cette structure tourné vers les parties incurvées des tubes, une barre antivibratoire étant reçue dans chaque encoche.

Grâce à la fixation des barres antivibratoires dans des encoches ouvertes formées sur une structure allongée portée par la plaque entretoise la plus proche des parties incurvées des tubes, l'envol de l'ensemble formé par les barres antivibratoires et les épingles de liaison est empêché sans qu'il soit nécessaire de prévoir des étriers anti-envol comme dans la technique antérieure. Par conséquent, tout risque d'engendrer des contraintes entre les tubes en cas de dilatations différentielles est supprimé. Par ailleurs, l'agencement proposé conformément à l'invention permet de faire supporter par les barres antivibratoires la totalité des tubes de chaque nappe, c'est-à-dire du plus petit rayon de cintrage jusqu'au plus grand, ce qui n'était pas toujours le cas dans la technique antérieure.

Dans le cas où au moins deux barres antivibratoires sont disposées entre chaque paire de nappes de tubes adjacentes, les encoches formées dans la structure allongée comprennent des groupes d'encoches recevant

toutes les barres antivibratoires placées entre deux nappes adjacentes, ces groupes d'encoches étant régulièrement répartis toutes les n nappes (n étant un entier au moins égal à 2 et, par exemple, égal à 8), et des encoches unitaires recevant chacune la barre antivibratoire la plus proche de la structure allongée, pour les nappes restantes.

Dans le cas où les encoches comprennent des groupes d'encoches, toutes les encoches d'un même groupe débouchent sur ce bord par une fente d'accès commune.

Pour permettre un montage aisé de l'échangeur de chaleur, par exemple conformément au procédé décrit dans le document FR-A-2 603 364, les fentes d'accès sont décalées radialement vers l'extérieur du faisceau de tubes, par rapport aux encoches débouchant dans ces fentes.

De préférence, la structure allongée comprend un rail d'accrochage rectiligne, fixé à la plaque entretoise la plus proche des parties incurvées des tubes, perpendiculairement à cette plaque. Selon la nature des matériaux qui constituent le rail d'accrochage et la plaque entretoise, le rail d'accrochage peut être soudé directement sur cette plaque ou soudé sur au moins une semelle fixée à la plaque entretoise par des moyens de fixation tels que des vis.

On décrira à présent, à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation préféré de l'invention, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de côté, illustrant schématiquement, en coupe verticale partielle, un générateur de vapeur réalisé conformément à l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe selon un plan vertical perpendiculaire au plan de la figure 1, illustrant la partie haute du faisceau de tubes ;
- la figure 3 représente à plus grande échelle la partie supérieure du faisceau de tubes, en coupe selon le plan de la figure 1 ;
- la figure 4 est une vue en perspective illustrant plus précisément le montage des barres antivibratoires sur une structure allongée fixée à la plaque entretoise supérieure, conformément à l'invention ; et
- la figure 5 est une vue en coupe selon le même plan vertical que la figure 2, illustrant à plus grande échelle l'accrochage des barres antivibratoires sur la structure allongée qui est fixée sur la plaque entretoise supérieure du générateur de vapeur.

Sur la figure 1, on a représenté très schématiquement un générateur de vapeur destiné à être utilisé dans une centrale nucléaire et réalisé conformément à l'invention. Il est rappelé cependant que cette application ne constitue qu'un exemple de réalisation de l'invention, qui peut s'appliquer indifféremment à tout échangeur de chaleur comprenant des tubes en U disposés en faisceau, quels que soient les fluides primaire et secondaire qui circulent dans les tubes et autour de ces derniers,

et quelle que soit l'orientation des tubes, l'axe principal du faisceau pouvant être orienté verticalement comme dans l'exemple décrit, horizontalement ou même en oblique.

Le générateur de vapeur illustré sur la figure 1 comprend de façon connue une enveloppe extérieure cylindrique 10, d'axe vertical, dont le volume intérieur est partagé en deux parties par une plaque horizontale 12, appelée plaque à tubes, à proximité immédiate du fond bombé de l'enveloppe extérieure 10. La plaque à tubes 12 est traversée par une multitude de perforations dans lesquelles sont fixées les extrémités inférieures d'un ensemble de tubes en U inversé 14, ces tubes étant agencés en faisceau dans la partie de l'enveloppe extérieure 10 située au-dessus de la plaque à tubes 12.

De façon plus précise, la fixation des extrémités de chacun des tubes 14 du faisceau sur la plaque à tubes 12 est réalisée de telle sorte que les deux extrémités de chaque tube débouchent en dessous de la plaque à tubes 12 respectivement dans une chambre d'entrée 16 d'eau primaire et dans une chambre de sortie 18 d'eau primaire séparées l'une de l'autre par une cloison verticale 20. Une tubulure d'entrée 22 d'eau primaire et une tubulure de sortie 24 d'eau primaire débouchent respectivement dans la chambre d'entrée 16 et dans la chambre de sortie 18.

L'eau secondaire est admise dans l'enveloppe extérieure 10 par une tubulure d'entrée 26 d'eau secondaire située à un niveau supérieur au niveau haut du faisceau de tubes 14 et qui est relié à l'intérieur du générateur de vapeur par un collecteur torique 28 débouchant sur toute sa périphérie par des tubes 29 en forme de J inversé.

L'eau secondaire admise dans l'enveloppe extérieure 10 du générateur de vapeur descend par gravité dans un espace annulaire formé entre cette enveloppe extérieure 10 et une enveloppe intérieure 30 qui encercle le faisceau de tubes 14 sur toute sa hauteur et dont l'extrémité inférieure est située à proximité de la plaque à tubes 12. L'eau secondaire remonte ensuite dans l'enveloppe intérieure 30, en circulant autour des tubes 14, de telle sorte qu'elle prélève une partie des calories véhiculées par l'eau primaire et se transforme en vapeur dans la partie haute de l'enveloppe intérieure 30.

Toujours de façon connue, la vapeur ainsi formée est reprise dans la partie supérieure de l'enveloppe intérieure 30 et traverse des dispositifs de séparation eau-vapeur et de séchage de la vapeur bien connus des spécialistes et non représentés sur la figure 1. La vapeur séchée sort ensuite du générateur de vapeur par une tubulure de sortie 32 de vapeur secondaire qui débouche axialement dans le dôme de l'enveloppe extérieure 10.

Chacun des tubes 14 en U inversé du faisceau de tubes au travers duquel s'effectue l'échange de chaleur entre l'eau primaire et l'eau secondaire comporte deux parties rectilignes et verticales de grande longueur 14a et 14b et une partie intermédiaire incurvée en demi cer-

cle 14c située à la partie supérieure du faisceau.

Comme l'illustre très schématiquement la figure 1, le supportage des parties rectilignes 14a et 14b des tubes 14 est assuré par un ensemble de plaques entretoises 34 disposées horizontalement à égale distance les unes des autres sur toute la hauteur des parties rectilignes 14a et 14b des tubes du faisceau. Ces plaques présentent des perforations que traversent les tubes 14 et qui assurent une circulation contrôlée de l'eau secondaire autour de ces tubes. La plaque entretoise supérieure, désignée par la référence 34a, est située légèrement en dessous de l'axe horizontal, perpendiculaire au plan des figures 1 et 3, sur lequel sont centrées toutes les parties incurvées 14c des tubes 14.

Comme l'illustre mieux la figure 2, il est important d'observer que les tubes 14 sont disposés en nappes, c'est-à-dire qu'ils sont situés dans des plans verticaux parallèles aux plans des figures 1 et 3 et perpendiculaires au plan de la figure 2. Chacune de ces nappes comprend un nombre de tubes 14 qui augmente progressivement lorsqu'on se rapproche de l'axe vertical du générateur de vapeur, les tubes de chaque nappe présentant des parties intermédiaires incurvées 14c dont le rayon de courbure diminue radialement vers l'intérieur du faisceau, comme l'illustrent les figures 1 et 3.

Pour réaliser le supportage des parties incurvées 14c des tubes 14, qui n'est pas assuré par les plaques entretoises 34, on utilise de façon connue des barres antivibratoires qui sont placées entre chaque paire de nappes de tubes 14 adjacentes. De façon plus précise, dans le mode de réalisation illustré sur les figures 3 à 5, on place entre chaque paire de nappes de tubes 14 adjacentes trois barres antivibratoires 36a, 36b et 36c (ou 36a, 36b' et 36c') qui présentent toutes trois la forme d'un V de sommet arrondi, disposé symétriquement par rapport au plan de symétrie du faisceau de tubes 14 passant par l'axe vertical du générateur de vapeur et orienté perpendiculairement aux figures 1 et 3.

Les trois barres antivibratoires 36a, 36b et 36c (ou 36a, 36b' et 36c') qui sont placées entre chaque paire de couches de tubes adjacentes diffèrent essentiellement par leur angle au sommet et par leur position. Ainsi, la barre antivibratoire 36a la plus proche de la plaque entretoise supérieure 34a présente un angle au sommet obtus, alors que la barre antivibratoire intermédiaire 36b (ou 36b') présente un angle au sommet voisin de 90° et que la barre antivibratoire 36c (ou 36c') la plus éloignée de la plaque entretoise supérieure 34a présente un angle au sommet aigu.

Selon une technique connue, toutes les barres antivibratoires 36a sont reliées entre elles, au-delà des tubes extérieurs du faisceau de tubes 14, par des épingles de liaison 38a soudées sur les extrémités des barres 36a qui font saillie à l'extérieur du faisceau. De même, des épingles de liaison 38b et 38c sont soudées respectivement aux extrémités des barres antivibratoires 36b, 36b' et 36c, 36c', au-delà des tubes extérieurs du faisceau de tubes 14, de façon à relier entre elles toutes les

barres antivibratoires 36b, 36b' et toutes les barres antivibratoires 36c, 36c'.

L'invention concerne plus précisément un dispositif anti-envol d'un type nouveau, qui est associé à l'ensemble formé par les barres antivibratoires 36a, 36b, 36b', 36c et 36c' et par les épingles de liaison 38a, 38b et 38c, pour éviter que cet ensemble s'échappe partiellement d'entre les nappes de tubes 14 sous l'effet de vibrations engendrées dans ces derniers par la circulation de l'eau.

Comme l'illustrent en particulier les figures 3 à 5, ce dispositif anti-envol comprend une structure allongée 40 qui est fixée à la plaque entretoise supérieure 34a, à l'intérieur des parties incurvées 14c des tubes 14 ou faisceau, perpendiculairement aux nappes formées par ces tubes, c'est-à-dire selon une direction perpendiculaire aux plans des figures 1 et 3, passant par l'axe vertical du générateur de vapeur et sur laquelle se trouvent les centres des parties incurvées 14c des tubes.

Cette structure allongée 40 comprend principalement un rail d'accrochage rectiligne 42. Dans le mode de réalisation illustré notamment sur la figure 5, le rail d'accrochage 42 est soudé sur des semelles 44, régulièrement réparties, elles-mêmes fixées sur la plaque entretoise supérieure 34a par des moyens de fixation tels que des vis ou des boulons 46.

Il est à noter que dans une variante de réalisation non représentée, les semelles 44 peuvent être remplacées par une semelle unique se prolongeant sur toute la longueur du rail d'accrochage 42.

Dans un autre mode de réalisation non représenté, le rail d'accrochage 42 peut aussi être directement soudé sur la plaque entretoise supérieure 34a, si les matériaux constituant ces deux pièces le permettent.

Comme l'illustrent plus précisément les figures 4 et 5, le rail d'accrochage 42 comporte sur toute sa longueur des encoches dans lesquelles sont reçues les parties centrales des barres antivibratoires 36a, 36b' et 36c'.

Ainsi, le rail d'accrochage 42 comporte, entre certaines paires de nappes de tubes 14 adjacentes, des groupes de trois encoches 48a, 48b et 48c et, entre d'autres paires de nappes de tubes adjacentes, une seule encoche 50. Plus précisément, les groupes de trois encoches 48a, 48b et 48c sont régulièrement répartis toutes les huit nappes de tubes dans l'exemple représenté, alors que le rail d'accrochage 42 comporte une seule encoche 50 pour toutes les autres nappes restantes.

Chacun des groupes de trois encoches 48a, 48b et 48c est placé dans un plan contenant un groupe de trois barres antivibratoires 36a, 36b' et 36c', et ces trois encoches débouchent sur un bord 42a du rail d'accrochage 42 tourné vers les parties incurvées 14c des tubes par une fente d'accès commune 52.

Par ailleurs, chaque encoche unitaire 50 est également placée dans le même plan qu'un groupe de trois barres antivibratoires 36a, 36b et 36c, mais elle ne reçoit

que la partie centrale de la barre antivibratoire 36a la plus proche de l'axe du faisceau de tubes. Ces encoches unitaires 50 sont alignées avec les encoches 48c des groupes d'encoches 48a, 48b et 48c les plus proches du bord 42a du rail 42.

L'introduction des barres antivibratoires 36a dans les encoches 50 est également effectuée par une fente d'accès 54 qui débouche sur le bord 42a du rail d'accrochage 42.

Les fentes d'accès 52 et 54 sont orientées parallèlement aux plans contenant les groupes de barres antivibratoires 36a, 36b', 36c' et 36a, 36b, 36c qui leur correspondent, et décalées radialement vers l'extérieur du faisceau de tubes par rapport à ces plans.

Ainsi, les barres antivibratoires 36a, 36b' et 36c' peuvent être introduites successivement par la fente 52 et mises en place dans les encoches correspondantes 48a, 48b et 48c après que la nappe de tubes 14 adjacente la plus proche de l'axe du faisceau de tubes ait été mise en place. Lorsque la nappe de tubes suivante est, à son tour montée sur l'appareil, les barres antivibratoires 36a, 36b' et 36c' sont automatiquement maintenues.

De façon comparable, la barre antivibratoire 36a, de chacun des groupes de barres 36a, 36b, 36c peut être introduite dans l'encoche 50 par la fente 54 après que la nappe de tubes adjacente la plus proche de l'axe du faisceau ait été mise en place. Le maintien de cette barre antivibratoire 36a est assuré lorsque la nappe de tubes suivante est mise en place.

Il est à noter que les barres antivibratoires 36a les plus proches de l'axe du faisceau de tubes sont presque les mêmes lorsque ces barres sont accrochées dans les encoches 48a et lorsqu'elles sont accrochées dans les encoches 50. En revanche, les barres antivibratoires 36b' et 36c' qui sont accrochées dans les encoches 48b et 48c présentent un angle au sommet plus faible que les barres antivibratoires correspondantes 36b, 36c qui ne sont pas accrochées dans ces encoches. Pour distinguer ces deux types de barres antivibratoires, celles qui ne sont pas accrochées dans des encoches ont été désignées par les références 36b et 36c, alors que les barres qui sont accrochées dans les encoches 48b et 48c ont été désignées par les références 36b' et 36c' sur les figures 3 à 5.

L'assemblage des tubes 14 du générateur de vapeur conforme à l'invention est avantageusement réalisé de la manière décrite dans le document FR-A-2 603 364.

Grâce à la structure qui vient d'être décrite en détail en se référant aux figures 3 à 5, l'ensemble constitué par les barres antivibratoires 36a, 36b, 36c, 36b' et 36c' et par les épingles de liaison 38a, 38b et 38c est attaché à la plaque entretoise supérieure 34a, de telle sorte que son envol se trouve empêché, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à des étriers anti-envol risquant de créer des contraintes en cas de dilatations différentielles entre les tubes encerclés par ces étriers, notamment en cas

de bouchage d'un ou plusieurs de ces tubes.

Cette structure permet également de faire supporter par les barres antivibratoires 36a, 36b, 36c, 36b' et 36c' la totalité des tubes 14 de chaque nappe, c'est-à-dire du plus petit rayon de cintrage de la partie incurvée 14c jusqu'au plus grand.

Par ailleurs, le dispositif anti-envol conforme à l'invention permet une mise en place aisée des barres antivibratoires au fur et à mesure de la mise en place des différentes nappes de tubes 14 du faisceau. La procédure d'assemblage du générateur de vapeur reste donc pratiquement inchangée.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit à titre d'exemple. Ainsi, comme on l'a déjà mentionné, l'invention s'applique à tout échangeur de chaleur comportant un faisceau de tubes en U, quelles que soient l'orientation du faisceau et l'application concernée. Par ailleurs, l'invention peut être utilisée quel que soit le nombre de barres antivibratoires placées entre les couches successives de tubes et l'accrochage des barres peut concerner toutes celles-ci ou seulement une partie d'entre elles comme dans l'exemple décrit. Dans ce dernier cas, des groupes d'encoches recevant toutes les barres antivibratoires correspondantes doivent être répartis parmi des encoches unitaires, toutes les n nappes de tubes, afin que le maintien en place de l'ensemble soit assuré. Ce nombre n peut alors être un nombre quelconque supérieur ou égal à deux.

Revendications

1. Echangeur de chaleur comprenant un faisceau de tubes en U (14) disposés en nappes, chaque tube comportant deux parties rectilignes (14a, 14b) et une partie intermédiaire incurvée (14c), des plaques entretoises (34) que traversent les parties rectilignes des tubes, au moins une barre antivibratoire (36a, 36b, 36c, 36b', 36c') disposée entre chaque paire de nappes de tubes adjacentes, dans leur partie intermédiaire incurvée, des épingles de liaison (38a, 38b, 38c) des barres antivibratoires, et des moyens anti-envol de l'ensemble formé par les barres antivibratoires et les épingles de liaison, dans lequel les moyens anti-envol comprennent une structure allongée (40) fixée à la plaque entretoise (34a) la plus proche des parties intermédiaires incurvées (14c) des tubes, à l'intérieur de ces parties incurvées, perpendiculairement auxdites nappes, caractérisé par le fait que la structure allongée (40) comporte, entre chaque paire de nappes de tubes adjacentes, au moins une encoche (48a, 48b, 48c, 50) qui débouche par une fente d'accès (52, 54) sur un bord (42a) de cette structure tourné vers les parties incurvées (14c) des tubes, une barre antivibratoire (36a, 36b', 36c') étant reçue dans chaque encoche.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'au moins deux barres antivibratoires (36a, 36b, 36c, 36b', 36c') étant disposées entre chaque paire de nappes de tubes adjacentes, les encoches formées dans la structure allongée (40) comprennent des groupes d'encoches (48a, 48b, 48c) recevant toutes les barres antivibratoires (36a, 36b', 36c') placées entre deux nappes adjacentes, ces groupes d'encoches étant régulièrement répartis toutes les n nappes, et des encoches unitaires (50) recevant chacune la barre antivibratoire (36a) la plus proche de la structure allongée, pour les nappes restantes.
3. Echangeur de chaleur selon la revendication 2, caractérisé par le fait que les encoches (48a, 48b, 48c) d'un même groupe d'encoches débouchent sur ledit bord (42a) par une fente d'accès commune (52).
4. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé par le fait que les fentes d'accès (52, 54) sont décalées radialement vers l'extérieur du faisceau de tubes (14), par rapport aux encoches (48a, 48b, 48c, 50) débouchant dans ces fentes.
5. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la structure allongée (40) comprend un rail d'accrochage (42) rectiligne, fixé à la plaque entretoise (34a) la plus proche des parties incurvées (14a) des tubes, perpendiculairement à cette plaque.
6. Echangeur de chaleur selon la revendication 5, caractérisé par le fait que le rail d'accrochage (42) est soudé sur au moins une semelle (44) fixée à la plaque entretoise (34a) par des moyens de fixation (46).
7. Echangeur de chaleur selon la revendication 5, caractérisé par le fait que le rail d'accrochage (42) est soudé directement sur la plaque entretoise (34a).

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, mit einem Bündel von U-Rohren (14), die in Ebenen angeordnet sind, wobei jede Röhre zwei geradelinige Teile (14a, 14b) und einen gebogenen Zwischenteil (14c) hat, mit Spannplatten (34), die sich über die geradelinigen Teile der Rohre erstrecken, zumindest einer Antivibrationsstange (36a, 36b, 36c, 36b', 36c'), die zwischen jedem Paar von aneinandergrenzenden Rohrwicklungen und in deren gebogenem Zwischenteil angeordnet ist, mit Verbindungsnadeln (38a, 38b, 38c) der Antivibrationsstangen, und Mitteln gegen ein Ablösen der Anordnung, die aus den Antivibrationsstangen und den Verbindungsnadeln gebildet ist, und in der die Mittel gegen das Ablösen eine verlängerte Struktur (40) aufweisen, die an derjenigen Spannplatte (34a) befestigt ist, die den gebogenen Zwischenteilen (14c) der Rohre am nächsten liegt, innerhalb dieser gebogenen Teile, rechtwinklig zu den Ebenen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die verlängerte Struktur (40) zwischen jedem Paar von nebeneinanderliegenden Ebenen zumindest eine Ausnehmung (48a, 48b, 48c, 50) trägt, welche in einen Zugangsschlitz (52, 54) in einer Kante (42a) dieser Struktur einmündet, welche in Richtung der gebogenen Teile (14c) der Rohre weist, wobei in jeder Ausnehmung ein Antivibrationsstab (36a, 36b', 36c') angeordnet ist.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest zwei Antivibrationsstangen (36a, 36b, 36c, 36b', 36c') zwischen einem jeden Paar von nebeneinander angeordneten Rohrebenen angeordnet sind, wobei die Ausnehmungen, die in der verlängerten Struktur (40) ausgebildet sind, zwei Gruppen von Ausnehmungen (48a, 48b, 48c) umfassen, die alle Antivibrationsstangen (36a, 36b', 36c') aufnehmen, die zwischen zwei nebeneinander angeordneten Ebenen angeordnet sind, wobei diese Gruppen von Ausnehmungen alle n Ebenen gleichmäßig verteilt sind, und gleichförmige Ausnehmungen (50), die jeweils den Antivibrationsstab (36a) für die verbleibenden Ebenen aufnehmen, der der verlängerten Struktur am nächsten ist.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausnehmungen (48a, 48b, 48c) derselben Gruppe von Ausnehmungen in der Kante (42a) sich in einen gemeinsamen Zugangsschlitz (52) öffnen.
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zugangsschlitze (52, 54) bezüglich der Ausnehmungen (48a, 48b, 48c, 50), die sich in die Schlitze öffnen radial zur Außenseite des Bündels der Rohre (14) versetzt sind.
5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die verlängerte Struktur (40) eine geradlinige Aufhängungsschiene umfaßt, die an der Spannplatte (34a) rechtwinklig zu der Spannplatte befestigt ist, welche dem gebogenen Teil (14a) der Rohre am nächsten liegt.
6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aufhängungsschiene (42) auf zumindest einen Fuß (44) geschweißt ist, der mit Hilfe von Befestigungsmitteln (46) an der

Spannplatte (34a) befestigt ist.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aufhängungsschiene (42) direkt auf die Spannplatte (34a) geschweißt ist.

5

Claims

1. Heat exchanger incorporating a bundle of U tubes (14) arranged in layers, each tube having two rectilinear portions (14a, 14b) and an intermediate, inwardly curved portion (14c), spacing plates (34) traversed by the rectilinear portions of the tubes, at least one antivibration bar (36a, 36b, 35c, 36b', 36c') placed between each pair of layers of adjacent tubes in the intermediate inwardly curved part thereof, connection pins (38a, 38b, 38c) for the antivibration bars and anti-fly-off means for the assembly formed by the antivibration bars and the connecting pins, wherein
the anti-fly-off means comprise an elongated structure (40) fixed to the spacing plate (34a) closest to the intermediate, inwardly curved parts (14c) of the tubes, within said inwardly curved parts and perpendicular to said layers, characterized in that said elongated structure (40) has between each pair of layers of adjacent tubes, at least one slot (48a, 48b, 48c, 50) issuing by an access groove (52, 54) onto an edge (42a) of said structure turned towards the inwardly curved portions (14c) of the tubes, an antivibration bar (36a, 36b', 36c') being received in each slot.
2. Heat exchanger according to claim 1, characterized in that at least two antivibration bars (36a, 36b, 36c, 36b', 36c') are arranged between each pair of layers of adjacent tubes, the slots formed in the elongated structure (40) incorporating groups of slots (48a, 48b, 48c) receiving all the antivibration bars (36a, 36b', 36c') placed between two adjacent layers, said groups of slots being regularly distributed every n layers, and unitary slots (50) each receiving the antivibration bar (36a) closest to the elongated structure of the remaining layers.
3. Heat exchanger according to claim 2, characterized in that the slots (48a, 48b, 48c) of the same group of slots issue onto said edge (42a) by a common access groove (52).
4. Heat exchanger according to either of the claims 2 and 3, characterized in that the access grooves (52, 54) are radially displaced towards the outside of the bundle of tubes (14) with respect to the slots (48a, 48b, 48c, 50) issuing into said grooves.
5. Heat exchanger according to any one of the preced-

ing claims, characterized in that the elongated structure (40) comprises a rectilinear attachment rail (42) fixed to the spacing plate (34a) closest to the inwardly curved parts (14a) of the tubes and perpendicular to said plate.

6. Heat exchanger according to claim 5, characterized in that the attachment rail (42) is welded to at least one bed plate (44) fixed to the spacing plate (34a) by fixing means (46).
7. Heat exchanger according to claim 5, characterized in that the attachment rail (42) is directly welded to the spacing plate (34a).

FIG. 1

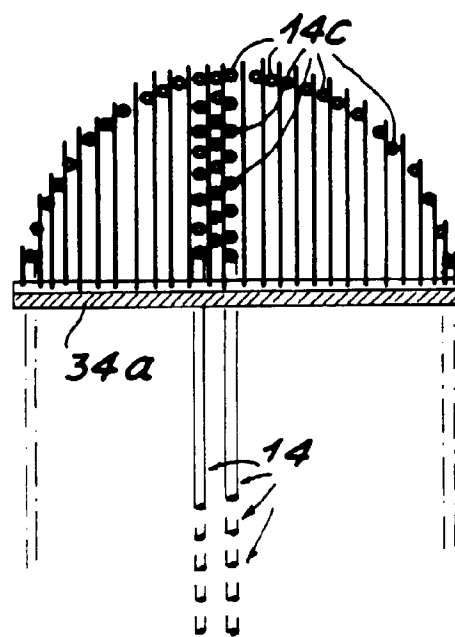
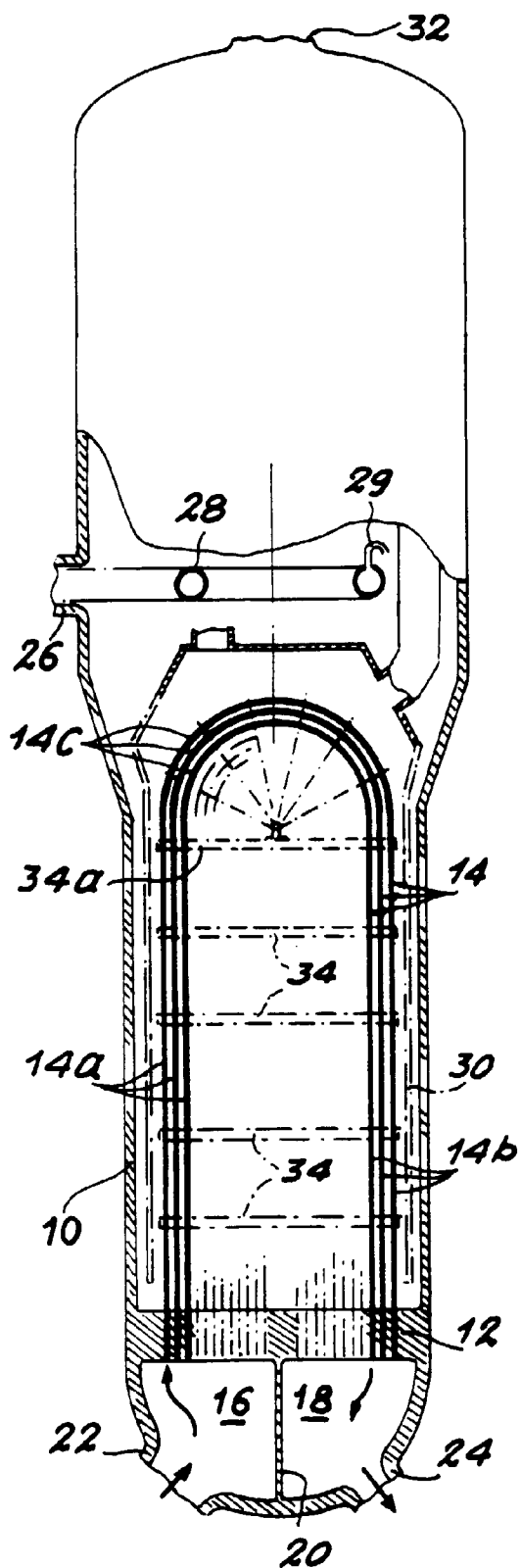


FIG. 2

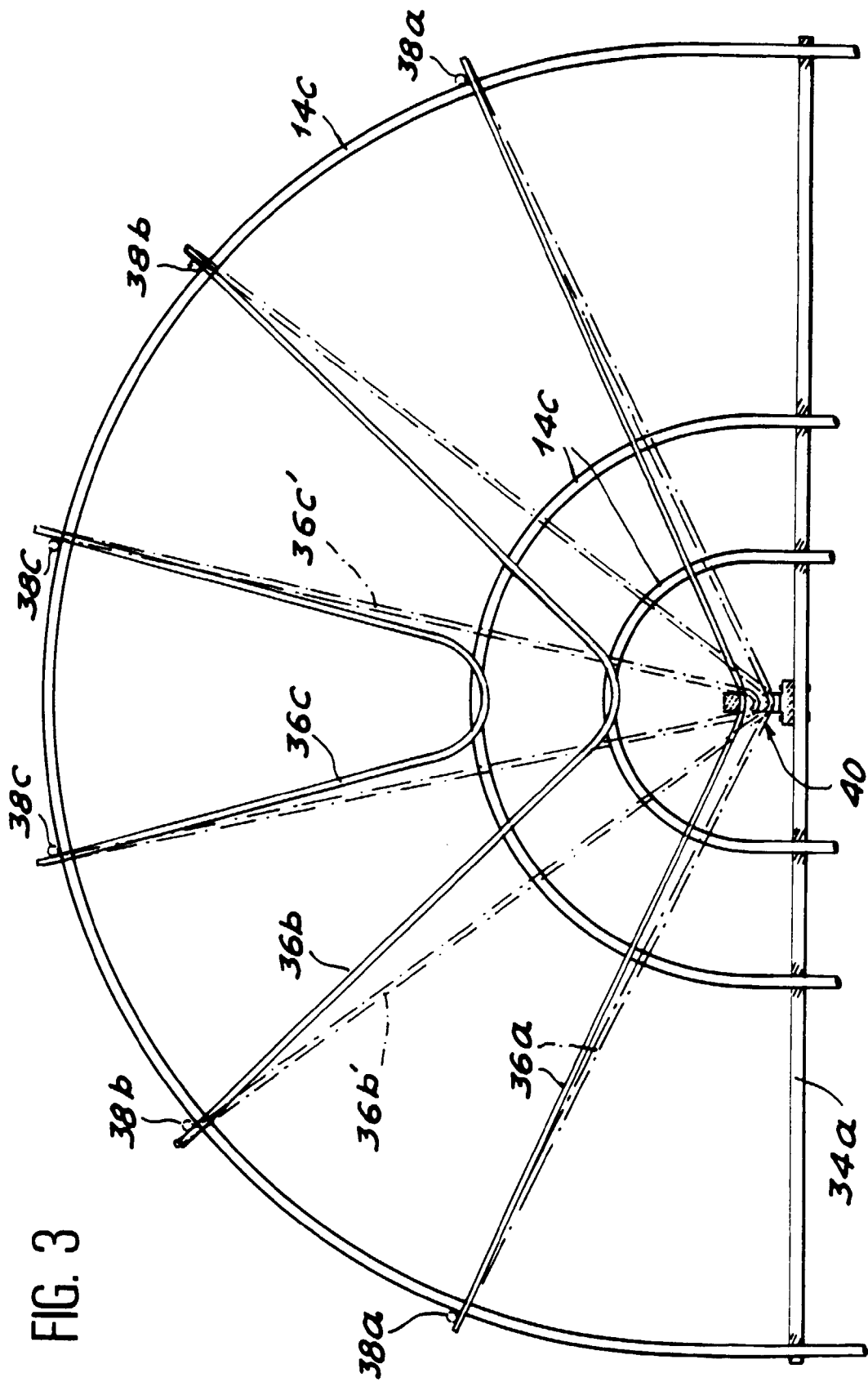


FIG. 3

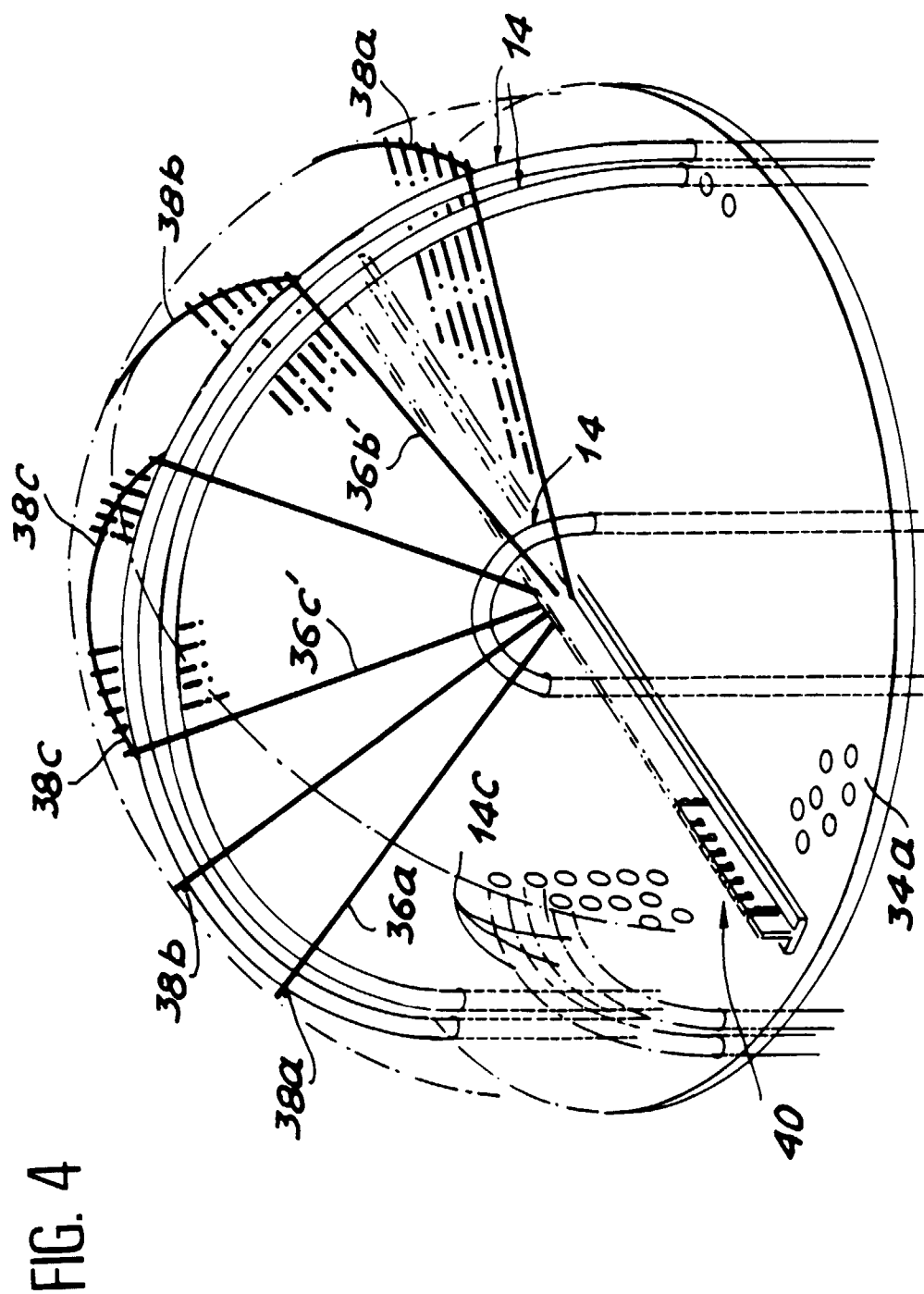


FIG. 5

