



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 731 328 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
25.04.2001 Bulletin 2001/17

(51) Int Cl.7: **F28F 9/013, F22B 37/20**

(21) Numéro de dépôt: **96400463.4**

(22) Date de dépôt: **05.03.1996**

(54) **Echangeur de chaleur, à tubes en U, équipé d'un dispositif de calage des tubes, antivibratoire et anti-envol**

Wärmetauscher mit U-Röhren, mit einer Anti-Auftrieb- und schwingungsneutralisierender Rohrhalterungsvorrichtung

Heat exchanger with U-tubes, provided with a damping and anti-blowout device for securing tubes

(84) Etats contractants désignés:
BE DE GB SE

(30) Priorité: **09.03.1995 FR 9502745**

(43) Date de publication de la demande:
11.09.1996 Bulletin 1996/37

(60) Demande divisionnaire:
00121012.9 / 1 061 320

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

(72) Inventeurs:
• **Gillet, Nicolas**
92500 Rueil-Malmaison (FR)

- **Valadon, Christian**
75018 Paris (FR)
- **Roinjard, Jean-Pierre**
71150 Fontaines (FR)
- **Chabrierie, Joseph**
75018 Paris (FR)
- **Kang, Sok**
77340 Pontault Combault (FR)

(74) Mandataire: **Jacobson, Claude et al**
Cabinet Lavoix
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 633 427 **EP-A- 0 639 741**
FR-A- 2 648 945

EP 0 731 328 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

[0001] L'invention concerne un échangeur de chaleur comportant un faisceau de tubes cintrés en U et des barres antivibratoires entre les parties cintrées des tubes tel que défini dans le préambule de la revendication 1 et connu par exemple, du document EP-A-0 639 741. L'invention s'applique notamment à un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression.

[0002] Les générateurs de vapeur des réacteurs nucléaires à eau sous pression comportent des tubes cintrés en U présentant deux branches droites parallèles serties à leurs extrémités dans une plaque tubulaire.

[0003] Les extrémités des tubes étant engagées dans des ouvertures traversant la plaque tubulaire, régulièrement réparties selon une répartition rectangulaire ou triangulaire, les tubes du faisceau sont ainsi maintenus dans une disposition régulière dans laquelle les branches droites sont toutes parallèles entre elles et les tubes disposés suivant des nappes planes parallèles entre elles dans chacune desquelles les parties cintrées des tubes présentent des rayons de courbure décroissants de l'extérieur vers l'intérieur de la nappe.

[0004] Les parties courbes des tubes de chacune des nappes du faisceau présentent des rayons de courbure différents et sont juxtaposées de manière à constituer une structure de forme sensiblement hémisphérique appelée chignon, à la partie supérieure du faisceau du générateur de vapeur.

[0005] 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 d'échange des 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 de vapeur.

[0006] La circulation des fluides au contact des tubes peut provoquer des vibrations qui sont susceptibles d'entraîner des détériorations des tubes si ceux-ci ne sont pas maintenus de manière efficace.

[0007] 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 et l'on utilise généralement pour cela des barres antivibratoires qui sont intercalées chacune entre deux nappes de tubes adjacentes du faisceau et disposées suivant des directions sensiblement radiales du chignon. Ces barres antivibratoires comme décrites par exemple dans le brevet US-A-3.007.679 sont généralement reliées deux à deux de leurs extrémités à l'intérieur du chignon et placées de manière angulaire pour constituer des structures en forme de V.

[0008] Les extrémités extérieures des barres antivibratoires opposées à leur partie centrale 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.

[0009] On a proposé divers moyens de liaison des extrémités extérieures des barres antivibratoires utilisant des éléments de fixation placés au-dessus de la surface supérieure du chignon.

[0010] On a d'abord proposé comme par exemple dans le brevet US-A-3.007.679 de souder les extrémités des barres antivibratoires sur des éléments courbes appelés épingles disposés suivant des plans méridiens du chignon.

[0011] On a également proposé des dispositifs de liaison mécanique permettant de relier les extrémités extérieures des barres antivibratoires par des liaisons mécaniques disposées de manière à regrouper des ensembles successifs d'extrémités de barres antivibratoires.

[0012] Tous les dispositifs de calage antivibratoires comportant des barres antivibratoires nécessitent un dispositif anti-envol pour assurer leur maintien à l'intérieur du chignon.

[0013] Dans le brevet US-A-3.007.679 déjà cité, on a utilisé des étriers anti-envol constitués par des pièces en U soudées sur les épingles et venant emprisonner plusieurs tubes du faisceau tubulaire à l'intérieur du U de manière à rendre les épingles et les barres antivibratoires solidaires des tubes.

[0014] Cependant, les étriers anti-envol présentent l'inconvénient de maintenir le dispositif antivibratoire, en faisant porter l'effort de retenue sur certains tubes du faisceau, les tubes étant un élément sensible dans le fonctionnement du générateur de vapeur, on a donc cherché à effectuer l'effort de retenue à partir d'autres éléments que les tubes.

[0015] Dans le EP 0639741 déposé par la Société FRAMATOME, on a proposé des moyens de fixation des barres antivibratoires pour éviter leur éjection à l'extérieur du faisceau dans le générateur de vapeur en service, qui comprennent une structure fixée sur la plaque entretoise du générateur de vapeur la plus proche des parties courbes des tubes constituant le chignon. La structure est composée par au moins un arceau constitué de segments successifs en forme d'arcs de cercle, les segments d'extrémité sont fixés au-dessus de la plaque entretoise supérieure par l'intermédiaire de dispositifs de fixation, les segments successifs sont reliés entre eux bout à bout et aux barres antivibratoires par des dispositifs de liaison.

[0016] Ce dispositif anti-envol tout en supprimant l'inconvénient précité de faire porter l'effort de retenue sur les tubes, nécessite une mise en place assez longue, compte tenu du nombre important de liaisons mécaniques à mettre en place au cours des opérations de montage.

[0017] Le but de l'invention est donc de proposer un échangeur de chaleur comprenant un faisceau de tubes cintrés en U de manière à présenter deux branches droi-

tes et une partie courbe entre les deux branches droites, les tubes du faisceau étant situés dans une disposition régulière dans laquelle les branches droites sont toutes parallèles entre elles et les tubes disposés suivant des nappes planes parallèles entre elles, une enveloppe de faisceau entourant le faisceau de tubes, une pluralité de barres antivibratoires intercalées entre les nappes adjacentes des tubes dans leur partie courbe, de manière à présenter une extrémité à l'extérieur du faisceau, des moyens de liaison entre les parties d'extrémités extérieures des barres antivibratoires et un dispositif anti-envol qui soit d'un montage plus simple que les dispositifs connus et qui assure un maintien complet en position des barres antivibratoires et de leurs moyens de liaison.

[0018] Dans ce but, l'ensemble des dits moyens de liaison est relié à au moins un support solidaire de l'enveloppe de faisceau de manière à constituer le dispositif anti-envol des barres antivibratoires permettant un déplacement limité de l'ensemble des barres antivibratoires et de leurs moyens de liaison selon une direction parallèle aux branches droites des tubes.

[0019] 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 générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression et un dispositif de calage selon l'invention associé à ce générateur de vapeur.

[0020] La figure 1 est une vue en élévation avec coupe partielle par un plan vertical d'un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression.

[0021] La figure 2 est une vue en coupe schématique de la partie supérieure du chignon dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 1.

[0022] La figure 3A est une vue en coupe détaillée de la figure 1 montrant les extrémités des barres antivibratoires sur une partie du chignon avec une représentation schématique des moyens de liaison dans le cas d'un générateur de vapeur ayant un réseau de tubes à pas carrés.

[0023] La figure 3B est une vue analogue à la vue de la figure 3A, dans le cas d'un générateur de vapeur ayant un faisceau de tubes à pas triangulaires.

[0024] La figure 4 est une vue en perspective d'une partie du dispositif de supportage des tubes selon l'invention montrant les moyens de liaison et le dispositif anti-envol.

[0025] La figure 4A est une vue de détail d'un patin d'appui des moyens de liaison sur un tube.

[0026] La figure 5 est une vue en perspective d'un détail du dispositif de supportage des tubes.

[0027] La figure 5A est une vue en coupe d'un détail du peigne central.

[0028] La figure 6 est une vue en coupe montrant le dispositif anti-envol.

[0029] 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.

[0030] Le générateur de vapeur comporte une enveloppe externe 2 représentant une partie inférieure 2a ayant la forme d'une virole cylindrique dans laquelle est disposé le faisceau de tubes 3 du générateur de vapeur, à l'intérieur d'une enveloppe de faisceau 4. La partie supérieure 2b de l'enveloppe 2 du générateur de vapeur 1 présente un diamètre supérieur au diamètre de la partie inférieure 2a et renferme des moyens de séparation et de séchage de la vapeur produite au contact du faisceau 3.

[0031] La partie d'extrémité inférieure de la virole 2a de l'enveloppe 2 est solidaire d'une plaque tubulaire 5 de forte épaisseur qui est traversée par des ouvertures dans lesquelles les tubes du faisceau 3 sont introduits et fixés par soudage et sertissage (mécanique ou hydraulique par exemple). Sur la plaque tubulaire 5 est également fixée, à l'opposé de la virole 2a de l'enveloppe 2, une enveloppe hémisphérique 6 délimitant la boîte à eau du générateur de vapeur en deux parties séparées par une cloison 7.

[0032] Chacune des deux parties de la boîte à eau est reliée par une tubulure au circuit primaire du réacteur nucléaire dans lequel circule l'eau sous pression de refroidissement du coeur du réacteur.

[0033] Le faisceau 3 est constitué par des tubes 10 qui sont cintrés et présentent une forme en U. Chacun des tubes 10 comporte deux branches rectilignes 10a, 10b et une partie courbe sensiblement semi-circulaire 10c entre les branches droites 10a et 10b.

[0034] Les extrémités des branches 10a et 10b sont engagées et serties dans des ouvertures traversant la plaque tubulaire 5, de part et d'autre de la cloison 7.

[0035] Les branches droites 10a, 10b des tubes 10 du faisceau sont également engagées dans des ouvertures traversant des plaques entretoises 8 disposées de manière espacée suivant la hauteur du faisceau. Le réseau d'ouvertures de chacune des plaques entretoises reproduit le réseau d'ouvertures de la plaque tubulaire 5, de manière que les branches 10a et 10b soient maintenues dans des dispositions parallèles.

[0036] De plus, le réseau d'ouvertures de la plaque tubulaire 5 et des plaques entretoises 8 comporte des rangées rectilignes dans lesquelles sont engagées les branches droites de tubes 10 dont la partie cintrée 10c présente un rayon de courbure décroissant de l'extérieur vers l'intérieur du faisceau. Les tubes du faisceau constituent ainsi des nappes successives 12 qui sont visibles en particulier sur la figure 2. Dans chacune des nappes, les rayons de courbure des parties cintrées 10c ou cintres des tubes sont décroissants de l'extérieur vers l'intérieur, c'est-à-dire de haut en bas ; de plus, le rayon de courbure du tube externe de la nappe présentant le rayon de courbure maximal décroît de la partie centrale interne vers l'extérieur du faisceau.

[0037] De ce fait, le chignon 9 constitué par les cintres 10c juxtaposés des tubes 10 présente une forme sensiblement hémisphérique. Les réseaux d'ouvertures d'engagement des tubes de la plaque tubulaire 5 et des

plaques entretoises 8 sont interrompus à la partie centrale des plaques suivant une direction diamétrale, de manière à délimiter un espace libre ou rue d'eau 11 à la partie centrale du faisceau entre les branches des tubes ayant les plus faibles rayons de courbure sous les petits cintres qui sont alignés suivant la direction diamétrale de la rue d'eau 11.

[0038] Le générateur de vapeur 1 comporte un tore 13 disposé au-dessus de la partie supérieure de l'enveloppe de faisceau 4 dans laquelle est placé le chignon 9.

[0039] Lorsque le générateur de vapeur est en fonctionnement, de l'eau sous pression de refroidissement du réacteur pénètre dans l'un des compartiments de la boîte à eau de manière à être répartie à l'intérieur des branches 10a des tubes 10 du faisceau débouchant dans ce compartiment d'entrée. L'eau sous pression circule à l'intérieur des tubes pour ressortir dans le second compartiment de la boîte à eau par les secondes branches 10b des tubes 10. L'eau récupérée à la sortie des tubes du faisceau est renvoyée à la cuve du réacteur nucléaire par l'intermédiaire d'une conduite du circuit primaire.

[0040] L'eau d'alimentation introduite dans l'enveloppe du générateur de vapeur 2 par le tore d'alimentation 13 circule de haut en bas dans un espace annulaire ménagé entre l'enveloppe de faisceau 4 et l'enveloppe externe 2 du générateur de vapeur puis pénètre à l'intérieur de l'enveloppe de faisceau 4 pour venir en contact avec les tubes 10 au-dessus de la face supérieure de la plaque tubulaire 5. L'eau d'alimentation circule de bas en haut à l'intérieur du faisceau, au contact des tubes et s'échauffe puis se vaporise par échange thermique avec de l'eau sous pression circulant à l'intérieur des tubes. La vapeur formée au contact des tubes du faisceau est envoyée dans la partie supérieure 2b du générateur de vapeur pour être séchée puis évacuée par l'extrémité supérieure 14 du générateur de vapeur.

[0041] Les tubes du faisceau à l'intérieur de chacune des nappes planes de tubes 12 sont placés de manière à présenter un certain écartement et les nappes sont également disposées les unes par rapport aux autres, avec un certain écartement. L'eau d'alimentation du générateur de vapeur peut ainsi circuler en contact avec toute la surface externe des tubes.

[0042] L'eau en circulation à grande vitesse en contact avec la surface des tubes engendre des vibrations de ces tubes 10 dont les branches droites sont parfaitement maintenues par les plaques entretoises 8.

[0043] Pour assurer le maintien des cintres 10c des tubes, à l'intérieur du chignon 9, on dispose des barres antivibratoires 15 dans chacun des espaces libres entre deux nappes adjacentes 12, de manière que les branches des barres antivibratoires soient placées dans des directions radiales et que deux branches successives suivant le contour des cintres 10c fassent entre elles un angle sensiblement constant.

[0044] On dispose généralement entre deux nappes adjacentes 12 du faisceau, trois barres antivibratoires

15 en forme de V comportant dans leur ensemble six branches placées avec une répartition angulaire sensiblement constante.

[0045] 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.

[0046] Par la suite, on désignera par barre antivibratoire une branche quelconque d'un ensemble 15 en forme de V.

[0047] Sur les figures 3A et 3B, on a représenté dans une vue en coupe des nappes de tubes dans leur partie supérieure, une partie d'un ensemble de calage suivant l'invention, dans le cas d'un faisceau de tubes maintenus dans une disposition à réseau à mailles carrées et dans le cas d'un faisceau de tubes maintenus dans une disposition à réseau à mailles triangulaires, respectivement.

[0048] Les tubes du faisceau sont maintenus dans une disposition en réseau régulier par les ouvertures de la plaque tubulaire 5 et par les ouvertures de traversée des plaques-entretoises 8 qui comportent des réseaux d'ouvertures analogues.

[0049] La disposition des tubes dans le cas d'un réseau à mailles triangulaires se traduit en particulier par un espace entre les nappes successives de tubes plus faible que dans le cas d'un réseau à mailles carrées.

[0050] Le dispositif suivant l'invention s'applique aussi bien dans le cas d'un réseau de tubes serrés à mailles triangulaires que dans le cas d'un réseau à mailles carrées.

[0051] Sur les figures 3A et 3B, les éléments correspondants portent les mêmes repères avec toutefois le signe ' (prime) dans le cas des éléments de la figure 3B relative à un réseau à mailles triangulaires.

[0052] Sur les figures 3A et 3B, on a représenté les tubes 10 ou 10' du réseau de tubes constituant les couches externes du chignon du générateur de vapeur.

[0053] Les tubes 10 ou 10' constituent des nappes successives parallèles entre lesquelles sont intercalées les barres antivibratoires 15 ou 15'.

[0054] Dans la partie du faisceau de tubes du générateur de vapeur constituant le chignon, les nappes de tubes sont constituées par les parties supérieures cintrées des tubes juxtaposés et de rayons décroissants depuis l'extérieur vers l'intérieur du chignon.

[0055] Les barres antivibratoires 15 comportent des extrémités 15b saillantes à l'extérieur du chignon et disposées dans l'alignement l'une de l'autre pour constituer des alignements de longueur variable.

[0056] Les extrémités saillantes 15b des barres antivibratoires sont reliées entre elles par des moyens de liaison 20 permettant d'assurer la liaison de deux ou d'un plus grand nombre de barres antivibratoires constituant un ensemble de barres alignées.

[0057] De même, les parties d'extrémité des barres antivibratoires 15' intercalées entre les nappes de tubes disposées suivant un réseau à mailles triangulaires

comme représenté sur la figure 3B peuvent être reliées par l'intermédiaire de moyens de liaison 20' permettant de relier entre elles les extrémités d'un ensemble de deux ou d'un plus grand nombre de barres antivibratoires.

[0058] On va maintenant se reporter à la figure 4 pour décrire les moyens de liaison 20 d'un dispositif de calage suivant l'invention permettant de relier entre elles les extrémités des barres antivibratoires 15.

[0059] Chacun des moyens de liaison 20 est constitué d'une pièce allongée 21 appelée peigne et comportant des encoches 21a, d'une barrette de fermeture constituant le couvercle 22 destinée à venir se positionner sur les encoches 21a, et des moyens de fixation du couvercle sur le peigne constitués par une ou plusieurs vis 23. Les encoches 21a sont dimensionnées de façon à recevoir les extrémités des barres antivibratoires 15. Un peigne 21 comporte au moins deux encoches pour permettre la liaison des barres antivibratoires. Le peigne central qui se trouve être le plus important peut comporter jusqu'à trente encoches.

[0060] Afin d'améliorer le maintien des extrémités des barres antivibratoires 15 dans les moyens de liaison 20, on utilise préférentiellement des barres antivibratoires 15 possédant des encoches dans leur partie d'extrémité. Les encoches des barres antivibratoires 15 sont positionnées en regard de l'encoche du peigne de manière à venir s'emboîter sur le fond de l'encoche du peigne, ce qui assure le maintien efficace de l'extrémité de la barre antivibratoire sur les moyens de liaison 20. Dans tous les cas, la profondeur et la largeur des encoches du peigne sont dimensionnées de manière que la section de la barre antivibratoire 15 située dans l'encoche 21a du peigne vienne approximativement remplir la dite encoche.

[0061] Le peigne 21 comporte un ou plusieurs trous taraudés aménagés entre les encoches sur la face où se situent les ouvertures des encoches et destinés à recevoir les vis de liaison 23.

[0062] Le couvercle 22 a la forme d'une barre allongée et comporte un ou plusieurs trous pour le passage des vis de liaison 23.

[0063] Lorsque les barres antivibratoires dont les extrémités sont alignées, sont introduites dans les encoches 21a du peigne 21, le couvercle est fixé au-dessus des dites encoches au moyen des vis 23 qui sont introduites dans les trous taraudés du peigne. Un ou deux points de soudure entre la tête de chaque vis 23 et le couvercle 22 du peigne 21 assurent le blocage des vis 23 en rotation.

[0064] Enfin certains peignes possèdent des trous taraudés complémentaires aménagés dans la face où se situent les ouvertures des encoches et également dans la face d'extrémité des dits peignes, comme il sera expliqué plus loin.

[0065] Afin d'assurer le bon positionnement des moyens de liaison 20 et des barres antivibratoires 15 par rapport aux tubes 10 du faisceau et plus particuliè-

rement par rapport au chignon 9, des butées 24 composées d'un patin 25, d'un cavalier 26 et d'une vis 27, sont installés sur les peignes et viennent prendre appui sur certains tubes 10 situés vers l'extérieur du chignon 9. Le dessin détaillé de la butée 24 est représenté sur la figure 4A.

[0066] Le patin 25 a la forme d'une petite plaque allongée, il possède un profil arrondi 25a en creux de la taille du profil extérieur d'un tube 10, ce profil arrondi représente la surface d'appui sur le tube ; la largeur de la dite butée est légèrement supérieure au diamètre d'un tube excepté sur une partie où la butée possède deux évidements 25b ; la dite butée possède un trou oblong entre les deux évidements, disposé dans le sens de la longueur afin de permettre le réglage de la position de la butée au cours du montage.

[0067] Le cavalier 26 a une section en forme de U renversé, sa longueur est sensiblement celle des évidements du patin 25, il est équipé d'un trou oblong et se positionne sur le patin 25, au niveau des évidements.

[0068] La vis 27 assure la fixation du patin 25 et du cavalier 26 sur le peigne 21 par vissage dans un trou taraudé existant sur le peigne.

[0069] Une soudure entre le cavalier 26 et le peigne 21 assure le positionnement définitif du patin 25. Un point de soudure entre la tête de vis 27 et le cavalier 26 assure l'indesserrabilité de la vis 27.

[0070] Les moyens de liaison 20 reliant les extrémités des barres antivibratoires 15 situées dans un même plan méridien du chignon sont tous solidaires les uns des autres par le fait que deux moyens de liaison 20 successifs emprisonnent une extrémité 15b de barre antivibratoire 15 commune qui se trouve donc insérée dans deux peignes 21 successifs.

[0071] Dans le cas où les peignes 21 ont un nombre d'encoches suffisant, on utilisera de préférence deux extrémités de barres antivibratoires 15 en commun, insérées dans deux moyens de liaison successifs afin d'obtenir une meilleure rigidité de l'ensemble.

[0072] Les extrémités de barres antivibratoires 15 reliées à deux moyens de liaison successifs possèdent alors deux encoches pour être insérées dans les encoches des deux peignes successifs.

[0073] Lorsque tous les moyens de liaison 20 sont installés, toutes les extrémités 15b des barres antivibratoires 15 sont positionnées dans une ou deux encoches des peignes 21.

[0074] Dans le cas courant où l'on dispose trois barres antivibratoires 15 en forme de V d'ouvertures différentes, mais identiques entre chaque nappe de tubes, on relie ainsi six ensembles d'extrémités de barres antivibratoires 15 disposés sensiblement selon des méridiens du chignon dans des plans perpendiculaires au plan des nappes planes 12. L'ensemble des moyens de liaison 20 d'un même méridien est appelé ensemble de liaison des extrémités. Chacun de ces ensembles de liaison des extrémités est solidaire d'un autre ensemble de liaison des extrémités situé sur les barres antivibra-

toires de même ouverture, mais il est indépendant des 4 autres ensembles de liaison des extrémités.

[0075] Afin d'assurer la liaison entre tous les ensembles de liaison des extrémités, on installe des arceaux 30 disposés selon des parallèles de la forme hémisphérique du chignon, disposés à l'extérieur du chignon 9 et reliant entre eux les différents ensembles de liaison des extrémités.

[0076] La liaison entre les arceaux 30 et les moyens de liaison 20 est réalisé par le fait que chaque arceau est relié à un peigne 21 de chaque ensemble de liaison des extrémités. La liaison entre un arceau 30 et un peigne 21 est réalisée par une vis 31 traversant l'arceau 30 dans lequel un trou a été aménagé et venant se visser dans le trou taraudé situé dans la face d'extrémité du peigne 21 et décrit précédemment.

[0077] On disposera par exemple sept arceaux 30 pour maintenir en un ensemble rigide toutes les extrémités des barres antivibratoires. Les différents arceaux 30 sont de rayons différents selon leur emplacement au-dessus du chignon.

[0078] Il peut exister un arceau 30 central de plus grand rayon situé dans le plan de la figure 2, sa liaison avec le peigne 21 central de chaque ensemble de liaison des extrémités s'effectue au milieu du dit peigne.

[0079] En se référant à la figure 5, on a représenté la liaison entre un peigne central 21 et l'arceau 30 central.

[0080] La mise en place des tubes du faisceau et des barres antivibratoires peut être réalisé selon le procédé décrit dans le brevet FR-A-2 603 364 de la société FRAMATOME. Selon ce procédé les tubes sont montés par nappes successives à partir de la nappe la plus importante située au centre selon le plan de la figure 1 vers les nappes de tailles décroissantes et en intercalant au fur et à mesure les barres antivibratoires, lorsque la moitié du faisceau est montée, on effectue la rotation à 180° du générateur de vapeur selon son axe alors situé en position horizontale et on monte l'autre moitié du faisceau en repartant de la nappe la plus grande dimension vers les nappes de tailles décroissantes.

[0081] Afin de pouvoir installer l'arceau 30 central et le peigne 21 central, on dispose d'un peigne central composé de deux demi-peignes dont l'assemblage longitudinal est effectué par un montage genre queue d'aronde tel que représenté sur la figure 5A. Chaque demi-peigne est équipé d'une console support 28 qui vient se visser avec le couvercle 22 du peigne.

[0082] Lorsque l'on démarre la phase de montage des tubes de la deuxième moitié des tubes, on encastre le deuxième demi-peigne sur le premier demi-peigne à l'aide de la queue d'aronde.

[0083] Les consoles support 28 sont montées avec les couvercles de chaque demi-peigne et possèdent un trou taraudé pour recevoir une vis de fixation. L'arceau est équipé de pattes 29 qui viennent se fixer au moyen d'une vis de fixation, traversant la patte et venant se visser dans le trou taraudé des consoles support 28.

[0084] En se référant à présent aux figures 4 et 6, on

voit que l'ensemble du dispositif de calage antivibratoire constitué par les barres antivibratoires 15, les ensembles de liaison des extrémités et les arceaux 30, est maintenu par un dispositif anti envol.

[0085] En effet, le dispositif de calage précédemment décrit peut se déplacer dans son ensemble entre les nappes de tubes. Le positionnement initial du dispositif réalisé lors du montage pourrait être amené à se modifier notamment lors du fonctionnement du générateur de vapeur. Ainsi que cela a été indiqué dans l'exposé de l'invention des dispositifs avec étriers anti envol retenus par les tubes ou avec un rail sur la plaque entretoise située près du chignon ont été utilisés.

[0086] Dans le cas de la présente invention, on utilise des supports 40 fixés sur l'enveloppe de faisceau 4 et relié au dispositif de calage antivibratoire.

[0087] Le dispositif anti-envol dont nous allons faire la description pourrait être utilisé avec un dispositif de calage antivibratoire différent de celui décrit précédemment et notamment au niveau des liaisons des extrémités des barres antivibratoires. Le support 40 destiné à assurer la fonction anti-envol se compose d'une patte métallique 41 fixée rigidement, par soudage sur l'enveloppe de faisceau 4. La patte support 41 possède à son extrémité opposée à l'enveloppe de faisceau 4, un gond 42 destiné à recevoir une cheville 44. La cheville 44 est disposée dans une direction parallèle à l'axe du générateur de vapeur.

[0088] A chaque extrémité des arceaux 30 est disposée une patte 32, fixée rigidement par soudage et solidaire de l'arceau.

[0089] Dans le cas le plus courant le générateur de vapeur est disposé avec son axe en position verticale comme représenté sur la figure 1. La description qui suit est donc faite dans cette configuration. Si le générateur de vapeur était en position horizontale les termes de positionnement devraient être adaptés en conséquence.

[0090] La patte 32 est sensiblement plane et disposée en position sensiblement horizontale, au-dessous du gond 42 et de la patte support 41, lesquels se situent dans le prolongement l'un de l'autre avec leurs faces inférieures situées dans un même plan horizontal 43.

[0091] La patte 32 possède une ouverture 33 de dimensions légèrement supérieures à celle de la section de la cheville 44.

[0092] La cheville 44 plus longue que la longueur du gond 42 est introduite dans le gond 42 de manière à dépasser de quelques millimètres au-dessus du gond 42, et de plusieurs centimètres au-dessous du gond 42 en venant traverser l'ouverture de la patte 32. Elle est ensuite soudée, en partie haute, par une soudure 45 sur la face supérieure du gond 42.

[0093] Lors du montage, il est prévu un jeu J entre la face inférieure du gond 42, située dans un plan horizontal 43 et la face supérieure de la patte 32. Ce jeu peut être matérialisé par le positionnement provisoire d'une cale (non représentée) entre les faces précitées.

[0094] Le jeu J au montage, à la température ambian-

te diminue lors du fonctionnement à température élevée. On réalisera donc un jeu J de manière à ce qu'il subsiste encore un jeu, plus faible, dans les conditions de fonctionnement.

[0095] Le dispositif ainsi constitué avec les supports permet de s'assurer que l'ensemble du dispositif de calage antivibratoire sera bien maintenu dans une position proche de celle établie lors du montage, et limite à la fois le mouvement vertical du dispositif antivibratoire vers le haut du générateur de vapeur et son basculement. Afin de laisser au système une liberté de mouvement suffisante, l'ouverture 33 dans la patte 32 est de dimensions plus grandes que la cheville 44 et permet donc un déplacement limité du dispositif de supportage dans un plan horizontal.

[0096] Enfin, pour compléter le dispositif une rondelle 46 est positionnée à l'extrémité inférieure de la cheville 44 et fixée à la dite cheville par une soudure 47, ceci permet de s'assurer que la patte 32 de l'arceau 30 ne peut en aucun cas se dégager de sa position enfilée sur la cheville 44.

[0097] Le dispositif support ainsi décrit est reproduit aux deux extrémités de l'arceau 30. Lorsque l'on dispose sept arceaux 30 comme indiqué précédemment, on installera de préférence quatorze supports répartis sur le pourtour de l'enveloppe de faisceau 4.

[0098] L'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui a été décrit.

[0099] Le dispositif de fixation des extrémités des barres antivibratoires pourrait être réalisé selon un dispositif déjà connu et être associé à des supports anti-envol tel que celui qui a été décrit.

[0100] Le dispositif anti-envol pourrait être réalisé de manière différente, à la condition de permettre la réalisation d'un jeu limité pour le déplacement de l'ensemble des moyens de liaison.

[0101] Les barres antivibratoires peuvent être d'une forme différente de celle qui a été décrite.

[0102] L'invention s'applique dans le cas de tout générateur de vapeur ou échangeur de chaleur comportant un réseau régulier de tubes comportant des parties cintrées entre lesquelles sont intercalées des barres antivibratoires.

Revendications

1. Echangeur de chaleur comprenant un faisceau de tubes (10) cintrés en U de manière à présenter deux branches droites (10a, 10b) et une partie courbe (10c) entre les deux branches droites (10a, 10b), les tubes du faisceau étant situés dans une disposition régulière dans laquelle les branches droites (10a, 10b) sont toutes parallèles entre elles et les tubes (10) disposés suivant des nappes planes parallèles entre elles, une enveloppe de faisceau (4) entourant le faisceau de tubes (10), une pluralité de barres antivibratoires (15) intercalées entre les nap-

pes adjacentes des tubes dans leur partie courbe, de manière à présenter une extrémité à l'extérieur du faisceau, des moyens de liaison (20) entre les parties d'extrémités extérieures des barres antivibratoires (15) et un dispositif anti-envol caractérisé par le fait que l'ensemble des dits moyens de liaison (20) est relié à au moins un support (40) solidaire de l'enveloppe de faisceau (4) de manière à constituer le dispositif anti-envol des barres antivibratoires en permettant un déplacement limité de l'ensemble des barres antivibratoires et de leurs moyens de liaison selon une direction parallèle aux branches droites des tubes.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de liaison (20) des extrémités des barres antivibratoires (15) comportent :

- des premiers moyens de liaison (20) reliant les extrémités des barres situées sensiblement dans des plans perpendiculaires aux plans des nappes planes et constituant des ensembles de liaison des extrémités,
- des deuxièmes moyens de liaison reliant les ensembles de liaison des extrémités.

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deuxièmes moyens de liaison reliant les ensembles de liaison des extrémités comportent au moins un arceau (30) disposé dans un plan sensiblement parallèle aux plans des nappes planes.

4. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'au moins un arceau (30) est relié au support (40) solidaire de l'enveloppe de faisceau.

5. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le dispositif anti-envol permet en outre un déplacement relatif limité dans toutes les directions entre chaque support (40) solidaire de l'enveloppe et les moyens de liaison (20) des extrémités des barres antivibratoires.

6. Echangeur de chaleur selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'arceau (30) comporte une patte (32) sensiblement horizontale avec une fenêtre (33) dans laquelle vient s'insérer une cheville (44) sensiblement parallèle aux branches droites des tubes et solidaire du support (40), le dit support étant situé du même côté de la patte que l'ensemble des moyens de liaison.

7. Echangeur de chaleur selon la revendication 6, caractérisé en ce que la fenêtre (33) possède des di-

mensions intérieures plus grandes que les dimensions extérieures de la cheville (44) afin de permettre un déplacement dans les deux dimensions situées dans le plan perpendiculaire aux branches droites des tubes.

8. Echangeur de chaleur selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'un jeu à froid J est prévu suffisant entre la patte (32) de l'arceau (30) et la partie du support (40) situé en regard de la patte afin qu'il subsiste encore un jeu à chaud pendant le fonctionnement de l'échangeur de chaleur.
9. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour lequel les parties d'extrémité extérieures des barres antivibratoires (15) sont réparties suivant une pluralité d'ensembles d'au moins deux barres dans lesquels les barres sont alignées, caractérisé par le fait que les moyens de liaison (20) comportent pour chacun des ensembles de barres antivibratoires alignées :
- un peigne (21) possédant des encoches (21a) aptes à recevoir les extrémités des barres antivibratoires (15),
 - un couvercle de peigne (22) destiné à fermer les espaces constitués par les encoches,
 - des moyens de fixation (23) du couvercle sur le peigne.
10. Echangeur de chaleur selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de fixation du couvercle sur le peigne sont constitués par des trous taraudés situés dans le peigne et des vis (23) venant se placer dans les dits trous taraudés.
11. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 9 et 10, caractérisé en ce que les barres antivibratoires (15) possèdent des encoches destinées à venir se positionner en regard des encoches correspondantes des peignes, de manière à permettre un maintien empêchant tout mouvement relatif entre les barres antivibratoires et les moyens de liaison (20).
12. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que les moyens de liaison (20) situés dans un même plan perpendiculaire aux plans des nappes planes sont liés les uns aux autres par l'intermédiaire des extrémités de certaines barres antivibratoires (15), lesquelles sont insérées dans deux peignes successifs.
13. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que les peignes (21) sont positionnés par rapport aux tubes du faisceau tubulaire au moyen d'un dispositif d'appui

(24) fixé sur le peigne et présentant une surface d'appui qui vient coopérer avec le profil extérieur de certains tubes (10).

- 5 14. Echangeur de chaleur selon la revendication 13, caractérisé en ce que le dispositif d'appui (24) est constitué par un patin (25) maintenu sur le peigne (21) par un cavalier (26) et fixé par une liaison vis-sée (27).

10

Claims

1. Heat exchanger comprising a bundle of tubes (10) bent in U-shaped manner, so as to provide two straight branches (10a, 10b) and a curved part (10c) between the two straight branches (10a, 10b), the tubes of the bundle being in a regular arrangement in which the straight branches (10a, 10b) are all parallel to one another and the tubes (10) arranged in parallel planar layers, a bundle envelope (4) surrounding the tube bundle (10), a plurality of damping rods (15) placed between adjacent layers of tubes in the curved part thereof, so as to have an end outside the bundle, linking means (20) between the outer end parts of the damping rods (15) and an anti-blowout device, characterized in that the assembly of said linking means (20) is connected to at least one support (40) integral with the bundle envelope (4), so as to form the damping rod anti-blowout device, whilst permitting a limited displacement of all the damping rods and their linking means in a direction parallel to the straight branches of the tubes.
2. Heat exchanger according to claim 1, characterized in that the linking means (20) of the ends of the damping rods (15) comprise first linking means (20) linking the ends of the rods located substantially in planes perpendicular to the planes of the planar layers and constituting end linking assemblies and second linking means linking the end linking assemblies.
3. Heat exchanger according to claim 2, characterized in that the second linking means linking the end linking assemblies comprise an arch (30) placed in a plane substantially parallel to the planes of the planar layers.
4. Heat exchanger according to claim 3, characterized in that at least one arch (30) is connected to the support (40) integral with the bundle envelope.
5. Heat exchanger according to any one of the preceding claims, characterized in that the anti-blowout device also permits a limited relative displacement in all directions between each support (40) integral

with the envelope and the linking means (20) of the ends of the damping rods.

6. Heat exchanger according to claim 4, characterized in that the arch (30) has a substantially horizontal lug (32) with a window (33), in which is inserted a pin (44) substantially parallel to the straight branches of the tubes and integral with the support (40), said support being located on the same side of the lug as the linking means assembly. 5 10
7. Heat exchanger according to claim 6, characterized in that the window (33) has larger internal dimensions than the external dimensions of the pin (44), in order to permit a displacement in the two dimensions located in the plane perpendicular to the straight branches of the tubes. 15
8. Heat exchanger according to claim 6, characterized in that a clearance when cold J is provided in adequate form between the lug (32) of the arch (30) and the part of the support (40) facing the lug, so that there is still a clearance when hot when the heat exchanger is operating. 20 25
9. Heat exchanger according to any one of the preceding claims, for which the outer end parts of the damping rods (15) are distributed in accordance with a plurality of assemblies having at least two rods, in which the rods are aligned, characterized in that the linking means (20) for each of the assemblies of aligned damping rods comprise a cleat (21) having notches (21a) able to receive the ends of the damping rods (15), a cleat cover (22) for closing spaces constituted by notches and means (23) for fixing the cover to the cleat. 30 35
10. Heat exchanger according to claim 9, characterized in that the means for fixing the cover to the cleat are constituted by tapped holes located in the cleat and screws (23) placed in said tapped holes. 40
11. Heat exchanger according to either of the claims 9 and 10, characterized in that the damping rods (15) have notches for positioning facing corresponding notches of the cleats, so as to permit a securing effect preventing any relative movement between the damping rods and the linking means (20). 45
12. Heat exchanger according to any one of the claims 9 to 11, characterized in that the linking means (20) located in the same plane perpendicular to the planes of the planar layers are interconnected by means of the ends of certain damping rods (15), which are inserted in two successive cleats. 50 55
13. Heat exchanger according to any one of the claims 9 to 12, characterized in that the cleats (21) are po-

sitioned with respect to the tubes of the tube bundle by means of a support device (24) fixed to the cleat and having a bearing surface cooperating with the external profile of certain tubes (10).

14. Heat exchanger according to claim 13, characterized in that the support device (24) is constituted by a pad (25) maintained on the cleat (21) by a staple (26) and fixed by a screwed connection (27).

Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit einem Bündel von Rohren (10), die U-förmig so gebogen sind, daß sie zwei gerade Abschnitte (10a, 10b) und einen gekrümmten Bereich (10c) zwischen den beiden geraden Abschnitten (10a, 10b) bilden, wobei die Rohre des Bündels sich in einer regelmäßigen Anordnung befinden, in der die geraden Abschnitte (10a, 10b) alle zueinander parallel sind und die Rohre (10) in zueinander parallelen, ebenen Schichten angeordnet sind, mit einer Rohrhülle (4), die das Bündel von Rohren (10) umgibt, mit mehreren schwingungshemmenden Stäben (15), die so zwischen die benachbarten Schichten der Rohre in ihrem gekrümmten Bereich eingefügt sind, daß eines ihrer Enden außerhalb des Bündels liegt, mit Verbindungseinrichtungen (20) zwischen den äußeren Endbereichen der schwingungshemmenden Stäbe (15), und mit einer aufstiegshemmenden Vorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtheit der Verbindungseinrichtungen (20) mit mindestens einem fest mit der Bündelhülle (4) verbundenen Stützelement (40) verbunden ist, um die aufstiegshemmende Vorrichtung für die schwingungshemmenden Stäbe zu bilden, wobei eine begrenzte Verschiebung der Gesamtheit der schwingungshemmenden Stäbe und ihrer Verbindungseinrichtungen in einer Richtung parallel zu den geraden Abschnitten der Rohre erlaubt wird. 25 30 35 40
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungseinrichtungen (20) der Enden der schwingungshemmenden Stäbe (15) aufweisen:
 - erste Verbindungseinrichtungen (20), die die Enden der Stäbe verbinden, welche sich im wesentlichen in Ebenen senkrecht zu den Ebenen der ebenen Schichten befinden, und die Verbindungseinheiten für die Enden bilden,
 - zweite Verbindungseinrichtungen, die die Verbindungseinheiten der Enden verbinden.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die die Verbindungseinheiten der Enden verbindenden, zweiten Verbindungsein-

richtungen mindestens einen Bügel (30) aufweisen, der in einer Ebene im wesentlichen parallel zur Ebene der ebenen Schichten angeordnet ist.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Bügel (30) mit dem fest mit der Bündelhülle verbundenen Stützelement (40) verbunden ist. 5
5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die aufstiegshemmende Vorrichtung außerdem eine begrenzte relative Verschiebung in alle Richtungen zwischen jedem fest mit der Hülle verbundenen Stützelement (40) und den Verbindungseinrichtungen (20) der Enden der schwingungshemmenden Stäbe erlaubt. 10
6. Wärmetauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Bügel (30) eine im wesentlichen waagrechte Lasche (32) mit einer Öffnung (33) aufweist, in die sich ein Dübel (44) im wesentlichen parallel zu den geraden Abschnitten der Rohre und fest mit dem Stützelement (40) verbunden einfügt, wobei das Stützelement sich auf der gleichen Seite der Lasche befindet wie die Einheit der Verbindungseinrichtungen. 20
7. Wärmetauscher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (33) größere Innenabmessungen aufweist als die Außenabmessungen des Dübels (44), um eine Verschiebung in die beiden Dimensionen zu ermöglichen, die sich in der Ebene senkrecht zu den geraden Abschnitten der Rohre befinden. 25
8. Wärmetauscher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Spielraum J im kalten Zustand zwischen der Lasche (32) des Bügels (30) und dem Bereich des Stützelements (40) gegenüber der Lasche vorhanden ist, der ausreicht, damit im warmen Zustand während des Betriebs des Wärmetauschers noch ein Spielraum verbleibt. 30
9. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die äußeren Endbereiche der schwingungshemmenden Stäbe (15) in mehrere Einheiten von mindestens zwei Stäben verteilt sind, in denen die Stäbe fluchtend angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungseinrichtungen (20) für jede Einheit von fluchtend angeordneten schwingungshemmenden Stäben aufweist: 35
- einen Kamm (21), der rechteckigen Aussparungen (21a) aufweist, die die Enden der schwingungshemmenden Stäbe (15) aufnehmen können, 40

- einen Kammdeckel (22), der die von den Aussparungen gebildeten Räume schließen kann,
- Einrichtungen (23) zur Befestigung des Deckels am Kamm. 45

10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zur Befestigung des Deckels am Kamm aus Gewindelöchern bestehen, die sich im Kamm befinden, und aus Schrauben (32), die sich in die Gewindelöcher einfügen. 50
11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungshemmenden Stäbe (15) Aussparungen aufweisen, die sich gegenüber den entsprechenden Aussparungen der Kämmen anordnen, um einen Halt zu ermöglichen, der jede relative Bewegung zwischen den schwingungshemmenden Stäben und den Verbindungseinrichtungen (20) verhindert. 55
12. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die sich in einer gleichen Ebene senkrecht zu den Ebenen der ebenen Schichten befindenden Verbindungseinrichtungen (20) miteinander über die Enden bestimmter schwingungshemmender Stäbe (15) verbunden sind, die in zwei aufeinanderfolgende Kämmen eingefügt sind.
13. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kämmen (21) in bezug auf die Rohre des Rohrbündels mittels einer Auflagevorrichtung (24) positioniert werden, die am Kamm befestigt ist und die eine Auflagefläche aufweist, die mit dem Außenprofil bestimmter Rohre (10) zusammenwirkt.
14. Wärmetauscher nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflagevorrichtung (24) aus einer Spannplatte (25) besteht, die auf dem Kamm (21) von einem Reiter (26) gehalten und durch eine Schraubverbindung (27) befestigt wird.

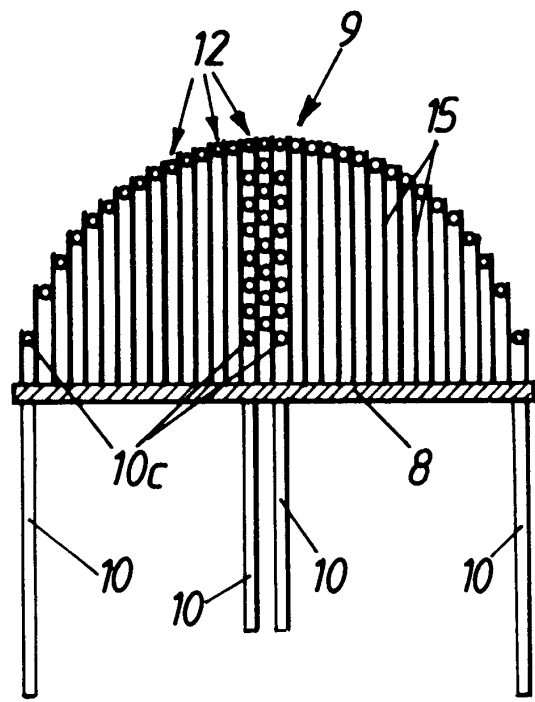
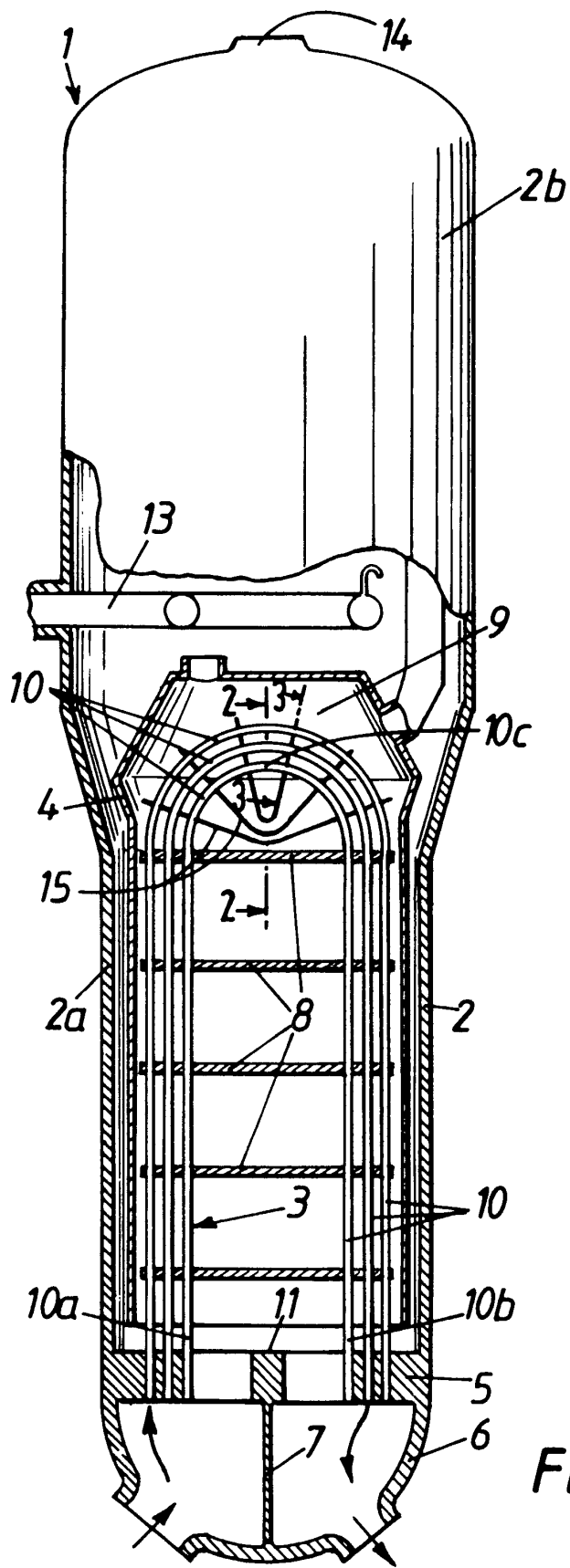


FIG. 2

FIG. 1

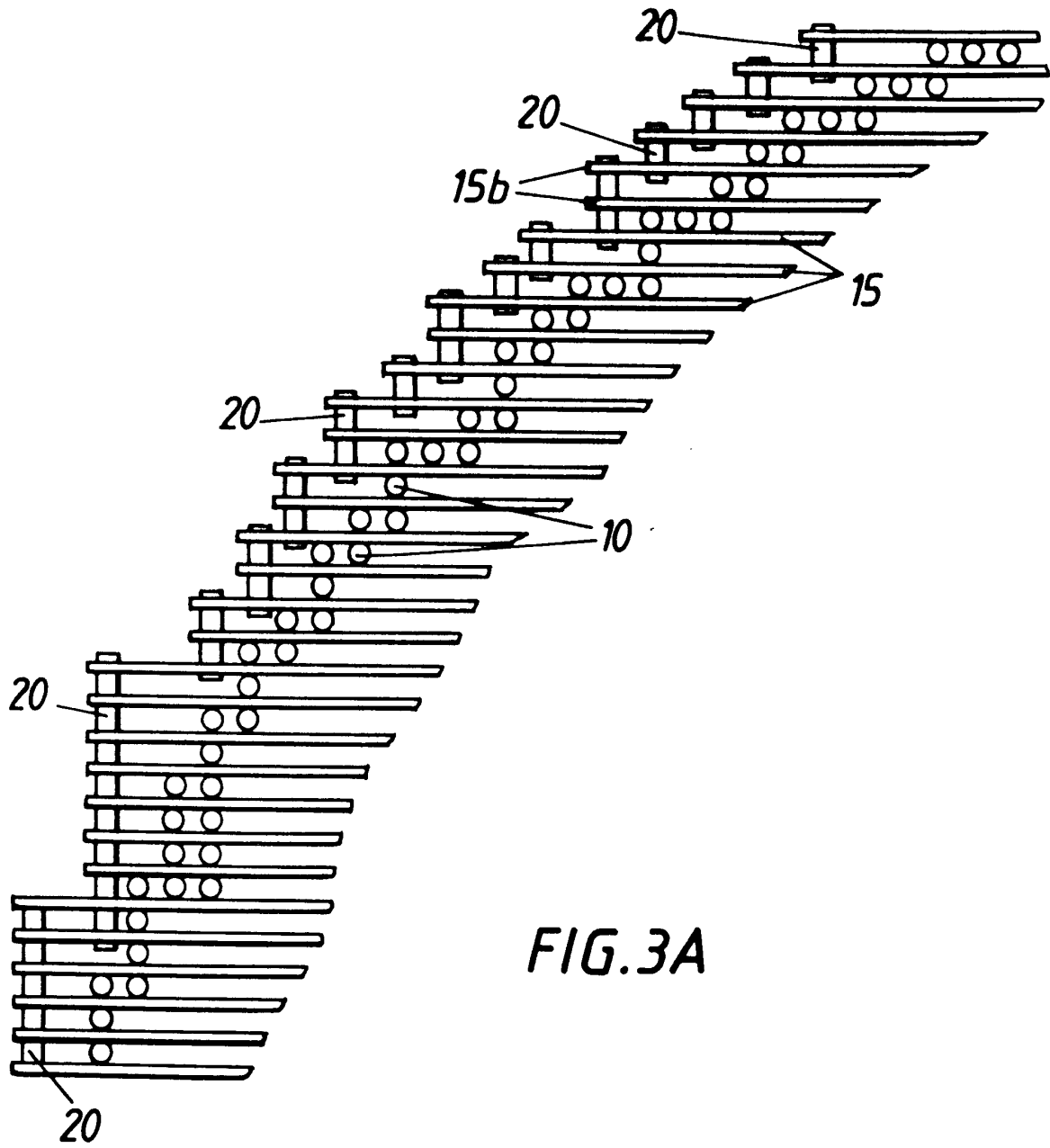


FIG.3A

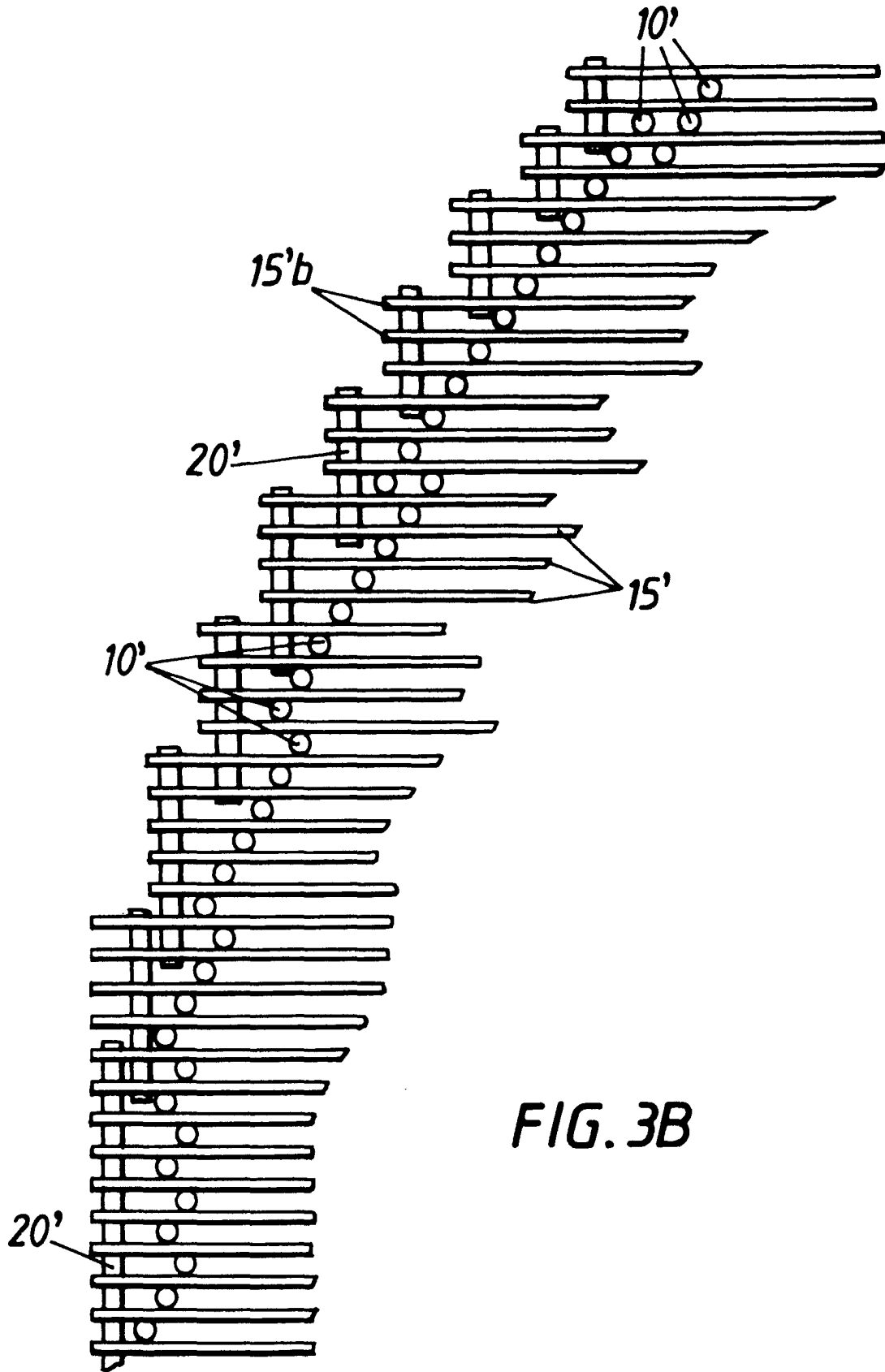


FIG. 3B

