

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:
26.02.86

⑥① Int. Cl.⁴: **F 22 B 37/20, F 28 F 9/00**

②① Numéro de dépôt: **82401941.8**

②② Date de dépôt: **22.10.82**

⑤④ **Dispositif de maintien antivibratoire d'un faisceau de tubes notamment pour générateurs de vapeur, et procédé de montage d'un tel dispositif.**

③⑩ Priorité: **23.10.81 FR 8119980**

⑦③ Titulaire: **NOVATOME, 20 Avenue Edouard Herriot,
F-92350 Le Plessis Robinson (FR)**

④③ Date de publication de la demande:
11.05.83 Bulletin 83/19

⑦② Inventeur: **Fournier, Yves, 26 avenue LaCalle d'Esse,
F-71520 Chatenoy-le-Royal (FR)**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
26.02.86 Bulletin 86/9

⑦④ Mandataire: **Bressand, Georges et al, c/o CABINET
LAVOIX 2 Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris
Cedex 09 (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés:
BE DE FR GB IT NL

⑤⑥ Documents cités:
**DE - C - 216 732
FR - A - 2 198 289
FR - A - 2 336 621
GB - A - 685 848
NL - A - 7 810 027
US - A - 2 161 019
US - A - 4 156 299**

EP 0 078 728 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

La présente invention concerne un dispositif destiné à maintenir en place un ensemble de tubes formant un faisceau tout en limitant au maximum la possibilité de vibrations de ces tubes. Ce dispositif peut être appliqué notamment au maintien d'un faisceau de tubes constituant le circuit eau-vapeur d'un générateur de vapeur du type sodium-eau qui est utilisé en particulier dans les centrales nucléaires du type à neutrons rapides.

L'invention concerne aussi le procédé de montage d'un tel dispositif.

Dans les échangeurs de chaleur dont l'un des circuits est constitué d'un faisceau de tubes il est courant de rencontrer des difficultés dans le positionnement et le maintien en place de ces tubes. Une difficulté réside dans le fait qu'il existe bien souvent des dilatations différentielles entre les tubes ce qui interdit toute fixation absolument rigide en différents points des tubes. Une autre difficulté réside dans le fait que les tubes se trouvant dans un écoulement fluide à grande vitesse il en résulte des phénomènes de vibrations dans les tubes, et il faut donc prévoir des supports qui amortissent ces vibrations et qui soient répartis de façon telle que les tronçons libres des tubes ne présentent pas une fréquence propre proche de la fréquence des vibrations.

Un tel problème de fixation d'un faisceau de tubes est tout particulièrement important et délicat dans le cas d'un générateur de vapeur du type sodium-eau dans lequel le circuit eau-vapeur est constitué d'un faisceau de tubes s'étendant à l'intérieur d'une enceinte dans laquelle circule le sodium liquide chaud. La difficulté essentielle inhérente au générateur de vapeur du type sodium-eau provient du fait que le sodium liquide possède une excellente conductibilité thermique qualité très appréciée mais qui présente tout même l'inconvénient d'infliger au faisceau de tubes des variations de température violentes en fonctionnement transitoire entraînant les dilatations différentielles importantes dans ces tubes.

On connaît dans le DE-C-2-16.732 un dispositif de maintien d'un faisceau de tubes logés dans une enceinte dans laquelle un fluide circule autour de ces tubes disposés en rangées comportant de part et d'autre de chaque rangée au moins une paire de bandes métalliques présentant chacune des ondulations adaptées à recevoir les tubes.

Le FR-A-2.198.289 se rapporte à un support de lignes de transport d'énergie comportant deux longerons entre lesquels sont placées, à intervalles déterminés, des entretoises transversales comportant deux pièces de section présentant des parties en creux destinées à recevoir les lignes de transport d'énergie.

Dans ces dispositifs les ondulations des supports sont adaptées au contour de la ligne de transport à supporter, si bien que les contacts entre les différents éléments s'effectuent selon

des surfaces de telle sorte qu'il se produit une usure importante et un matage excessif desdites lignes de transport.

5 Dans le FR-A-2.336.621 et le US-A-4.156.299 les contacts entre les supports et les tubes à maintenir s'établissent dans le plan transversal ou dans le plan longitudinal suivant une ligne entraînant également un matage excessif.

10 De plus ces divers dispositifs de maintien du faisceau de tubes présentent d'autres inconvénients, notamment une complexité relativement grande, un risque de déformation des tubes au niveau de son serrage par le support, un manque de contrôle du niveau des contraintes internes se développant dans les tubes du fait de leurs dilatations différentielles et un manque de constance dans le temps des caractéristiques de fixation et d'antivibrations.

15 La présente invention a pour objet un dispositif qui assure le maintien de tubes avec une élasticité au moyen de bandes métalliques. Les dimensions et formes de ces bandes procurent un contact ponctuel sur les tubes ce qui permet les mouvements (rotations et glissements axiaux) de ces tubes au cours du fonctionnement.

20 L'agencement du dispositif contribue à éloigner les bandes de fréquence ord des tubes pourraient être excités sur un mode commun. Il permet l'écoulement de fluide autour des tubes. L'élasticité des bandes permet d'accepter des écarts de position au moment du montage.

25 La présente invention a pour objet un dispositif de maintien d'un faisceau de tubes logés dans une enceinte dans laquelle un fluide circule autour de ces tubes disposés en rangées comportant de part et d'autre de chaque rangée au moins une paire de bandes métalliques présentant chacune des ondulations adaptées à recevoir les tubes, les ondulations des deux bandes disposées de part et d'autre d'une rangée étant situées en vis-à-vis de manière que les tubes soient ensermés sous l'action d'éléments de serrage disposés entre lesdites ondulations et serrant lesdites bandes l'une vers l'autre.

30 Selon l'invention, chaque bande métallique dont les extrémités sont aptes à être fixées aux parties fixes de l'enceinte présente au niveau de de chaque ondulation au contact d'un tube d'une part dans le sens longitudinal un rayon de courbure plus grand que le rayon du tube et d'autre part, dans le sens transversal une légère courbure continue de façon que le contact entre chaque bande métallique et le tube s'établisse selon une zone quasi-ponctuelle.

35 Selon une caractéristique préférentielle les bandes métalliques sont en acier à haute limite élastique.

40 D'autres avantages et caractéristiques propres à l'invention apparaîtront lors de l'exemple de réalisation qui va suivre. Il est illustré par les figures annexées.

45 La figure 1 est une vue simplifiée en coupe longitudinale de la partie supérieure du faisceau tubulaire d'un générateur de vapeur.

50 La figure 2 est une coupe partielle selon A-A de

la figure 1. au niveau d'un dispositif de support.

La figure 3 est une coupe partielle selon B-B de la figure 1. au niveau d'un autre dispositif de support.

La figure 4 est une vue agrandie d'un dispositif de support de la figure 1.

La figure 5 est une coupe selon C-C de la figure 4.

La figure 6 est une coupe selon D-D de la figure 5. La figure 7 est une coupe selon E-E de la figure 5. L'exemple de réalisation a été pris dans le domaine des générateurs de vapeur du type sodium-eau utilisés dans une centrale nucléaire de type à neutrons rapides.

En se reportant à la figure 1 on distingue la partie supérieure d'une structure ou enceinte de générateur de vapeur qui est constituée essentiellement d'une enveloppe cylindrique verticale extérieure 1 et d'un tube cylindrique central 2 ménageant entre eux un espace annulaire.

Des tubes 3 sont logés dans cet espace annulaire séparant le tube 2 et l'enveloppe 1. Du sodium liquide chaud circule dans l'espace annulaire compris entre l'enveloppe 1 et le tube 2 qui confinent le courant de sodium. Ce courant est parallèle à l'axe des cylindres 1 et 2 et va de bas en haut. Le sodium cède au passage sa chaleur à de l'eau sous pression qui circule dans les tubes 3 et qui se transforme alors en vapeur.

Les tubes 3 sont disposés ainsi enroulés dans la plus grande partie du générateur de vapeur et leurs extrémités inférieures et supérieures débouchent de façon connue à l'extérieur de l'enveloppe 1 du générateur de vapeur.

Sur la figure 1 on voit le raccordement avec l'extérieur de l'extrémité supérieure des tubes 3. Après la fin de la zone d'enroulement 4 des tubes 3 constituant le faisceau tubulaire proprement dit, ces tubes sont disposés longitudinalement dans leur partie 5, puis rassemblés et recourbés en forme de lyres dans leur partie 6 avant de traverser l'enveloppe 1 et de se prolonger à l'extérieur de l'enveloppe 1 d'où ils sont collectés de façon connue et non représentée ici. L'ensemble des parties longitudinales 5 des tubes sera appelé par la suite le faisceau de tubes et les parties recourbées 6 des tubes seront appelées par la suite les lyres.

Dans le générateur de vapeur que nous avons pris en exemple de réalisation, les tubes, après avoir terminé leur phase d'enroulement 4 sont recourbés de manière à former les parties 5 s'étendant longitudinalement et se situant toutes selon des rayons 9a et 9b répartis régulièrement dans le générateur de vapeur.

L'invention concerne particulièrement les dispositifs 7 et 8 servant au maintien et à l'amortissement des vibrations des extrémités des tubes 3. Le dispositif 7 est disposé au niveau des parties longitudinales de tubes 5 et le dispositif 8 plus éloigné du faisceau est disposé près des lyres 6. Sur la figure 2, on s'est représenté, en vue de dessus, les dispositifs de maintien du faisceau et sur la figure 3 on a représenté, en vue

de dessus, le dispositif de maintien des lyres. On remarque que les dispositifs de maintien de ces deux types sont construits de façon tout-à-fait semblable.

Chaque dispositif comporte des bandes de tôle d'épaisseur constante 7a, 7b, 8a, 8b, qui forment chacune des ondulations 16 adaptées aux tubes et entre lesquelles s'étendent des zones 17. Les bandes s'étendent transversalement aux tubes 5 et perpendiculairement au courant de sodium et elles sont montées par paires de part et d'autre de chaque rangée 9a, 9b de tubes 5 de manière à enserrer les tubes comme dans un collier et à les maintenir en place.

Pour décrire de façon plus détaillée la forme des bandes métalliques 7 ou 8, on se référera maintenant aux figures 5, 6 et 7. On voit sur les figures 6 ou 7 que les bandes métalliques ondulées 7a, 7b sont incurvées au en formant les ondulations 16 au niveau de chaque tube. Les deux bandes associées à une même rangée de tubes forment des logements dans lesquels passent les tubes. Les bandes sont incurvées dans les zones 17 s'étendant entre les bandes et correspondant aux intervalles séparant les tubes. Sur la figure 7, on distingue les zones 17 des bandes 7a et 7b au niveau desquelles elles sont le plus rapprochées de manière à ménager un espace 18 relativement faible. Dans chacune de ces zones 17 sont ménagés des orifices au travers desquels passent des boulons 19, 21 destinés à rapprocher les bandes métalliques 7a et 7b afin de provoquer au niveau des zones 16 de ces bandes métalliques un pincement des tubes et d'obtenir ainsi un maintien en place de l'ensemble des tubes autorisant toutefois une certaine élasticité dans le montage ainsi qu'un certain glissement longitudinal des tubes du fait des distorsions différentielles et un certain amortissement des vibrations dans l'ensemble du faisceau de tubes.

Chaque bande métallique est appliquée contre les tubes d'un seul côté. De la sorte deux bandes métalliques adjacentes appliquées contre les tubes de deux rangées adjacentes sont séparées et ménagent un espace pour la circulation du sodium.

Les extrémités des deux bandes 7a, 7b montées de part et d'autre d'une même rangée de tubes sont réunies entre elles. De plus les extrémités des bandes associées aux différentes rangées sont réunies entre elles. A cet effet, les extrémités des bandes sont fixées par des moyens connus à des pièces 12, 13, 14, 15 circulaires qui sont solidaires des composants 1 et 2 de l'enceinte.

L'effort de pincement des tubes doit être suffisamment fort pour être efficace, sans toutefois provoquer un matage ou une entaille de ces tubes. Il est d'ailleurs prévu, dans ce but, de donner aux bandes métalliques, au niveau des zones de pincement 16 une légère courbure dans le sens transversal, comme il est visible sur la figure 5, de façon que les parties latérales de la bande soient légèrement éloignées du tube sur lequel la bande vient en contact, et que seule la partie

centrale 20 de la bande soit en contact avec le tube. Il est par ailleurs préférable de prévoir pour la zone incurvée 16 de la bande métallique un rayon de courbure R1 légèrement plus grand que le rayon R2 du tube 5 ou de la pièce 11 afin que le montage des bandes métalliques sur les tubes admette de légères variations des distances séparant les tubes sans créer dans ceux-ci des contraintes anormales.

Tous les détails de la forme des bandes 7a et 7b exposés précédemment sont applicables aux bandes métalliques 8a, 8b qui forment le dispositif de support des lyres 6.

Les parties de tubes 5 n'occupent pas la totalité des emplacements possibles sur les différents rayons 9a, 9b, etc... Ceci est bien sûr uniquement lié au mode de construction de ce générateur de vapeur qui a été pris en exemple de réalisation. On voit par conséquent, sur les figures 1 et 2, des emplacements 10 qui ne sont pas occupés par l'un des tronçons 5 des tubes. Comme la répartition des tubes 5 sur rayon 9 est différente pour tous ces rayons, au lieu de constituer des tubes métalliques support différentes adaptées à chacune des rangées de tubes disposées sur les différents rayons 9a, 9b, etc, les bandes métalliques ont été construites toutes identiques, de forme ondulée et les emplacements 10 dépourvus de tubes sont occupés par des pièces cylindriques de diamètre égal à celui des tubes. Sur la figure 4, qui est une vue agrandie latérale de la figure 2, on distingue de telles pièces cylindriques 11 destinées à remplacer les tubes manquants 5.

Comme dans cet exemple de réalisation tous les tubes disposés sur un même rayon 9a, 9b, etc, sont ensuite rassemblés de façon équidistante pour former les lyres 6, au dispositif de support des lyres 6 qui est représenté en figure 3, il n'existe plus de tubes manquants, et par conséquent il n'y a plus besoin de disposer des pièces cylindriques 11. Les bandes métalliques ondulées 8a, 8b, etc, sont de ce fait tout-à-fait semblables aux bandes métalliques 7a et 7b. Elles sont simplement plus courtes.

Il est souhaitable que cet effort de pincement des tubes reste constant dans le temps. Dans le cas d'un générateur de vapeur sodium-eau, qui doit fonctionner plusieurs dizaines d'années, et qui est soumis à une température avoisinant 525°, ainsi qu'à des chocs thermiques importants, le choix du matériau composant les bandes métalliques devient délicat. La présente invention résout ce problème par le choix du matériau composant les bandes métalliques qui est un à haute limite élastique à chaud. Un acier approprié est un acier allié austénitique à durcissement structural comprenant de préférence du titane et de l'aluminium. Un tel acier est tout-à-fait adapté à l'usage qui en est fait ici dans un générateur de vapeur du type sodium-eau parce qu'il comporte à la fois une limite élastique élevée comparable à celle d'un acier trempé et un grand coefficient d'allongement ou une ductilité importante ce qui

est la caractéristique des aciers inoxydables. Il peut par conséquent conserver à 525° Cet même avantage une contrainte élastique élevée sans pratiquement aucun fluage, même après un temps relativement long.

L'invention concerne également le procédé de montage du dispositif de support antivibratoire décrit précédemment. Il est en fait important que l'effort de pincement des tubes qui est établi au niveau des zones 20 des bandes métalliques ait une valeur sensiblement constante pour tous les tubes. Cet effort de pincement est réalisé par le vissage des boulons 19. En conséquence, le procédé de montage propre à l'invention consiste à disposer les bandes métalliques 7a et 7b, ou 8a et 8b, de part et d'autre des tubes. à installer le boulon 19 en y vissant son écrou 21 avec un couple minimum de façon que la rotation de l'écrou soit interrompue aussitôt que les bandes métalliques commencent à exercer un effort de pincement sur les tubes voisins, puis à continuer de visser l'écrou 21 sur le boulon 19 selon un angle de rotation constant prédéterminé, de façon à créer dans les bandes, entre chaque tube, une flèche constante prédéterminée, et par conséquent à créer un effort de pincement du tube lui-même relativement constant et prédéterminé, puis enfin à immobiliser l'écrou 21 sur le boulon 19 par tout moyen approprié par exemple en effectuant un macage important, un goupillage, ou un point de soudure.

5

10

15

20

25

30

35

Revendications

40

45

50

55

60

65

1.- Dispositif de maintien d'un faisceau de tubes (5) logés dans une enceinte (1, 2) dans laquelle un fluide circule autour de ces tubes disposés en rangées (9a, 9b) comportant de part et d'autre de chaque rangée au moins une paire de bandes métalliques (7a, 7b, 8a, 8b) présentant chacune des ondulations (16) adaptées à recevoir les tubes les ondulations des deux bandes disposées de part et d'autre d'une rangée étant situées en vis-à-vis de manière que les tubes soient enserrés sous l'action d'éléments de serrage (19, 21) disposés entre lesdites ondulations et serrant lesdites bandes l'une vers l'autre, caractérisé par le fait que chaque bande métallique, dont les extrémités sont aptes à être fixées aux parties fixes de l'enceinte présente au contact d'un tube (5) d'une part dans le sens longitudinal un rayon de courbure (R1) plus grand que le rayon (R2) du tube et d'autre part, dans le sens transversal, une légère courbure continue (20) de façon que le contact entre chaque bande métallique et le tube s'établisse selon une zone quasi-ponctuelle.

2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les bandes métalliques ondulées (7a, 7b, 8a, 8b) sont faites en acier à haute limite élastique.

3.- Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ledit acier est un acier

austénitische durch Verfestigung.

4.- Vorrichtung nach einer beliebigen der Ansprüche vorhergehender. gekennzeichnet durch die Tatsache, daß für jede Metallbande gewellte alle Wellen in der Richtung der Rohre kommen in Kontakt mit einem Rohr (5) oder, falls dieses fehlt, mit einem Ersatzteil (11) in Zylinderform mit dem gleichen Durchmesser wie der der Rohre.

5.- Verfahren zum Anbringen einer Vorrichtung für ein Rohrbündel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein gewelltes Band (7a, 7b, 8a, 8b) jeweils auf jeder Seite der zu immobilisierenden Rohreihe angelegt wird, auf den gewellten Bändern befestigte Gewindestifte (19, 21) verschraubt werden bis die gewellten Bänder in einer Stellung sind, in der das Klemmen der Bänder auf den Rohren beginnt, und daß die Verschraubung der Gewindestifte mit einem konstanten vorbestimmten Drehwinkel fortgesetzt wird, so daß in den Bändern zwischen jedem Rohr eine konstante vorbestimmte Durchbiegung entsteht.

Patentansprüche

1. Halterung für ein Rohrbündel (5), das in einem Behälter (1, 2) angeordnet ist, in dem ein Fluid um diese in Reihen (9a, 9b) angeordneten Rohre zirkuliert und der zu beiden Seiten jeder Reihe mindestens ein Paar Metallbänder (7a, 7b, 8a, 8b) aufweist, die jeweils zur Aufnahme der Rohre angepaßte Wellen (16) aufweisen, wobei die Wellen zweier zu beiden Seiten einer Reihe angeordneter Bänder so gegenüber angeordnet sind, daß die Rohre unter Einwirkung von Klemmelementen (19, 21) geklemmt werden, wobei die Klemmelemente zwischen den Wellen angeordnet sind und die Bänder aufeinander zuziehen, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Metallband, dessen Enden an den festen Teilen des Behälters befestigt werden können, auf der Höhe einer jeden mit einem Rohr (5) in Kontakt stehenden Welle (16) einerseits in Längsrichtung einen Krümmungsradius (R1), der größer als der Radius (R2) des Rohrs ist und andererseits in Querrichtung eine leichte kontinuierliche Krümmung (20) aufweist, derart, daß der Kontakt zwischen jedem Metallband und dem Rohr in einer quasi punktuellen Zone erfolgt.

2. Halterung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gewellten Metallbänder (7a, 7b, 8a, 8b) aus Stahl mit hoher Elastizitätsgrenze bestehen.

3. Halterung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl ein austenitischer Stahl mit struktureller Härtung ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei jedem gewellten Metallband alle nach innen gekrümmten Wellen (16) in Richtung der Rohre mit einem Rohr (5) in Kontakt stehen oder falls ein solches fehlt, mit einem Ersatzteil (11) in Zylinderform mit dem gleichen Durchmesser wie der der Rohre.

5. Verfahren zum Anbringen einer Halterung für ein Rohrbündel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein gewelltes Band (7a, 7b, 8a, 8b) jeweils auf jeder Seite der zu immobilisierenden Rohreihe angelegt wird, auf den gewellten Bändern befestigte Gewindestifte (19, 21) verschraubt werden bis die gewellten Bänder in einer Stellung sind, in der das Klemmen der Bänder auf den Rohren beginnt, und daß die Verschraubung der Gewindestifte mit einem konstanten vorbestimmten Drehwinkel fortgesetzt wird, so daß in den Bändern zwischen jedem Rohr eine konstante vorbestimmte Durchbiegung entsteht.

Claims

1.- Support device for a tube bundle (5) housed in a vessel (1, 2) within a fluid flows around these tubes arranged in rows (9a, 9b) comprising on each side of each row at least one pair of metal strips (7a, 7b, 8a, 8b) each having undulations (16) adapted to receive the tubes, the undulations of the two strips arranged on each side of a row being located facing each other so that the tubes are gripped under the effect of clamping elements (19, 21) arranged between said undulations and clamping said strips towards one another, characterized in that, the ends of strips being joined to fix portions of said vessel, each of said strips having, at the level of each undulation (16) in contact with a tube (5), in the longitudinal direction, a radius of curvature (R1) greater than the radius of curvature (R2) of said tube, and, in the transverse direction, a slight continuous curvature (20) so that each said strip and the corresponding tube are in contact in a quasi-pontual zone.

2.- Device according to claim 1, characterized in that the undulate metal strips (7a, 7b, 8a, 8b) are formed of steel with a high yield strength.

3.- Device according to claim 2, characterized in that said steel is an austenitic steel with structural hardening.

4.- Device according to any preceding claim, characterized in that, for each undulated metal strip, all the undulations incurred (16) in the direction of the tubes come into contact with a tube (5) or, failing this, with a replacement part (11) of cylindrical shape and of diameter equal to that of the tubes.

5.- Method of assembling an anti-vibration support device for a tube bundle in accordance with claim 1, said method comprising applying an undulated strip (7a, 7b, 8a, 8b) on each side of the row of tubes to be immobilized, screwing the bolts (19, 21) mounted on the undulated strips until they are in a position of commencing to clamp the strips to the tubes, then continuing the screwing of the boltsthrough a pre-determined constant angle of rotation amount, so as to create in the strips, between each tube, a pre-determined constant yield.

Fig 1

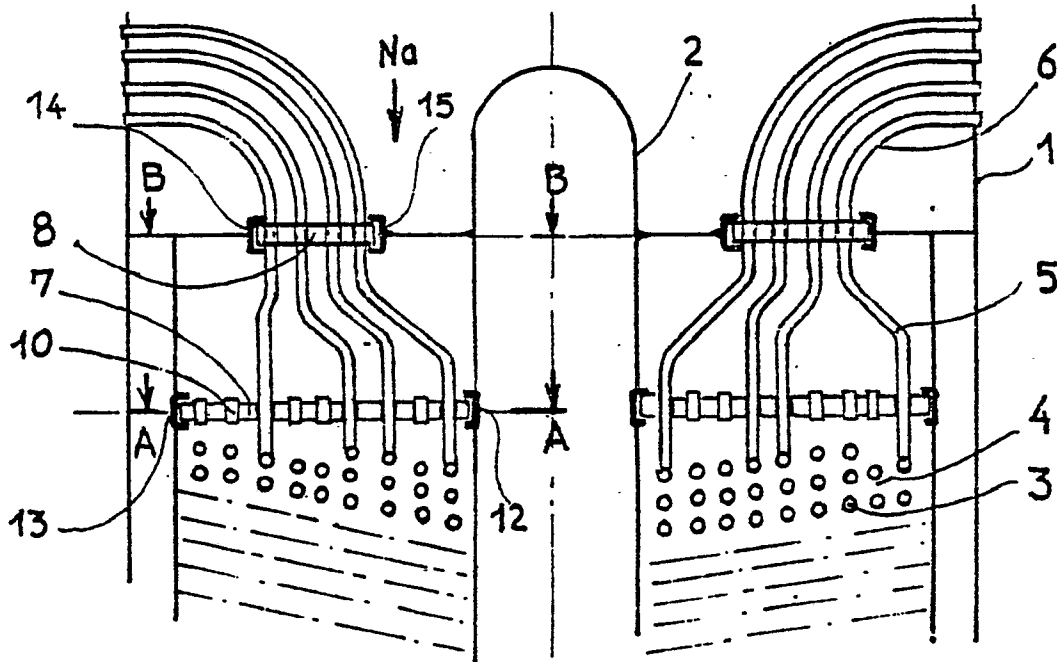


Fig 2

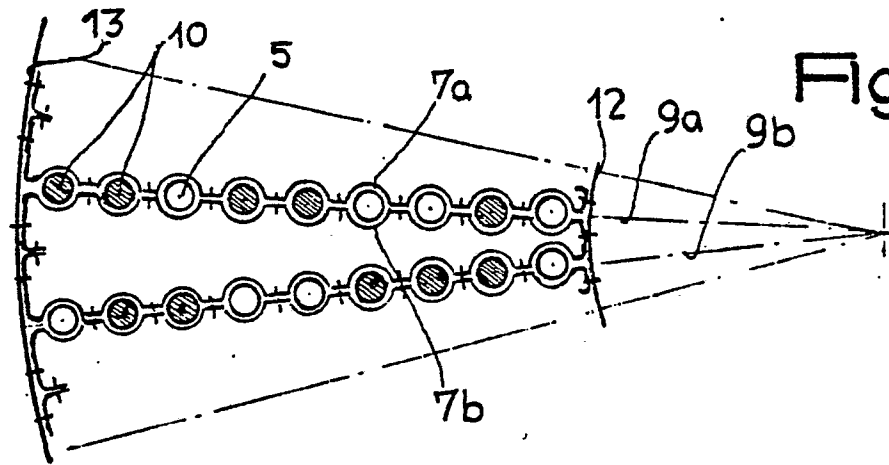


Fig 3

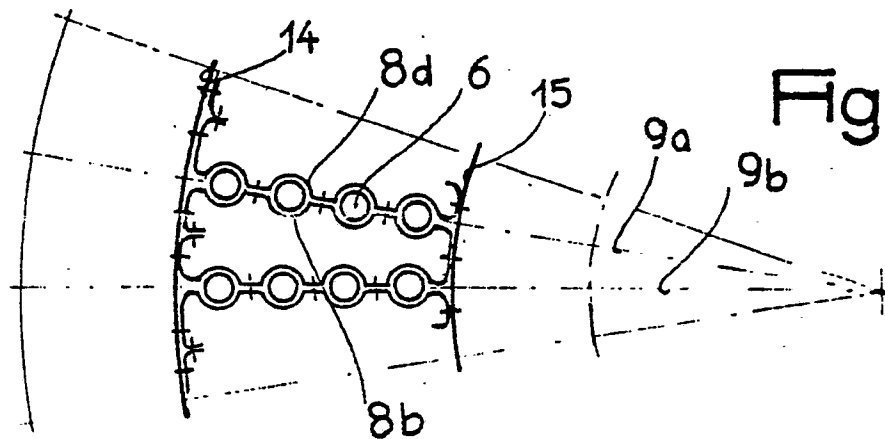


Fig 4

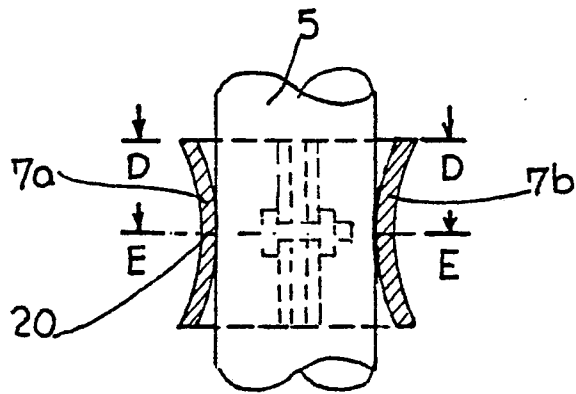
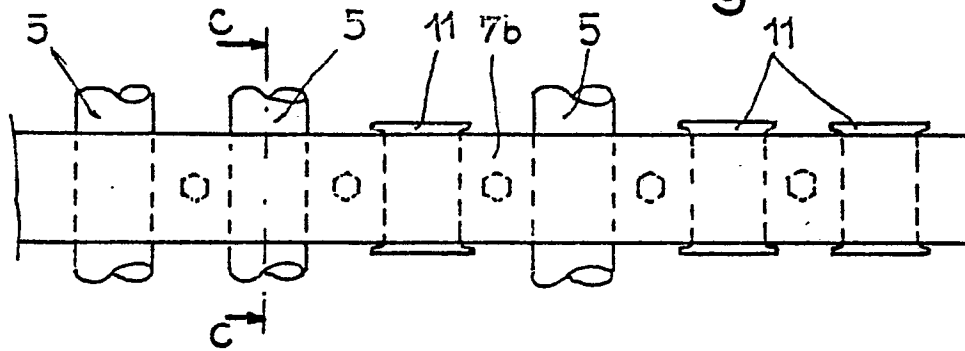


Fig 5

Fig 6

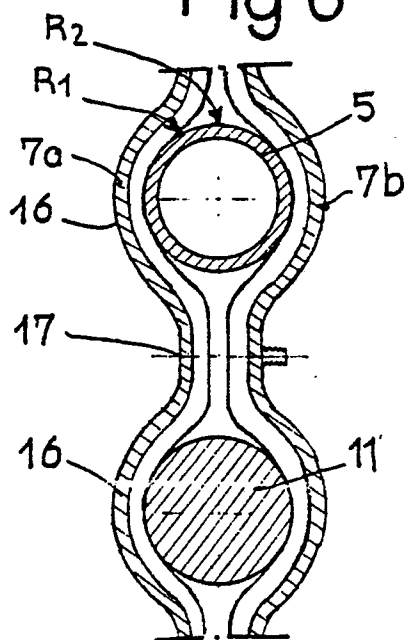


Fig 7

