

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt: 82401941.8

⑤① Int. Cl.³: **F 22 B 37/20, F 28 F 9/00**

⑱ Date de dépôt: 22.10.82

⑳ Priorité: 23.10.81 FR 8119980

⑦① Demandeur: **CREUSOT-LOIRE, 42 rue d'Anjou, F-75008 Paris (FR)**

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

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

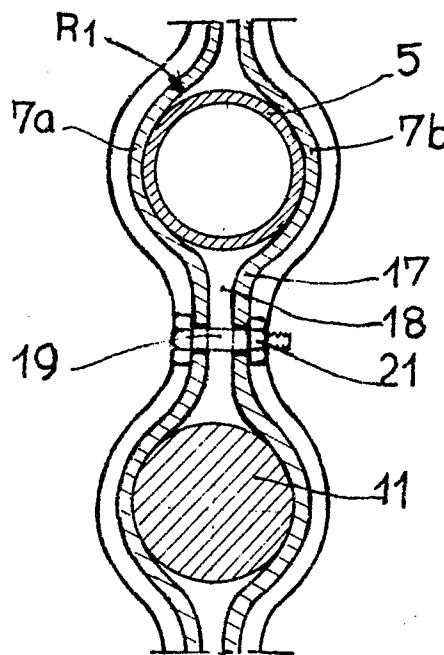
⑧④ Etats contractants désignés: **BE DE FR GB IT NL**

⑦④ Mandataire: **Dupuy, Louis et al, CREUSOT-LOIRE 15 rue Pasquier, F-75383 Paris Cedex 8 (FR)**

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

⑤⑦ Ce dispositif de maintien antivibratoire d'un faisceau de tubes est constitué de bandes métalliques ondulées (7a, 7b), chaque rangée de tubes (5) recevant au moins un ensemble de deux bandes métalliques s'étendant transversalement aux tubes, de part et d'autre de la rangée de tubes, les bandes métalliques (7a, 7b) étant incurvées en direction des tubes au niveau de chaque tube (5, 11) et étant incurvées dans l'autre sens au niveau de chaque intervalle séparant les tubes (5, 11), les bandes (7a, 7b) situées de part et d'autre des mêmes tubes se trouvant ainsi rapprochées l'une de l'autre, entre les tubes, avec toutefois un faible espace (18) les séparant, il est prévu aussi des éléments de serrage (19, 21) destinés à exercer un effort de serrage des bandes l'une vers l'autre, au niveau des zones situées entre les tubes, de façon à appliquer avec un effort prédéterminé les bandes de part et d'autre des tubes, au niveau des zones incurvées dans la direction des tubes.

Application notamment aux tubes des générateurs de vapeur.



"Dispositif de maintien antivibratoire d'un faisceau de tubes notamment pour générateur de vapeur, et procédé de montage d'un tel dispositif"

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 de même l'inconvénient d'infliger au faisceau de tubes des variations de température violentes en fonctionnement transitoire, entraînant des dilatations différentielles importantes dans ces tubes.

Divers dispositifs de maintien du faisceau de tubes ont été déjà proposés mais ils présentent certains inconvénients, notamment une complexité relativement grande, un risque de déformation ou d'usure 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.

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. L'agencement du dispositif contribue à éloigner les bandes /ou les tubes ^{de fréquence} 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.

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, /au moins une paire de bandes métalliques ^{comportant} 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 enserrés sous l'action d'éléments de serrage disposés entre lesdites ondulations et serrant lesdites bandes l'une vers l'autre et il est caractérisé par le fait que les extrémités des bandes sont réunies entre elles et aux parties fixes de l'enceinte.

Selon une caractéristique chaque bande présente au niveau de chaque ondulation au contact d'un tube une légère courbure dans le sens transversal de façon que les parties latérales de la bande soient éloignées du tube et que seule la partie centrale de la bande soit en contact avec celui-ci.

Selon une autre caractéristique le rayon de l'ondulation au contact d'un tube est plus grand que le rayon du tube.

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

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

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

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 constitué 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 des tubes 5 et le dispositif 8, plus éloignée du faisceau, est disposé près des lyres 6. Sur la figure 2, on a 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 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 ondes 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 dilatations 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 pincage 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.

10 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 unique-
15 ment 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 un rayon 9 est différente pour tous ces rayons, au lieu de constituer des tôles métalliques support différentes adaptées à chacune des rangées de tubes disposées sur les différents
20 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
25 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 niveau du dispositif de support des lyres 6 qui est représenté en figure 3, il n'existe plus de tubes manquants, et par
30 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,
35 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 résoud ce problème par le choix du matériau composant

les bandes métalliques qui est un acier 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 va-
5 peur 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'al-
longement ou une ductilité importante ce qui est la caractéristique des a-
ciers inoxydables. Il peut par conséquent conserver à 525° et même davanta-
ge une contrainte élastique élevée sans pratiquement aucun fluage, même a-
10 près 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.
15 Cet effort de pincement est réalisé par le vissage des boulons 19. En consé-
quence, 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
20 métalliques commencent à exercer un effort de pinçage 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 cha-
que tube, une flèche constante prédéterminée, et par conséquent à créer un effort de pincement du tube lui-même relativement constant et prédéterminé,
25 puis enfin à immobiliser l'écrou 21 sur le boulon 19 par tout moyen approprié par exemple en effectuant un matage important, un goupillage, ou un point de soudure.

L'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui vient d'être décrit, elle en comporte au contraire toutes les variantes et l'on peut mo-
30 difier les points de détail sans pour autant sortir du cadre de l'invention. L'invention peut s'appliquer notamment à tout appareil comprenant un faisceau tubulaire.

REVENDIGATIONS

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 les extrémités des bandes sont réunies entre elles et aux parties fixes de l'enceinte.

2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque bande métallique (7a,7b) présente au niveau de chaque ondulation (16) au contact d'un tube (5), une légère courbure (20) dans le sens transversal de façon que les parties latérales de la bande métallique soient éloignées du tube et que seule la partie centrale de la bande soit en contact avec celui-ci.

3.- Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que le rayon de courbure (R1) de la bande métallique, de chaque ondulation (16) au contact d'un tube (5) est plus grand que le rayon (R2) du tube.

4.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les bandes métalliques ondulées (7a,7b,8a,8b) sont faites en acier à haute limite élastique.

5.- Dispositif de maintien antivibratoire selon la revendication 4, caractérisé par le fait que ledit acier est un acier austénitique à durcissement structural.

6.- Dispositif de maintien antivibratoire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que, pour chaque bande métallique ondulée, toutes les ^{ondulations} / incurvées (16) dans la direction des tubes viennent en contact avec un tube (5) ou, à défaut de celui-ci, avec une pièce de remplacement (11) de forme cylindrique et de diamètre égal à celui des tubes.

7.- Procédé de montage d'un dispositif de maintien antivibratoire d'un faisceau de tubes conforme à la revendication 4, caractérisé par le fait qu'il consiste à appliquer une bande ondulée (7a,7b,8a,8b) de chaque côté de la rangée de tubes à immobiliser, à visser les boulons (19,21) montés sur les bandes ondulées jusqu'à ce qu'ils soient en position de début de pincement

des bandes sur les tubes, puis à continuer le vissage des boulons selon une valeur d'angle de rotation constante prédéterminée, de façon à créer dans les bandes, entre chaque tube, une flèche constante prédéterminée.

Fig 1

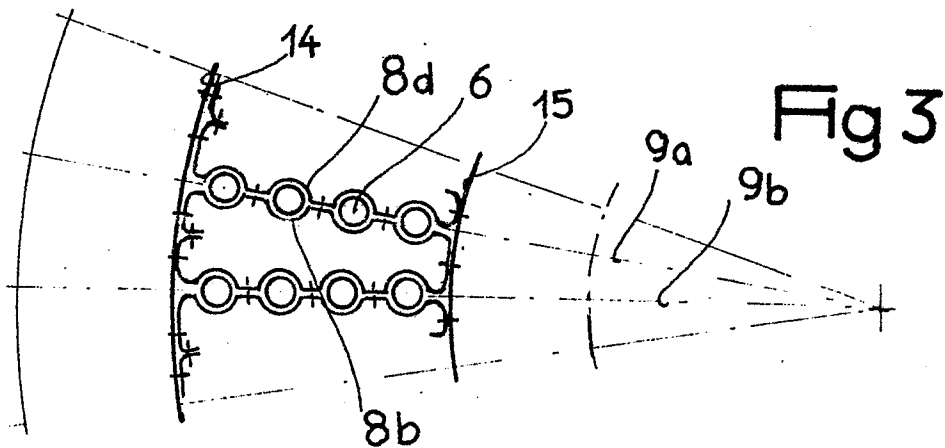
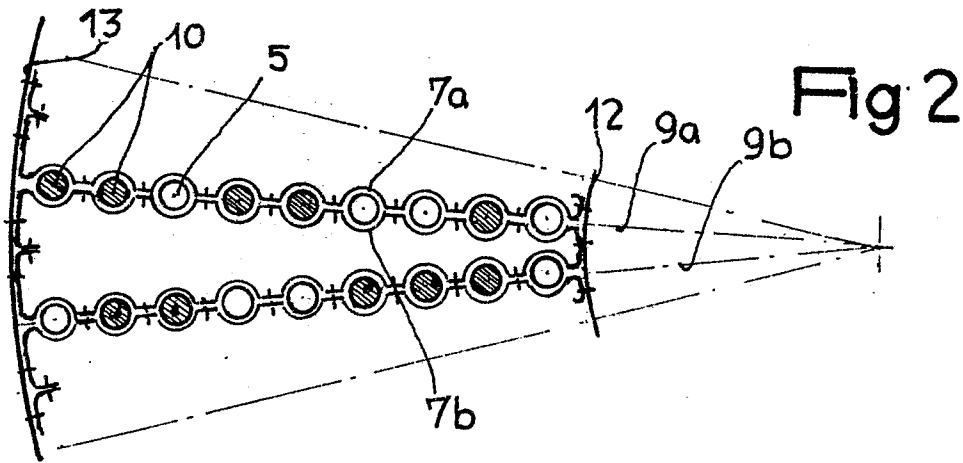
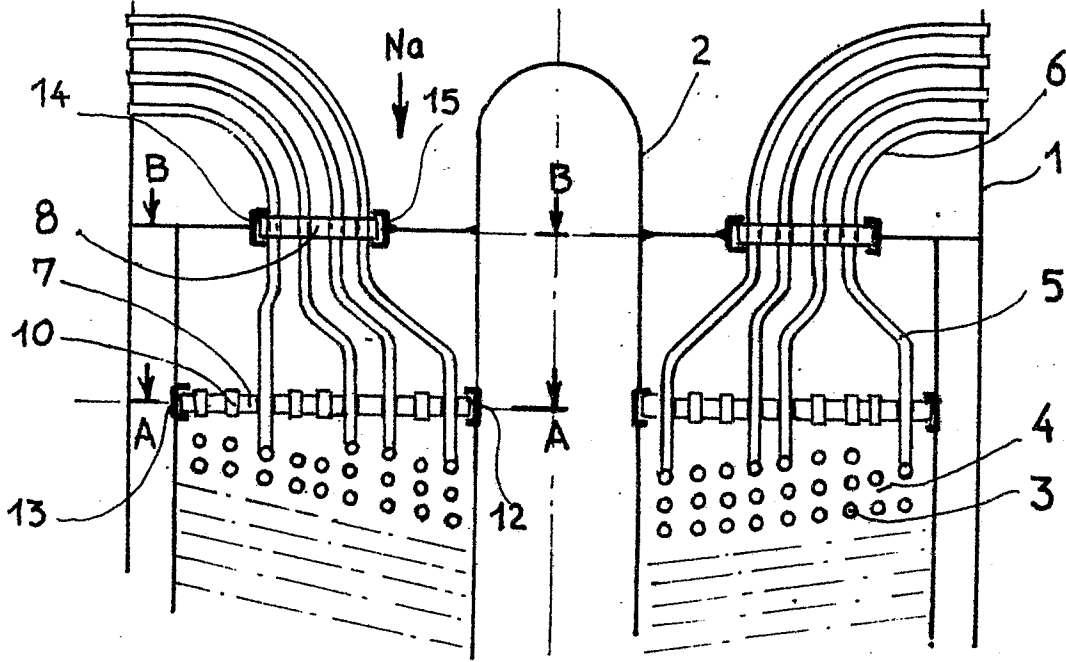


Fig 4

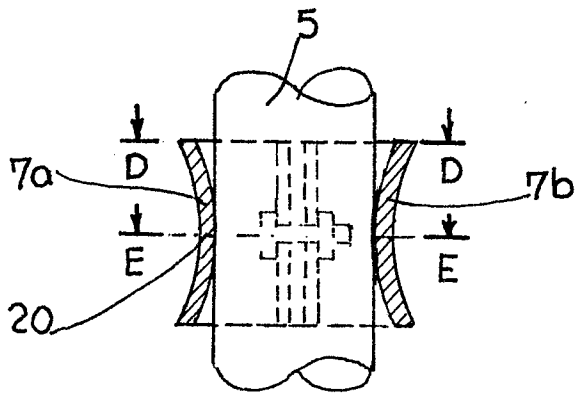
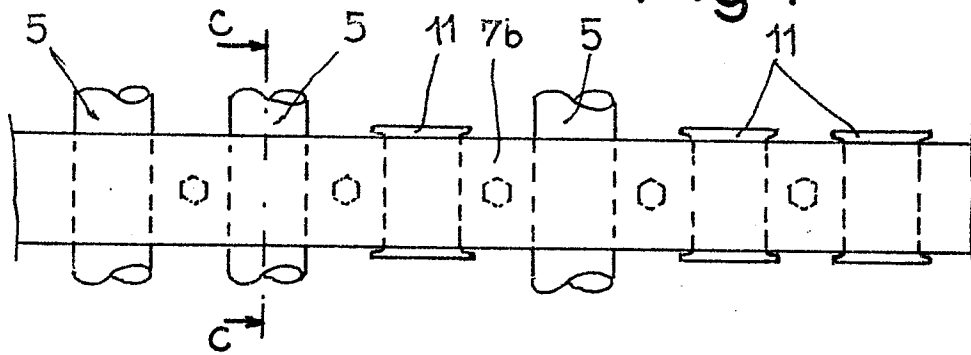


Fig 5

Fig 6

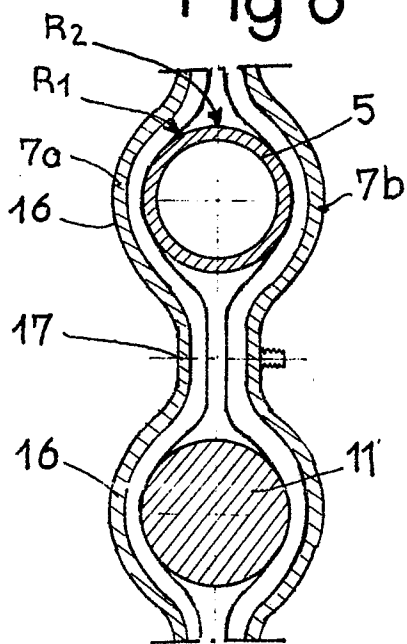
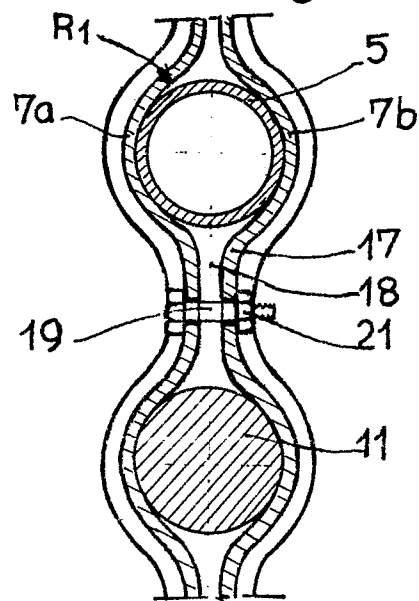


Fig 7





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Y	<p style="text-align: center;">---</p> DE-C- 216 732 (REYNOLDS) *Page 2, lignes 41-46; figures*	1	F 22 B 37/20 F 28 F 9/00
Y	<p style="text-align: center;">---</p> FR-A-2 198 289 (HENNIG) *Page 4, ligne 21 jusqu'à page 7, ligne 13; figures*	1,2	
A	<p style="text-align: center;">---</p> FR-A-2 336 621 (FIVES-CAIL) *Page 3, ligne 26 jusqu'à page 4, ligne 36; figures*	3	
A	<p style="text-align: center;">---</p> US-A-4 156 299 (KOVAC) *Colonne 2, lignes 37-66; figures*	2,4	
A	<p style="text-align: center;">---</p> US-A-2 161 019 (COY)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
A	<p style="text-align: center;">---</p> NL-A-7 810 027 (STORK)		F 22 B F 28 D F 28 F F 16 L
A	<p style="text-align: center;">---</p> GB-A- 685 848 (VICKERS)		

Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 02-02-1983	Examineur VAN GHEEL J.U.M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	