

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 81 19981

⑤④ Dispositif de fixation d'un faisceau de tubes, notamment pour générateur de vapeur.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). F 28 F 9/00; F 22 B 37/20; F 28 D 7/00.

②② Date de dépôt..... 23 octobre 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 17 du 29-4-1983.

⑦① Déposant : CREUSOT-LOIRE, société anonyme. — FR.

⑦② Invention de : Yves Fournier.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Louis Dupuy, Creusot-Loire,
15, rue Pasquier, 75008 Paris.

La présente invention concerne un dispositif de fixation d'un faisceau de tubes enroulés en hélice verticale suivant plusieurs couches cylindriques coaxiales. L'invention est applicable notamment au faisceau de tubes d'un générateur de vapeur.

5 Dans un faisceau de tubes enroulés en hélice verticale suivant plusieurs couches cylindriques coaxiales, il est nécessaire de disposer des éléments de support des tubes destinés au maintien en position de ces tubes de façon à maintenir un espace régulier entre deux spires consécutives d'une même couche et entre deux spires appartenant à deux couches consécutives, tout en limitant les possibilités de déplacement angulaire des couches les unes par rapport aux autres.

10 Le dispositif de fixation des tubes doit permettre d'autre part une certaine souplesse de l'ensemble des tubes de façon que les dilatations et les vibrations qui peuvent se produire dans ces tubes ne provoquent pas des contraintes anormalement élevées.

15 On connaît déjà des dispositifs de fixation de tubes tels que décrits précédemment, et en particulier on connaît un dispositif de fixation qui fait l'objet du brevet français n° 2.304.048 du 12 Mars 1975. Cependant, ces dispositifs connus ne présentent pas toutes les garanties de précision et de fiabilité en ce qui concerne la force de serrage de chaque tube et la localisation exacte du point de contact réel entre le dispositif de fixation et le tube, entraînant ainsi une précision insuffisante quant à la connaissance du comportement dynamique du tube ainsi que son degré de matage au niveau des dispositifs de fixation. En fait, les dispositifs connus pour la fixation d'un faisceau de tubes présentent les inconvénients précédemment cités principalement lorsque le faisceau de tubes constitue le circuit secondaire d'un générateur de vapeur du type sodium-eau. En effet, dans ce cas, l'utilisation de sodium liquide chaud en tant que fluide caloporteur présente la particularité de soumettre la structure du générateur de vapeur à des chocs thermiques extrêmement violents du fait de la conductibilité thermique exceptionnellenent grande du sodium liquide. Le faisceau tubulaire qui constitue le circuit eau-vapeur est ainsi soumis à des dilatations pouvant varier très brutalement dans le temps ainsi qu'à des différences de dilatation entre les différents éléments qui le constituent. Le faisceau de tubes peut être d'autre part soumis à des vibrations du fait de la circulation à grand

vitesse du sodium liquide autour des tubes et de la vapeur d'eau à l'intérieur des tubes. Dans ces conditions, les dispositifs de fixation prennent une importance très grande et sont délicats à réaliser du fait des fonctions multiples et presque contradictoires qu'ils doivent remplir, à savoir le positionnement précis des tubes, l'amortissement de leurs vibrations, tout en autorisant leur dilatation dans plusieurs directions et en évitant un matage et une usure trop importants.

La présente invention vise à pallier les inconvénients précédemment cités.

10 D'autre part, dans les faisceaux tubulaires existants, les dispositifs de fixation des tubes ne réalisent qu'une liaison qui est approximativement du type "rotule". Le tube est astreint à garder une position fixe dans l'espace à l'endroit de chaque dispositif de fixation, mais il peut avoir un certain mouvement de rotation autour de ce point. En conséquence, la fréquence propre d'une portion de tube située entre deux dispositifs de fixation successifs est relativement basse. Afin de limiter les vibrations dans les tubes, il est nécessaire d'éloigner la fréquence propre du tube de la fréquence d'excitation. Or, dans la pratique, comme la fréquence d'excitation qui provient principalement de l'écoulement du sodium autour du tube est relativement basse, il est avantageux de fixer le tube de façon que sa fréquence propre soit la plus élevée possible. La présente invention vise donc, d'autre part, à créer un dispositif de fixation de tube qui soit tel que la fréquence propre du tube soit la plus élevée possible.

La présente invention concerne donc un dispositif de fixation d'un faisceau de tubes enroulés en hélice suivant plusieurs couches cylindriques coaxiales, comprenant des tiges longitudinales munies d'encoches de forme cylindrique destinées à recevoir chaque portion de tube correspondant à la même couche cylindrique, lesdites tiges étant disposées ainsi entre chaque couche de tubes de façon à former plusieurs nappes radiales planes, des éléments de fixation des tubes sur ces tiges étant intercalés entre deux tiges consécutives d'une même nappe radiale plane, chaque élément de fixation comprenant essentiellement une pièce susceptible de coiffer deux spires encochées consécutivement dans la tige correspondante, le pincage des tubes entre la tige et l'élément de fixation correspondant étant réalisé à l'aide d'une vis vis-
35 sée dans la tige et s'appuyant sur l'élément^{de}/fixation.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le dispositif de fixation est appliqué sur le tube de façon isostatique, le contact entre le dispositif de fixation et le tube correspondant s'effectuant en trois

zones quasi ponctuelles espacées les unes des autres. Dans ces conditions, on remarque que le dispositif de fixation réalise un encastrement du tube, ce qui donne une liaison plus rigide que la liaison "rotule", ce qui augmente la fréquence propre du tube.

5 Selon une autre caractéristique de l'invention, ladite vis destinée à créer l'effort de pincage du tube s'appuie sur l'élément de fixation par une liaison de type rotule.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, les encoches de forme cylindrique ménagées dans la tige et dans l'élément de fixation ont un rayon de courbure légèrement supérieur à celui des tubes.

15 Selon une autre caractéristique de l'invention, après le vissage approprié de la vis de serrage, il est prévu une immobilisation en rotation de cette vis par un matage d'une partie de faible épaisseur de l'élément de fixation provoquant ainsi le sertissage de cette partie sur une zone périphérique crantée de la tête de la vis.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description détaillée de l'exemple de réalisation qui va suivre, donné à titre illustratif mais non limitatif, en se référant aux figures annexées.

20 La figure 1 représente une vue en coupe A-A d'un dispositif de fixation conforme à l'invention.

La figure 2 représente une vue de dessus du même dispositif de fixation.

La figure 3 représente une coupe B-B de la figure 1.

25 La figure 4 représente une portion d'un ensemble d'éléments de fixation disposés en nappes radiales.

La figure 5 est une vue suivant C-C de la figure 4.

30 Sur la figure 4 qui est une vue selon un plan radial d'un ^{un}générateur de vapeur, on distingue/ensemble de tubes 3 disposés selon deux couches 1, 2, cylindriques coaxiales. Cette figure 4 n'est qu'une vue partielle, le faisceau entier de tubes 3 est formé en réalité d'une pluralité de couches cylindriques coaxiales s'étendant sur une certaine longueur, de façon connue. Le dispositif de fixation des tubes est composé principalement de tiges 4, 5, 6 disposées longitudinalement, entre chaque couche cylindrique de tubes, et constituant, dans l'ensemble du faisceau cylindrique, plusieurs nappes
35 planes et radiales. Les tubes 3 sont disposés chacun dans une encoche cylindrique correspondante des différentes tiges 4, 5, 6. D'autre part, des éléments de fixations 7, 8, 9 comportant eux aussi des encoches destinées

à venir s'adapter sur les tubes sont disposés de l'autre côté des tiges correspondantes et assemblés à elles par un moyen de serrage approprié. Les éléments de fixation 7, 8, 9 ont d'autre part sur leur face opposée à la face qui s'appuie sur les tubes 3 une forme de glissière femelle
5 longitudinale dans laquelle vient se positionner les tiges 4, 5, 6 correspondant à la couche cylindrique suivante. De cette façon l'ensemble des tiges 4, 5, 6 forme une nappe plane rigide raidale puisque chaque tige est liée à la précédente et à la suivante par l'intermédiaire des éléments de fixation interposés. Cette disposition générale du dispositif de fixation
10 d'un faisceau de tubes est connu en soi. La présente invention ne réside pas dans cette disposition générale mais réside dans un perfectionnement à ce dispositif de fixation qui rend ce dernier particulièrement fiable et efficace.

En se reportant maintenant aux figures 1, 2 et 3 nous allons voir
15 en détail un exemple de réalisation qui comporte les perfectionnements qui font l'objet de la présente invention.

Les conditions très spéciales dans lesquelles fonctionne un générateur de vapeur de type sodium-eau et qui ont été rappelées précédemment, sont telles qu'un dispositif de fixation de tubes qui, en d'autres circonstances, serait considéré comme une pièce secondaire est dans le cas présent
20 une pièce importante qui relève d'une technologie délicate.

En se référant à la figure 1, on distingue deux spires consécutives du tube 3 appartenant à la même couche cylindrique du faisceau de tubes, ce tube 3 étant pincé entre la tige 4 qui s'étend longitudinalement dans le
25 faisceau tubulaire, et l'élément de fixation 8. Un moyen de serrage 11 provoque la force F qui tend à rapprocher les pièces 8 et 4. L'élément de serrage est ici constitué d'une vis 11 dont la tête comporte une embase 12 de forme sphérique de rayon R1 qui vient s'appuyer sur une surface conique correspondante 13 de l'élément de fixation 8. De cette façon, la vis 11
30 exerce sur l'élément de fixation 8 un effort F qui reste constant en intensité et en direction quelle que soit la position exacte qu'occupent l'élément de fixation 8 et la vis 11, l'élément de fixation 8 se comporte ainsi comme un palonnier qui répartit de façon égale la force F sur les deux spires du tube 3. En fait, comme l'élément de fixation 8 comporte une rainure
35 10 qui est engagée dans une tige 5 suivante, il s'ensuit que l'élément de fixation 8 a une position exacte dans l'espace qui est imposé par la position de la tige 5 dans laquelle il est engagé, et la vis 11 ne doit pas imposer elle-même une position précise à l'élément de fixation 8 puisque cet

élément de fixation a sa position imposée par la tige 5. La liaison du type rotule 12 de la vis 11 avec l'élément de fixation 8 répond bien à cette condition et établit en conséquence un montage qui est isostatique. La fixation des tubes 3 n'est fiable que si l'on sait à l'avance déterminer la position exacte des points de contact du tube avec ses éléments de support. Dans notre cas, les points de contact entre le tube et ses éléments de support ont été choisis diamétralement opposés 14, 15, ce qui est la disposition la plus rationnelle. Pour éviter tout matage anormal du tube 3 au niveau des points de contact 14, 15, les surfaces d'appui des pièces 4 et 8 avec le tube 3 arrivent en contact avec le tube tangentiellement. De cette façon, la contrainte au niveau du contact du tube 3 décroît progressivement entre le centre de la surface de contact 14 ou 15 et sa périphérie. Pour réaliser ces contacts entre deux surfaces tangentes, il est réalisé d'une part dans la tige 4 des encoches 16 de forme cylindrique destinées à recevoir le tube 3, ces encoches 16 ayant un rayon R_2 légèrement supérieur au rayon R du tube 3, et d'autre part les encoches formées sur l'élément de fixation 8 sont constituées de surfaces planes 17 au niveau du point de contact 14 sur lesquelles viennent se raccorder latéralement, tangentiellement des surfaces cylindriques concaves 18, 19, de part et d'autre, et de rayon R_3 légèrement supérieur au rayon R du tube 3. Afin de créer une continuité dans la courbure des encoches de l'élément de fixation 8, les centres de rayons de courbure des faces 18 et 19 sont espacés d'une distance d égale à la largeur d de la surface plane 17. On peut remarquer que les surfaces planes 17 se trouvent dans un plan qui est parallèle à l'axe longitudinal du faisceau tubulaire.

Sur la figure 2, on voit en vue extérieure le dispositif de fixation des tubes, ce dispositif représenté est celui correspondant aux tubes 3 qui sont enroulés hélicoïdalement avec un pas à gauche. Dans les générateurs de vapeur de ce type, il est fréquent d'alterner des couches de tubes cylindriques coaxiales enroulées hélicoïdalement à droite et à gauche. Dans ce cas, les encoches ménagées dans les tiges 4, 5, 6 et les éléments de fixation 7, 8, 9 sont inclinés par rapport à l'axe longitudinal de la tige d'un angle positif ou négatif égal à l'angle correspondant de l'hélice à pas à gauche ou à droite.

Un autre aspect de l'invention réside dans la position des points de contact 14 et 15 par rapport à une direction longitudinale du tube 3, ce qui est visible en particulier sur la figure 3. Sur cette figure 3, on voit le dispositif de fixation des tubes selon une coupe B-B. Le tube 3 est en-

roulé dans le faisceau et le rayon de courbure R4 de cet enroulement est très grand. De ce fait la zone de contact entre le tube 3 et l'élément de fixation 8 ne s'établit pas sur une génératrice de la surface 17 mais sur une zone quasi ponctuelle centrale 14, et d'autre part, pour la même raison, la zone de contact entre le tube 3 et l'encoche 16 de la tige 4 ne s'établit pas sur une génératrice mais sur deux zones quasi ponctuelles 15 des parties latérales de la tige 4. Pour que la zone de contact 15 ne s'établisse pas sur une arête de la tige 4 qui risquerait de mater de façon excessive le tube 3, les extrémités 20 de l'encoche cylindrique 16 sont légèrement évasées. De cette manière, chaque tube 3 est maintenu dans un dispositif de fixation selon trois zones de contact quasi ponctuelles 14-15, deux zones 15 séparées d'une certaine distance e étant situées sur la face du tube 3 en direction du centre du faisceau, et la zone 14 étant diamétralement opposée aux zones 15 et située dans une position médiane. De cette façon, quels que soient les mouvements ou les vibrations du tube 3, les points de contact entre ce tube et les éléments de fixation restent relativement bien définis et localisés, et tous risques de matage excessif ou de déformation du tube sont écartés. D'autre part, cette disposition crée un encastrement à l'appui, augmentant les fréquences propres de flexion des tubes. Des essais montrent que ce dispositif accroît de 20 % environ la fréquence propre du tube, ce qui accroît en conséquence de 50 % environ le facteur d'amortissement, par rapport à un dispositif de fixation créant un appui en deux points qui crée une liaison de type "rotule".

Dans un souci de rendre le système le plus fiable possible, on peut prévoir d'immobiliser la vis de serrage après le montage définitif, pour cela on peut prévoir sur cette vis des crans périphériques 21, et sur la pièce 8, une partie cylindrique déformable 22 située au voisinage de la périphérie de la tête de vis, cette partie 22 étant destinée à être matée en vue de s'incruster dans les crans 21 de la tête de la vis.

L'invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation qui vient d'être décrit, elle en comporte au contraire toutes les variantes de réalisation. Elle peut s'appliquer à toute installation autre que des générateurs de vapeur, dans lesquelles un faisceau de tubes enroulés hélicoïdalement doit être fixé dans de bonnes conditions.

REVENDICATIONS

- 1.- Dispositif de fixation d'un faisceau de tubes enroulés en hélice verticale suivant plusieurs couches cylindriques coaxiales, comprenant des tiges longitudinales munies d'encoches de forme cylindrique concave destinées à recevoir chaque portion de tube correspondant à la même
5 couche cylindrique, lesdites tiges étant disposées ainsi entre chaque couche de façon à former plusieurs nappes radiales planes, des éléments de fixation des tubes sur ces tiges étant intercalés entre deux tiges consécutives d'une même nappe radiale plane, chaque élément de fixation comprenant
10 essentiellement une pièce susceptible de coiffer deux spires encochées consécutivement dans la tige correspondante, dispositif caractérisé par le fait qu'il maintient le tube par pincement de façon isostatique, le contact entre le dispositif et le tube correspondant étant localisés sur trois zones du tube quasi ponctuelles espacées les unes des autres.
- 2.- Dispositif de fixation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le pincage des tubes entre la tige et l'élément de fixation correspondant est réalisé à l'aide d'une vis 11 vissée dans la tige et s'appuyant sur l'élément de fixation par l'intermédiaire d'une liaison de type rotule 12.
- 20 3.- Dispositif de fixation selon la revendication 2, caractérisé par le fait que la tête de la vis 11 a une forme sphérique 12 qui vient s'appuyer sur une surface conique 13 tangente à la surface sphérique de la tête de la vis de façon que le contact entre la vis et l'élément de fixation 8 ne s'établisse toujours que sur une surface limitée quasiment à un cercle, quel
25 le que soit la position exacte de l'élément^{de}/fixation.
- 4.- Dispositif de fixation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les encoches de forme cylindrique 16 de la tige 4 ont un rayon légèrement supérieur à celui des tubes, de façon que le contact entre le tube et la tige ne s'établisse toujours que sur deux surfaces
30 15 quasiment ponctuelles.
- 5.- Dispositif de fixation selon la revendication 4, caractérisé par le fait que lesdites encoches 16 de forme cylindrique ménagées dans la tige 4 sont évasées au voisinage des parties latérales 20 de la tige de façon que les deux contacts quasiment ponctuels entre la tige et le
35 tube ne s'établisse pas sur l'arête latérale de la tige mais sur une zone 15 légèrement en retrait.
- 6.- Dispositif de fixation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

caractérisé par le fait que l'élément de fixation comporte, afin de coiffer les deux spires consécutives du tube 3, deux encoches espacées, ces encoches comprenant une surface plane 17 d'appui sur la spire correspondante, cette surface plane étant parallèle à l'axe longitudinal du faisceau tubulaire, de façon que le contact entre l'élément de fixation 8 et le tube ne s'établisse toujours que selon une surface quasiment ponctuelle 14 opposée aux deux surfaces de contact 15 du tube avec la tige 4 et située sensiblement entre ces deux surfaces 15.

7.-Dispositif de fixation selon la revendication 6,
caractérisé par le fait que la surface plane 17 d'appui de l'élément de fixation 8 sur la spire correspondante du tube 3 est prolongée de chaque côté par des surfaces cylindriques concaves 18, 19, ces surfaces concaves étant telles qu'elles ne peuvent jamais entrer en contact avec le tube correspondant.

8.- Dispositif de fixation selon la revendication 7,
caractérisé par le fait que les surfaces cylindriques concaves 18, 19 constituant les encoches de l'élément de fixation 8 ont un rayon légèrement supérieur au rayon du tube.

9.- Dispositif de fixation selon l'une quelconque des revendications 2 à 8,
caractérisé par le fait que la tête de la vis de serrage 11 comporte des crans périphériques 21 et que l'élément de fixation comporte, au voisinage de la périphérie de la tête de vis, une partie cylindrique déformable 22 destinée à être matée en vue de s'incruster dans les crans 21 de la tête de vis pour l'immobiliser après vissage définitif de cette vis lors du montage de l'ensemble du faisceau.

Fig 1

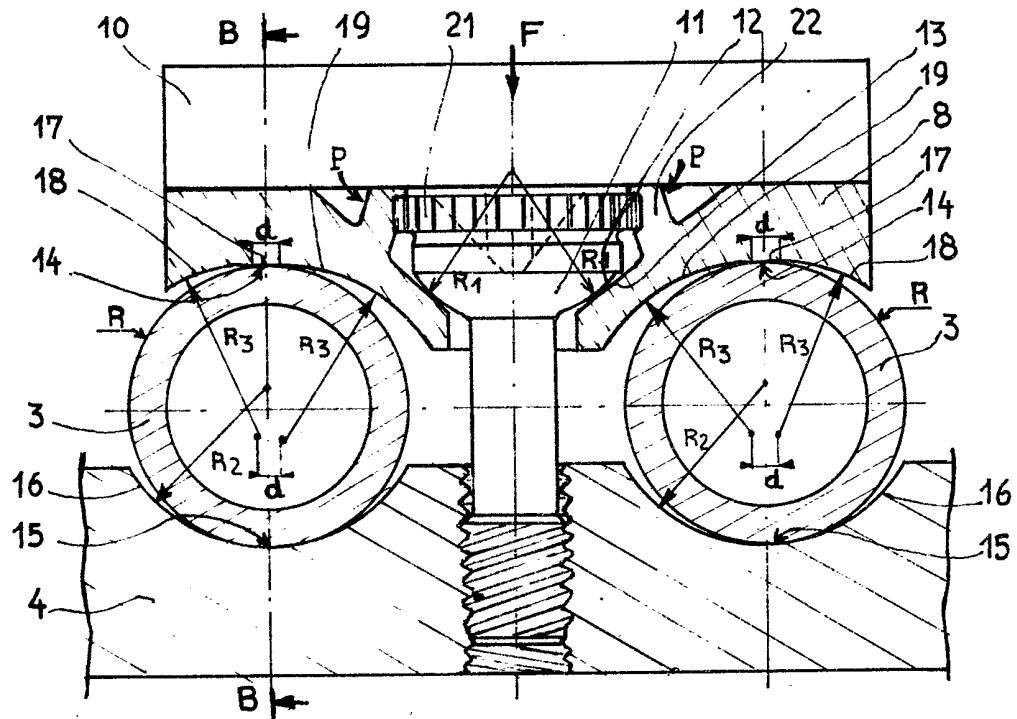
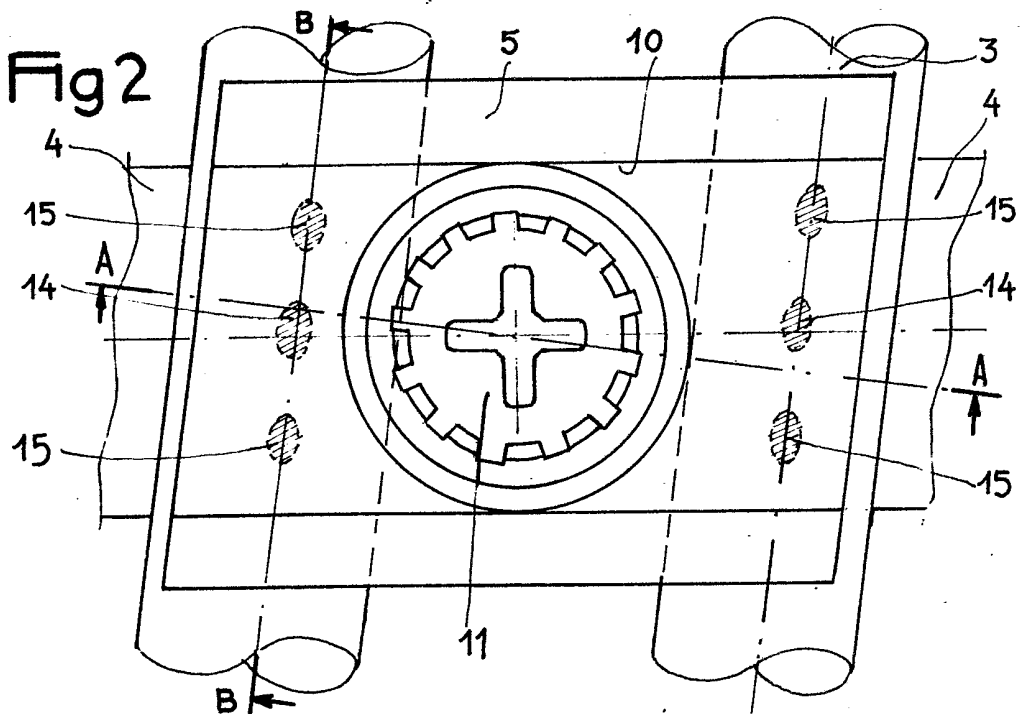


Fig 2



2/2

