

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 13668

(54)

Elément constitutif d'un échangeur de chaleur notamment pour des buts cryogènes.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). F 28 F 1/20.

(22)

Date de dépôt..... 10 juillet 1981.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : *Suisse, 10 juillet 1980, n° 5295/80.*

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 7-5-1982.

(71)

Déposant : Société dite : CRYOMEC AG, résidant en Suisse.

(72)

Invention de : Jean Tornare et Paul P. Duron.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

L'invention concerne un élément
partagé axialement en deux parties, et pourvu de nervures
radiales, pour un échange de chaleur qui, à l'état monté,
s'applique à la manière d'une enveloppe autour d'un tuyau
5 parcouru par un fluide.

Dans le cas d'échangeurs de cha-
leur à tuyaux nervurés, généralement le fluide participant à
l'échange de chaleur s'écoule dans le tuyau, tandis que
l'autre fluide s'écoule entre les nervures prévues sur la
10 surface extérieure du tuyau. Dans la fabrication d'un tel
échangeur de chaleur on cherche toujours un compromis entre
les solutions optimales de techniques d'échange de chaleur et
de techniques de fabrication.

Une solution optimale de techni-
15 ques d'échange de chaleur consiste en la prévision d'unités
à parois relativement minces pour les tuyaux parcourus par le
fluide et leurs nervures. Du point de vue technique de fabri-
cation, la solution optimale consiste en un système d'assem-
blage d'éléments unitaires de tuyaux et de nervures à mettre
20 en place au montage. Pour qu'un tel système d'assemblage
d'éléments soit satisfaisant du point de vue de la technique
d'échange de chaleur, il est très important que soit réalisée
une surface de contact exempte d'incidents entre les éléments
individuels, c'est-à-dire entre les tuyaux et l'enveloppe à
25 nervures. Une très faible fente d'espacement entre les surfaces
de ces éléments constitue déjà une isolation qui réduira con-
sidérablement le niveau d'efficacité de l'échangeur de chaleur.

Dans le brevet U.S. n° 2 405 722
sont prévus des éléments pour la constitution d'échangeurs de
30 chaleur avec lesquels le tuyau servant à la circulation d'un
des fluides forme une unité de construction avec les nervures
de refroidissement. La liaison en forme d'arc de cercle sur
de tels éléments tubulaires rectilignes parallèles par sondage
pose cependant des problèmes et les éléments individuels sont
35 coûteux. Le choix des matériaux est également limité pour des
raisons de fabrication. Ces inconvénients ont été constatés
et reconnus.

Les brevets U.S. n° 3 280 907 et
3 672 446 proposent en conséquence, pour la constitution d'un
40 échangeur de chaleur, l'adoption d'éléments pourvus de nervures

partagés axialement en deux parties. Ces éléments comprennent une demie coquille cylindrique avec des nervures disposées en étoile. Le brevet U.S. N° 3 672 446 décrit une solution dans laquelle, sur chaque côté des coquilles demi-cylindriques dans
5 lesquelles vient se placer le tuyau parcouru par le fluide, sont formées, directement sur elles, des nervures de maintien radiales. Suivant le mode de réalisation, au moins l'une de ces nervures de maintien est déformable de telle sorte qu'elle s'applique intimement autour de l'autre nervure de maintien,
10 ou bien que les éléments en coquille demi-cylindrique soient maintenus pressés contre le tuyau au moyen d'une barrette de serrage métallique prévue sur chaque nervure de maintien.

En réalité, avec ce dernier système, les inconvénients propres à la première invention
15 citée sont effectivement évités. Cependant, d'autres inconvénients importants apparaissent. C'est ainsi que, pour le montage, doit être mise en oeuvre une machine spéciale, qui est également décrite dans le brevet U.S. L'emploi de cette machine à rouleaux exige que les tuyaux soient pourvus, avant le montage,
20 des demi-coquilles. Cependant, un inconvénient particulier réside en ce que le système repose sur la présence d'assemblages rigides à engagement de formes et que, d'autre part, le tuyau parcouru par le fluide se trouve fréquemment déformé involontairement.

25 Les énormes différences de température qui interviennent notamment dans des emplois à but cryogénique, agissent ici de manière particulièrement défavorable car le montage s'effectue sous des conditions de température ambiante normale. Les températures de fonctionnement
30 se situent cependant ensuite autour de -200°C et la contraction du matériau est importante. Il se produit inévitablement un desserrage de libération de l'assemblage de maintien des éléments et, en conséquence, une dégradation importante de la transmission de température du tuyau sur les éléments échangeurs
35 de chaleur.

La présente invention a pour but de réaliser un élément propre à la constitution d'un échangeur de chaleur, qui puisse être monté sans l'aide d'outillage spécial, et extérieurement à l'atelier; indépendamment de la
40 température, sur des nervures de tuyaux parcourus par des

fluides, avec la garantie d'un contact de surfaces intimes avec celles-ci.

Dans ce but, l'invention a pour objet un élément constitutif d'échangeur de chaleur, partagé axialement en deux parties pourvues de nervures radiales d'échange de chaleur qui s'étendent sur toute la longueur de l'élément et sont appliquées, à l'état monté, à la manière d'une enveloppe, sur un tuyau central parcouru par le fluide, qui est caractérisé en ce que les éléments partiels, en plus des nervures radiales s'étendant axialement, de chaque côté du joint de séparation, présentent chacun des nervures de liaison les reliant à l'élément partiel voisin, espacées de l'axe longitudinal d'une distance déterminée qui, à l'état monté, s'engagent élastiquement, directement ou indirectement, entre elles, à force et par leur forme.

La description ci-après se rapporte à des exemples de réalisation de l'élément conforme à l'invention, avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 montre un sous-élément partiel d'un élément constitutif d'un échangeur de chaleur
- la figure 2 montre un élément constitué de deux sous-éléments identiques conformes à la figure 1
- la figure 3 montre une possibilité d'une liaison directe entre deux nervures
- la figure 4 représente un détail de la jonction entre deux sous-éléments.

Un élément conforme à l'invention est, à l'état monté, disposé à la manière d'un manchon et sous tension préalable autour d'un tuyau 3 parcouru par le fluide (figure 2). L'élément est composé d'au moins deux éléments partiels 1 et 1' constitués, par exemple, comme représenté à la figure 1. Il comprend une coupelle semi-circulaire 10, dont le diamètre intérieur correspond au diamètre extérieur du tuyau 3, et servant à recevoir un tuyau à refroidir ou à réchauffer. La coupelle 10 constitue la paroi intérieure d'un tuyau 11, partagé dans le sens longitudinal, sur la surface extérieure duquel sont prévues quatre nervures 2, 20, 21 en forme d'ailettes s'étendant radialement vers l'extérieur. Ces nervures

servent à recevoir et à rayonner la chaleur par leur surface extérieure accrue au moyen de chicanes.

Les deux nervures ou ailettes les plus extérieures 20 et 21 de l'élément partiel 1 comportent
5 chacune une nervure 22, 23 s'étendant concentriquement au tuyau 11, dénommées nervures de liaison, qui servent à assembler entre eux les deux éléments partiels 1 et 1'. Dans ce but, chaque nervure de liaison est pourvue d'appendices 24, 25 en
10 forme de crochets, (figure 1) s'étendant en direction axiale, c'est-à-dire parallèlement à l'axe longitudinal de l'élément.

A l'état monté, les appendices 24, 25 de deux nervures de liaison voisines 22, 23 s'engagent entre eux. Les nervures de liaison sont prévues, sur les ailettes 20, 21, à une distance prédéterminée $\underline{a}$, $\underline{a}'$ de l'axe de
15 l'élément. Cette distance doit être choisie de telle manière que lors d'une déformation élastique des deux nervures radiales 20 et 21, les deux nervures de liaison 22, 23 puissent venir en engagement par leurs crochets 24, 25, de telle sorte que, d'une part, il subsiste à l'état monté, une tension préa-
20 lable suffisante, mais que d'autre part, il ne se produise pas de déformation plastique. Dans l'exemple représenté, l'éloignement $\underline{a}$ ou $\underline{a}'$ s'élève à plus d'un quart de la longueur des ailettes 20 et 21.

Avantageusement, l'une des nervures
25 de liaison 23 est prévue plus courte que l'autre nervure de liaison 22, de sorte que la nervure la plus courte 23 soit relativement rigide, tandis que la nervure plus longue 22 présente une certaine flexibilité. La nervure la plus courte 23 est à une distance de l'axe longitudinal de l'élément supérieure à celle de la nervure plus longue, la différence étant
30 égale à l'épaisseur du matériau constituant.

La figure 2 montre l'utilisation de l'élément conforme à l'invention. Contrairement au procédé antérieurement connu de fabrication d'échangeurs de chaleur,
35 on procède ici, tout d'abord, seulement au formage de l'ensemble des tuyaux 3 parcourus par le fluide, ces tuyaux étant reliés entre eux à joint étanche, et ensuite soumis à l'épreuve d'une pression élevée, en vue de déceler des fuites éventuelles. Ce système de tuyaux, de fabrication relativement facile par
40 assemblage de composants unitaires, peut être préfabriqué en

usine et transporté ensuite sur le lieu de montage de l'échangeur. Après réalisation des travaux de branchement de ce système de tuyaux à l'installation en question; il est alors possible de fixer sur les tuyaux les éléments constituant l'enveloppe
5 conformes à l'invention, par simple application à pression des deux nervures 20 et 21 sur les tuyaux.

Etant donné que les éléments sont formés avantageusement par deux éléments partiels identiques, il suffit de transporter sur place des barres profilées allongées
10 ayant chacune la forme d'un élément partiel 1 que l'on coupera sur place à la longueur désirée pour la constitution de l'échangeur de chaleur en question. Les éléments partiels 1 et 1' du genre de demi-coquilles sont alors disposés aux emplacements désirés autour d'un tuyau, de telle manière que les appendices
15 24, 25 saillants s'engagent entre eux. On presse alors l'une contre l'autre les deux nervures radiales 20, 21 qui subissent une déformation élastique telle que les nervures de liaison glissent davantage l'une sur l'autre jusqu'à un engagement à
20 s'étendant en direction longitudinale. Les coupelles 10 sont alors appliquées intimement, avec tension préalable, autour du tuyau 3.

Les éléments partiels 1 et 1' sont alors assemblés par engagement de forme et à force, avec
25 une tension préalable déterminée par la déformation élastique des nervures radiales 20, 21 et 20', 21', de telle sorte que, entre le tuyau et l'élément, soit toujours assuré un contact de surface optimal. En raison des températures extrêmement basse qui interviennent dans des opérations cryogéniques, soit
30 environ -200°C, il est important que des valeurs de tension préalable trop élevées ne soient pas atteintes, parce qu'une fragilité du matériau pourrait alors intervenir.

La tension préalable peut être prédéterminée et réglée par différentes mesures telles que le
35 choix du matériau, l'épaisseur de paroi des nervures et la distance entre les nervures de liaison et l'axe longitudinal de l'élément.

Dans certains cas, il est désirable que le système puisse être à nouveau démonté de manière
40 simple. Deux solutions sont alors possibles dans ce but.

Dans une première solution représentée à la figure 3, le démontage est obtenu par une liaison directe des deux nervures de liaison 22' et 23' qui présentent alors chacune une gorge 28 et 29 de section transversale rectangulaire. A l'état monté, ces gorges 28 et 29 se trouvent
5 presqu'exactement superposées, et dans chacune d'elles est engagée une barrette métallique 30 de même section transversale rectangulaire que les gorges, de sorte qu'est réalisée une jonction résistante. Pour la séparation, il est nécessaire de
10 comprimer à rapprochement les deux nervures radiales 20' et 21' jusqu'à ce que la tension préalable soit supprimée, de sorte que la barrette métallique 30 peut facilement être extraite et que les éléments partiels se séparent.

Une autre possibilité consiste
15 en ce que, dans la nervure la plus courte, relativement rigide, 23, sont prévus des perçages filetés 26, dans lesquels sont engagées des vis 27, comme représenté à la figure 4. Si l'on enfonce ces vis 27, elles pressent sur la saillie en forme de crochet 24 de la nervure de liaison la plus longue 23, de sorte
20 que les appendices 24 et 25 en forme de crochets sont poussés vers l'extérieur et que les éléments partiels se séparent.

Evidemment, l'élément conforme à l'invention peut être constitué avec plus de deux éléments partiels, ce qui peut être nécessaire lorsque le tuyau à
25 entourer présente une section transversale particulière. D'autres avantages relatifs à la technique du froid ou de la chaleur sont obtenus en prévoyant que les surfaces éloignées du tuyau sont de teinte noire ou colorées par procédés connus. Il est également avantageux de prévoir que les deux surfaces
30 parallèles séparatrices 12 se faisant face à l'état monté, de deux éléments partiels voisins, sont inclinées en direction radiale de leur section transversale, pour éviter la variation de chaleur;

En raison du maintien des éléments
35 avec tension préalable, sur le tuyau 3, ainsi que par l'assemblage à force et de forme, on est assuré d'un maintien optimal et d'une bonne transmission de chaleur, même dans le cas de grandes différences de température.

REVENDEICATIONS

- 1°) Elément constitutif d'échangeur de chaleur, partagé axialement en deux parties (1 et 1') pourvues de nervures radiales (2) d'échange de chaleur qui s'étendent sur toute la longueur de l'élément et sont appliquées à l'état monté, à la manière d'une enveloppe, sur un tuyau central parcouru par le fluide (3), élément caractérisé en ce que les éléments partiels (1, 1'), en plus des nervures radiales s'étendant axialement (20, 21) de chaque côté du joint de séparation, présentent chacun des nervures de liaison (22, 23) les reliant à l'élément partiel voisin, espacées de l'axe longitudinal d'une distance déterminée ($\underline{a}$, $\underline{a}'$) qui, à l'état monté, s'engagent élastiquement, directement ou indirectement, entre elles, à force et par leur forme.
- 2°) Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les nervures de liaison (22, 23) présentent chacune un appendice en forme de crochet (24, 25) s'étendant axialement.
- 3°) Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les deux nervures de liaison (22, 23) engagées entre elles à l'état monté sont éloignées de l'axe longitudinal de l'élément, de distances qui diffèrent entre elles d'une grandeur égale à l'épaisseur du matériau constituant.
- 4°) Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les nervures de liaison (22, 23) sont distantes de l'axe longitudinal de l'élément, d'une quantité égale au moins au quart de la longueur des nervures radiales.
- 5°) Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'une des deux nervures de liaison (23) d'un élément partiel (1) est nettement plus courte que l'autre (22).
- 6°) Elément suivant la revendication 5, caractérisé en ce que dans la nervure de liaison la plus extérieure (23) sont prévus des perçages filetés (26) dans lesquels sont engagées des vis (27) au moyen desquelles les deux nervures de liaison engagées entre elles peuvent être séparées l'une de l'autre.
- 7°) Elément suivant la revendica-

tion 1, caractérisé en ce que les nervures de liaison (22', 23') présentent une gorge axiale (28, 29), une barrette métallique (30) étant, à l'état monté, maintenue à force et par la forme dans ces gorges.

5

8°) Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les surfaces de séparation parallèles et se faisant face à l'état monté, de deux éléments partiels voisins, sont inclinées, en section transversale, en direction radiale du tuyau (3).

10

9°) Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments partiels (1 et 1') sont réalisés en aluminium par extension.

15

10°) Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments partiels sont identiques.

11°) Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les nervures radiales (2, 20, 21) sont pourvues de chicanes (31) augmentant leur surface extérieure.

20

12°) Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments partiels sont colorés en noir dans leurs surfaces éloignées du tuyau (3).

25

13°) Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les nervures de liaison (22, 23) s'étendent concentriquement au tuyau (3) à entourer par les éléments partiels.

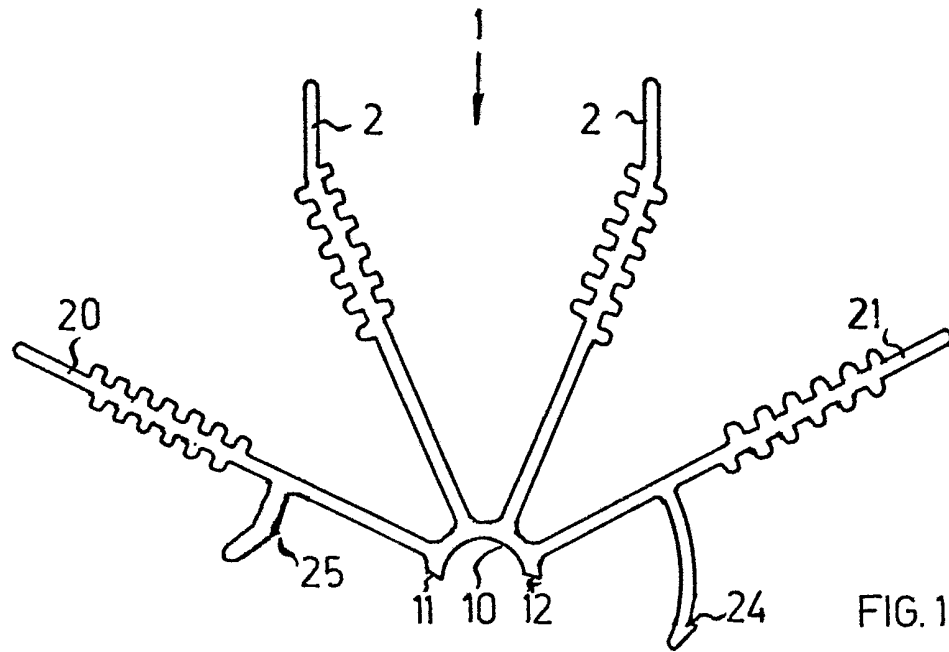


FIG. 1

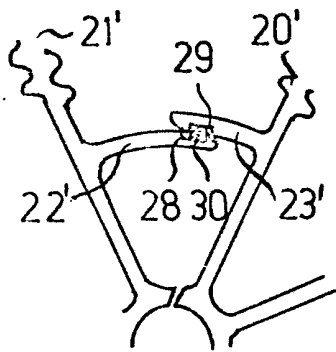


FIG. 3.

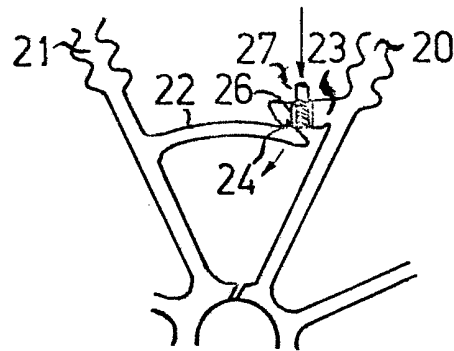


FIG. 4

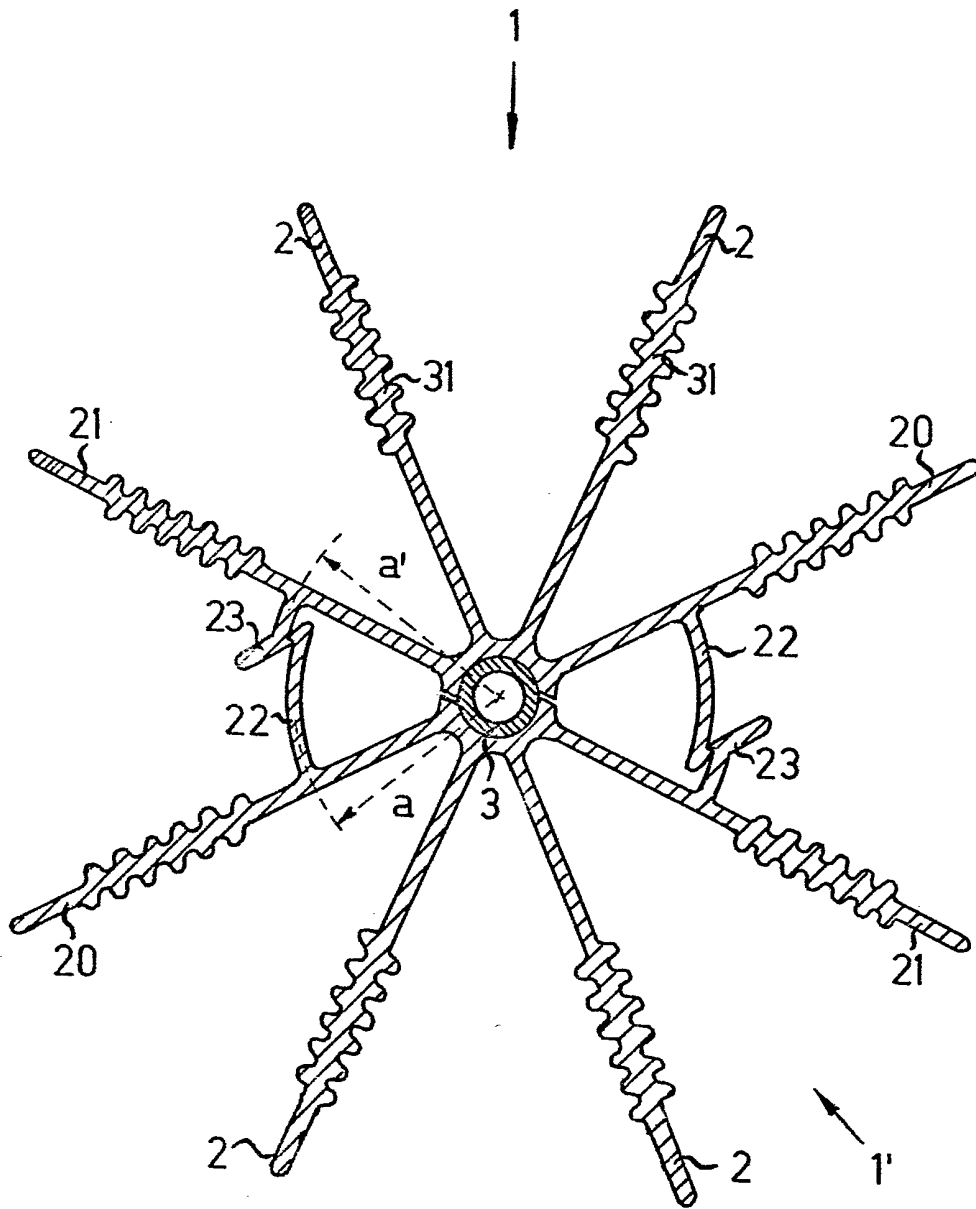


FIG. 2