

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 540 984

(21) N° d'enregistrement national :

33 02218

(51) Int Cl³ : F 28 D 7/10; F 16 L 55/02; F 22 B 1/02, 21/24,
37/20; F 28 F 1/08, 9/00.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** A1

(22) Date de dépôt : 11 février 1983.

(71) Demandeur(s) : TREPAUD (Pierre Louis Georges). — FR.

(30) Priorité

(72) Inventeur(s) : Pierre Louis Georges Trepaud.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 33 du 17 août 1984.

(73) Titulaire(s) :

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

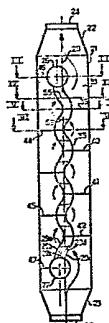
(74) Mandataire(s) : Flechner.

(54) Appareil échangeur de chaleur, notamment générateur de vapeur.

(57) a) L'invention concerne un échangeur de chaleur à circuit
 primaire pour un fluide primaire dans une virole 21 et à circuit
 secondaire pour le passage à contre-courant d'un fluide secon-
 daire dans des tubes ondulés 29a à 29e d'un faisceau 35.

b) Les axes des tubes ondulés sont répartis suivant des
 plans parallèles entre eux et perpendiculaires à un plan diamé-
 tral de la virole 21; dans un plan perpendiculaire audit plan
 diamétral de la virole 21, le faisceau de tubes 35 a une section
 rectangulaire et les extrémités des tubes débouchent respecti-
 vement dans un distributeur 26 et un collecteur 27 du fluide
 secondaire.

c. L'invention est applicable notamment aux générateurs de
 vapeur.



A1

540 984

E2

D

Appareil échangeur de chaleur.

La présente invention concerne un appareil échangeur de chaleur du type dans lequel un fluide primaire chaud circulant dans une virole de l'entrée à la sortie de celle-ci, cède une partie de ses calories à un fluide secondaire froid circulant, de préférence à contre-courant, dans des tubes d'un faisceau de tubes agencé dans la virole, notamment d'un faisceau de tubes ondulés qui permettent un échange thermique amélioré et une vaporisation plus poussée du fluide secondaire.

Le but de la présente invention est de réaliser un appareil échangeur de chaleur de ce genre permettant par des agencements particuliers :

15

1° / - d'assurer une libre dilatation du faisceau de tubes,

20

2° / - de ménager extérieurement aux tubes de grandes sections de passage en vue d'assurer un bon écoulement, du fluide primaire, et si possible suivant une direction perpendiculaire aux tubes,

25

3° / - d'obtenir une structure d'échangeur adaptée à des hautes températures, et ne comportant donc pas de pièces de forte épaisseur et de liaisons ne permettant pas les dilatations, notamment des tubes,

4° / - de permettre au corps de l'appareil d'absorber, au moins en grande partie les contraintes induites par des tuyau-

teries de grand diamètre soumises à de fortes dilatations,

5°/ - de protéger le faisceau tubulaire contre des détériorations dues à des phénomènes vibratoires.

5

A cet effet l'appareil échangeur qui est du type rappelé ci-dessus est essentiellement caractérisé par le fait que les axes des tubes ondulés du faisceau sont répartis suivant des plans parallèles entre eux et perpendiculaires à un plan diamétral de la virole, que dans un plan perpendiculaire audit plan diamétral de la virole, le faisceau de tubes a une section rectangulaire et que les extrémités des tubes ondulés débouchent respectivement dans un distributeur du fluide secondaire, constitué par une boîte disposée transversalement dans la partie haute de la virole et dans un collecteur similaire audit distributeur et situé en position transversale dans la partie inférieure de la virole.

10

Afin de réduire les contraintes dues aux dilatations, une extrémité du distributeur et/ou du collecteur est soudée à la virole tandis que l'autre est montée libre en dilatation.

15

Afin que le fluide primaire circule en méandres de part et d'autre du faisceau de tubes, d'une part, le distributeur et le collecteur sont excentrés par rapport au plan diamétral perpendiculaire aux plans parallèles contenant les tubes du faisceau et, d'autre part, des chicanes sont disposées à l'intérieur de la virole en des positions déterminées.

20

Afin de limiter les phénomènes vibratoires, des dispositifs anti-vibratoires sont disposés autour des tubes du faisceau en des positions déterminées.

25

Afin de réduire les contraintes au niveau des connexions tubes-distributeur ou tubes-collecteur, les extrémités des tubes sont rectilignes sur une certaine longueur. Dans le même but, il est également prévu de disposer les tubes en deux faisceaux qui ont une position symétrique par rapport au plan diamétral de la virole perpendiculaire aux plans parallèles contenant les tubes du faisceau.

30

D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un

exemple particulier de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints dans lesquels :

la figure 1 est une vue de côté très schématique, virole ouverte, d'un appareil échangeur de chaleur suivant la présente invention ;

la figure 2 est une vue de côté très schématique de l'échangeur de chaleur suivant une direction à 90° de celle de la figure 1, virole également ouverte,

les figures 3, 4, 5 et 6 sont des vues en coupe très schématiques de l'échangeur de chaleur suivant respectivement les lignes III-III, IV-IV, V-V et VI-VI de la figure 1 ;

la figure 7 est une vue schématique en coupe suivant la ligne VII-VII de la figure 8 et montrant le passage des tubes au niveau d'un support anti-vibratoire ;

La figure 8 est une vue schématique en coupe suivant la ligne VIII-VIII de la figure 7 ;

La figure 9 est une vue schématique en coupe suivant la ligne IX-IX de la figure 10 et montrant le passage des tubes au niveau d'une chicane ;

la figure 10 est une vue schématique en coupe suivant la ligne X-X de la figure 9 ;

la figure 11 est une vue très schématique analogue à celle de la figure 1 et montrant une disposition particulière des chicanes et des supports anti-vibratoires ;

les figures 12, 13, 14 et 15 sont des vues très schématiques de faisceaux de tubes présentant d'autres caractéristiques de la présente invention ;

les figures 16 et 17 montrent suivant deux vues de côté très schématiques un échangeur de chaleur selon la présente invention comportant un distributeur médian unique et deux collecteurs ; et

la figure 18 montre de manière schématique un échangeur de chaleur selon la présente invention dans lequel les extrémités de la virole constituent le distributeur et le collecteur du fluide primaire.

En relation avec les figures 1 et 2, l'échan-

geur de chaleur selon la présente invention comprend une virole cylindrique 21 dont les extrémités supportent des têtes tronconiques 22 et 23 se terminant par des ouvertures 23 et 24 respectivement qui ont un diamètre plus petit que celui de la virole 20. Les extrémités de la virole supportent également deux cylindres creux 26 et 27 qui sont disposés perpendiculairement par rapport à l'axe 28 de la virole 21 et excentriquement par rapport audit axe. Les cylindres 26 et 27 sont reliés par des tubes creux ondulés, tels que ceux référencés 29a, 29b, 29c, 29d, 29e sur la figure 1 et 29a, 30-1 à 30-21 sur la figure 2, dont les extrémités débouchent à l'intérieur desdits cylindres 26 et 27. Les axes des tubes ondulés, tels que ceux référencés 29a à 29e, sont situés dans un même plan qui est parallèle à l'axe 28 de la virole 21. Les axes des autres tubes ondulés 30-1 à 30-21 sont chacun situés dans un plan parallèle au plan contenant les axes des tubes 29a à 29e et ces différents plans contiennent chacun les axes d'un même nombre de tubes, cinq dans l'exemple décrit.

L'ensemble de ces tubes ondulés dont les figures 1 et 2 ne montrent qu'une partie forme un faisceau 35 de tubes ondulés dans lequel chaque tube est séparé de ceux qui l'entourent par un espace approprié qui permet le passage d'un fluide. Cette disposition des tubes les uns par rapport aux autres apparaît clairement sur les figures 3, 4, 5 et 6 qui sont des vues en coupe du faisceau à différents endroits caractéristiques. Sur les figures 3 à 6, c'est un faisceau de 5 x 22 tubes qui est montré et la section de ce faisceau a une forme rectangulaire.

Les cylindres transversaux 26 et 27 dans lesquels débouchent les extrémités des tubes du faisceau ont une extrémité fermée 31, 32 respectivement et une extrémité ouverte 33, 34 respectivement. Les cylindres

26 et 27 sont soudés à la virole 21 du côté des extrémités ouvertes 33 et 34 tandis qu'ils sont montés libres en dilatation du côté des extrémités fermées 31 et 32. Ces extrémités 31 et 32 sont munies de trous d'homme pour permettre l'inspection de l'intérieur des cylindres 26 et 27 et des tubes qui y débouchent.

L'espace intérieur 38 de la virole 21 qui est laissé libre par le faisceau 35 comporte des chicanes 39 à 47 qui ont pour but de forcer l'écoulement du fluide circulant dans la virole suivant un certain trajet représenté par les flèches telles que celle référencée 48 sur la figure 1. Les chicanes 46 et 47 ferment partiellement les extrémités de la virole 21 au niveau des cylindres 26 et 27. Les autres chicanes 33 à 45 ferment une moitié de la virole à l'endroit des sommets des ondulations quasi-sinusoidales des tubes en entourant les tubes et en se prolongeant jusqu'à la paroi de la virole 21 qui est la plus proche du sommet de l'ondulation. Les chicanes 39 à 42 sont par exemple mobiles tandis que les chicanes 43, 44 et 45 sont fixes.

Ces chicanes peuvent être réalisées de différentes manières par l'homme de l'art et, par exemple, suivant celle qui sera décrite en relation avec les figures 9 et 10. Les tubes 49 sont pris entre les dents 50 d'un peigne 51 dont la partie pleine 52 se prolonge jusqu'à la paroi de la virole. Les dents 50 sont parallèles au plan contenant par exemple les axes des tubes 29a à 29e et leur longueur leur permet de maintenir cinq tubes tels que 29a à 29e. Les interstices entre les tubes d'une même dent sont fermés par des barres transversales 53 comportant des rainures 54 dans lesquelles s'insèrent les dents 50 du peigne 51. Les différents éléments des chicanes sont fixés aux parois de la virole 21.

Outre les chicanes décrites ci-dessus, le

5

10

20

25

30

faisceau de tubes est muni de supports anti-vibratoires 55 qui sont disposés, par exemple, au niveau des points d'inflexion des ondulations des tubes. Ils peuvent être réalisés de la même manière que les chicanes mais sans prolongement vers les parois de la virole, ce qui aurait pour conséquence d'obstruer le passage à l'intérieur de la virole. Afin que ces supports anti-vibratoires gênent le moins possible la circulation du fluide, ils ne comportent pas de barres transversales rainurées 53 (figures 9 et 10) et sont constitués uniquement par les dents 56 d'un peigne 57 comme le montrent les figures 7 et 8.

L'échangeur de chaleur selon la présente invention, qui vient d'être décrit en relation avec les figures 1 à 10, peut être utilisé comme générateur de vapeur de la manière suivante. Un fluide caloporeur, dit primaire, est amené à circuler autour des tubes ondulés du faisceau 35 dans le sens descendant. L'ensemble distributeur, tubes ondulés et collecteur, constitue le circuit du fluide secondaire. Ce fluide dit secondaire, de l'eau dans l'exemple choisi, est amené à circuler dans les tubes du bas vers le haut en pénétrant par le collecteur inférieur 27. Au cours de ce trajet, l'eau s'échauffe rapidement par échange thermique avec le fluide primaire et se transforme en vapeur.

Il est à remarquer que ce type d'échangeur

est dit à contre-courant car, à l'intérieur de la virole, les fluides primaire et secondaire circulent en sens inverses; en outre, leurs directions sont perpendiculaires entre elles, ce qui conduit à un meilleur échange thermique entre les deux fluides.

La figure 1 montre une certaine disposition des chicanes et des dispositifs anti-vibratoires mais on peut imaginer d'autres dispositions telles que celle montrée sur la figure 11. Sur cette figure, seules trois chicanes 58, 59 et 60 ont été mises en place aux sommets des certaines ondulations tandis que les sommets des autres ondulations comportent des dispositifs anti-vibratoires tels que ceux référencés 61. Avec une telle disposition, le trajet du fluide primaire est moins sinueux.

L'un des problèmes principaux à résoudre dans les échangeurs de chaleur est celui provenant des dilatations des différents éléments le composant par suite des différences de température importantes. Ainsi, les dilatations des tubes ondulés ont pour effet de les faire tourner, ce qui crée des contraintes au niveau des liaisons tubes-distributeur et tubes-collecteur. Pour réduire cet effet, l'invention propose de terminer les tubes par deux parties rectilignes 62 (figure 12), ou d'arranger les tubes en deux faisceaux 63 et 64 (figures 13 et 14) identiques et disposés symétriquement par rapport à un plan médian passant par un plan diamétral du distributeur ou collecteur ou encore en combinant faisceaux symétriques et parties rectilignes (figure 15).

Dans les réalisations des figures 12 à 15, les chicanes et les dispositifs anti-vibratoires peuvent être disposés de différentes manières. C'est ainsi que sur la réalisation de la figure 12, une chicane 65 est placée au début de la partie rectiligne 62 tan-

dis que les autres chicanes telles que celle référencée 66 est placée à certains sommets d'ondulations , les dispositifs anti-vibratoires sont l'un, 67, au milieu de la partie rectiligne 62 et les autres 68, aux sommets des ondulations non pourvus de chicanes. 5 Sur la réalisation de la figure 13, les chicanes 69 sont disposées aux sommets rapprochés des ondulations tandis que les dispositifs anti-vibratoires 70 sont disposés aux sommets éloignés des ondulations. 10 Cette disposition est inversée sur la réalisation de la figure 14 dans laquelle les dispositifs anti-vibratoires sont placés au niveau des sommets rapprochés tandis que les chicanes 72 sont placées au niveau des sommets éloignés. Enfin dans la réalisation 15 de la figure 15, la disposition des chicanes 73 et des dispositifs anti-vibratoires 74 est analogue à celle décrite en relation avec la figure 12.

Les différents exemples de réalisation qui ont été décrits en relation avec les figures 1 à 15 comportent un distributeur à la partie supérieure de la virole et un collecteur à la partie inférieure de la virole. Les caractéristiques de l'invention peuvent également être mises en oeuvre dans le cas d'échangeurs de chaleur présentant un distributeur (figures 16-17) 20 médian 75 et deux collecteurs, l'un inférieur 76 et l'autre supérieur 77. Les flèches 78, 79 et 80 indiquent le sens de circulation du fluide primaire et les flèches 81 et 82 indiquent le sens de circulation 25 du fluide secondaire. La disposition des chicanes 83 est identique à celle de l'échangeur de la figure 1.

Les caractéristiques de la présente invention peuvent également être mises en oeuvre dans un échangeur de chaleur du type de la figure 18. Dans cet échangeur de chaleur, les cylindres faisant office de distributeur ou de collecteur sont supprimés et 30 35

sont remplacés par des cavités 87 et 88 constituées aux extrémités de la virole par des plaques annulaires 84 et 85. Ces plaques sont traversées par les tubes du faisceau 86 qui débouchent dans les cavités 87 et 88. Entre ces plaques annulaires 84 et 85 et à leur proximité, la virole comporte des orifices 89 et 90 pour le passage du fluide circulant entre les plaques annulaires au contact des tubes du faisceau 86. Des chicanes sont disposées aux sommets des ondulations du faisceau 86 de manière à forcer le fluide à parcourir un trajet sinueux de part et d'autre du faisceau. Le fluide secondaire peut, par exemple, entrer par la cavité inférieure 88, (flèche 92), se disperser dans les tubes du faisceau et sortir par la cavité supérieure 87. Le fluide primaire entre par l'orifice supérieur 89 (flèche 94) et sort par l'orifice inférieur 90 (flèche 95) en suivant, à l'intérieur de la virole, le trajet sinueux matérialisé par les flèches 96.

L'invention a été décrite en relation avec un certain nombre d'exemples particuliers de réalisation mais comme on l'a fait remarquer à de nombreuses occasions, les caractéristiques de l'invention peuvent être mises en oeuvre dans d'autres types d'échangeurs de chaleur.

REVENDICATIONS

1. Echangeur de chaleur, notamment générateur de vapeur par échange thermique entre un circuit primaire dans lequel un fluide primaire caloporeur circule dans une virole dans laquelle sont disposés des tubes ondulés d'un circuit secondaire pour le passage à contre-courant d'un fluide secondaire chauffé et éventuellement vaporisé par échange thermique avec le fluide primaire caractérisé par le fait que les axes des tubes ondulés du faisceau sont répartis suivant des plans parallèles entre eux et perpendiculaires à un plan diamétral de la virole, que dans un plan perpendiculaire audit plan diamétral de la virole, le faisceau de tubes a une section rectangulaire et que les extrémités des tubes ondulés débouchent respectivement dans un distributeur du fluide secondaire constitué par une boîte disposée transversalement dans la partie haute de la virole et dans un collecteur similaire au distributeur et situé en position transversale dans la partie inférieure de la virole.
2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les ondulations du faisceau de tubes ondulés sont de part et d'autre dudit plan diamétral de la virole.
3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le faisceau de tubes ondulés est symétrique par rapport à un

plan médian.

4. Echangeur de chaleur selon les revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que les tubes ondulés présentent des parties rectilignes à l'une ou l'autre de leurs extrémités.

5. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que le distributeur et le collecteur sont cylindriques et sont disposés perpendiculairement à l'axe de la virole et en ce que une extrémité de chaque cylindre est soudée à la virole tandis que l'autre extrémité est montée libre en dilatation.

10 6. Echangeur de chaleur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le distributeur et le collecteur sont disposés parallèlement audit plan diamétral et excentriquement par rapport à celui-ci.

15 7. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 6, caractérisé en ce que des chicanes sont disposées à l'intérieur du circuit primaire de manière que le fluide primaire circule en méandres de part et d'autre dudit plan diamétral.

20 8. Echangeur de chaleur selon la revendication 7, caractérisé en ce que les chicanes sont disposées dans des plans perpendiculaires audit plan diamétral de la virole et passant par les sommets des ondulations des tubes ondulés.

25 9. Echangeur de chaleur selon la revendication 8, caractérisé en ce que les chicanes d'un même plan ne s'étendent que d'un côté dudit plan diamétral.

30 10. Echangeur de chaleur selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que les chicanes entourent les tubes ondulés et les maintiennent fixes les uns par rapport aux autres.

35 11. Echangeur de chaleur selon la revendication 9, caractérisé en ce que certaines chicanes sont

fixées à la virole.

12. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les dispositifs anti-vibratoires sont disposés à certains 5 endroits du faisceau de tubes ondulés dans un plan perpendiculaire audit plan diamétral de la virole.

13. Echangeur de chaleur selon la revendication 12, caractérisé en ce que les dispositifs anti-vibratoires sont disposés de préférence aux endroits 10 de faible dilatation.

14. Echangeur de chaleur selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que les dispositifs anti-vibratoires sont disposés dans les plans contenant les points d'infexion des tubes ondulés.

PL. 1/6

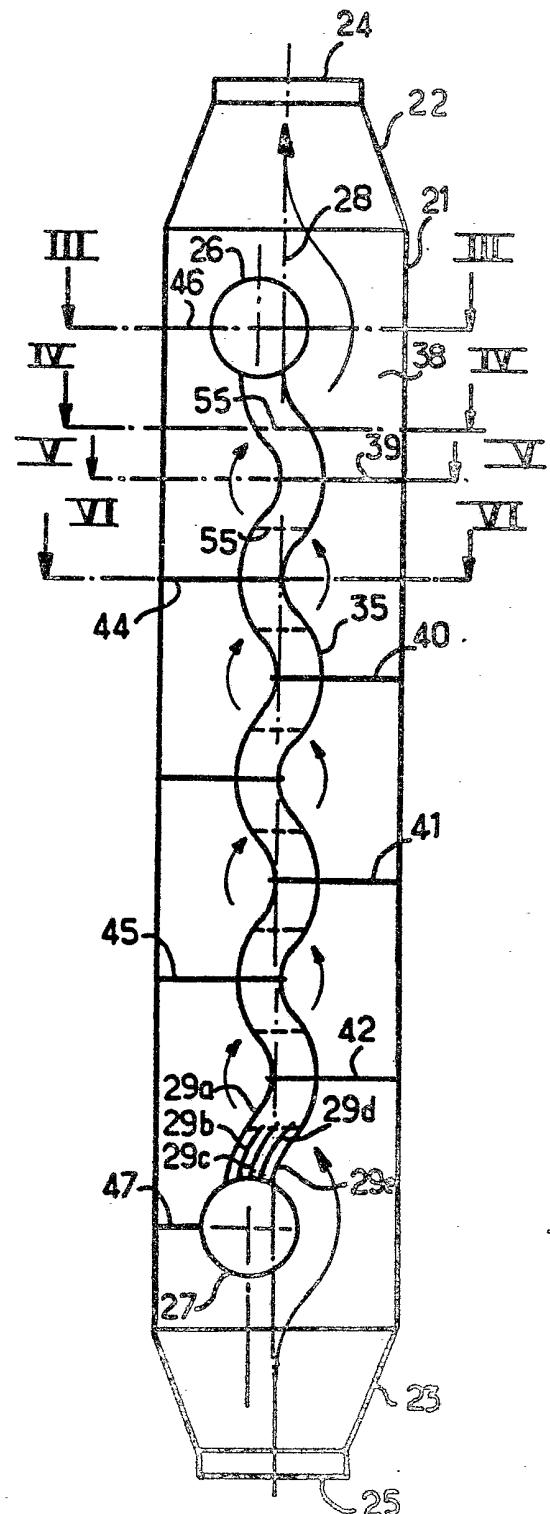


FIG.1

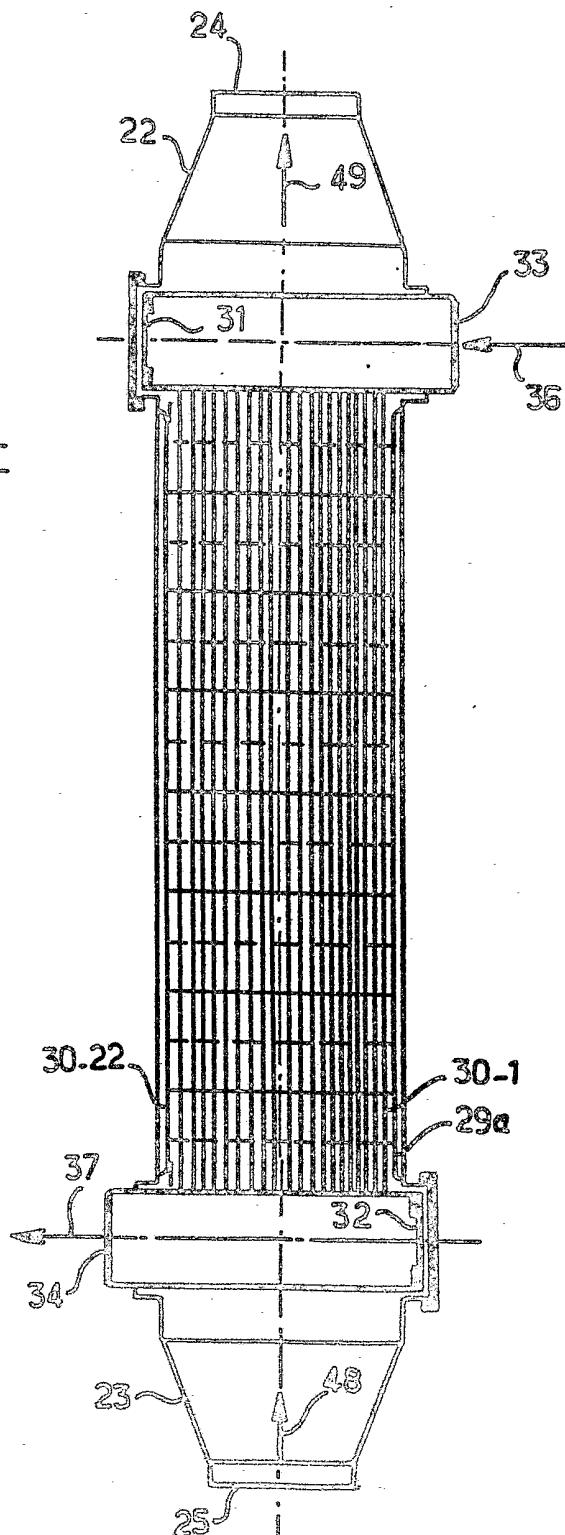


FIG.2

2540984

PL. 2/6

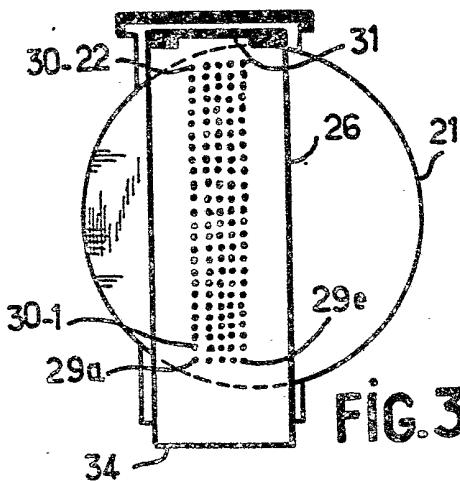


FIG. 3

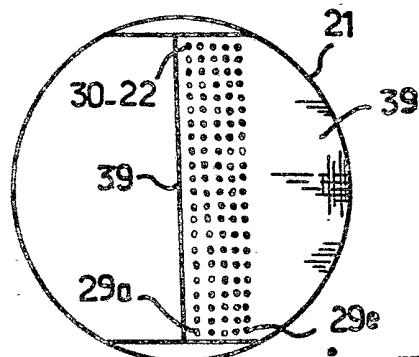


FIG. 5

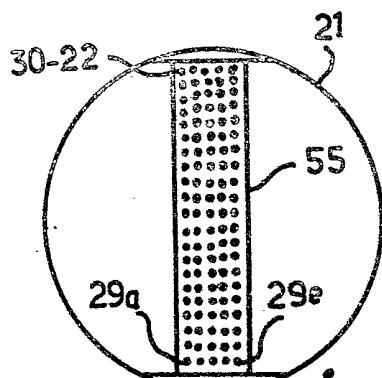


FIG. 4

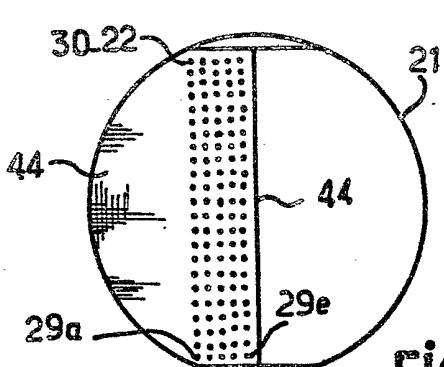


FIG. 6

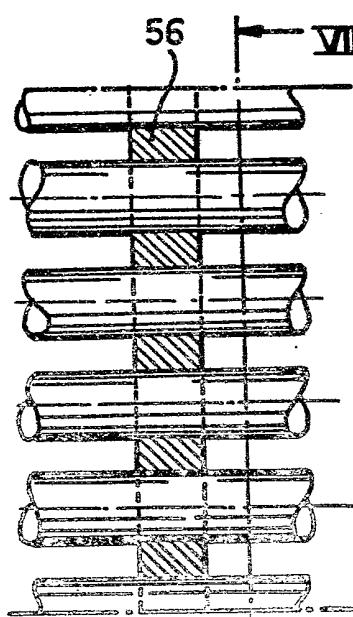


FIG. 7

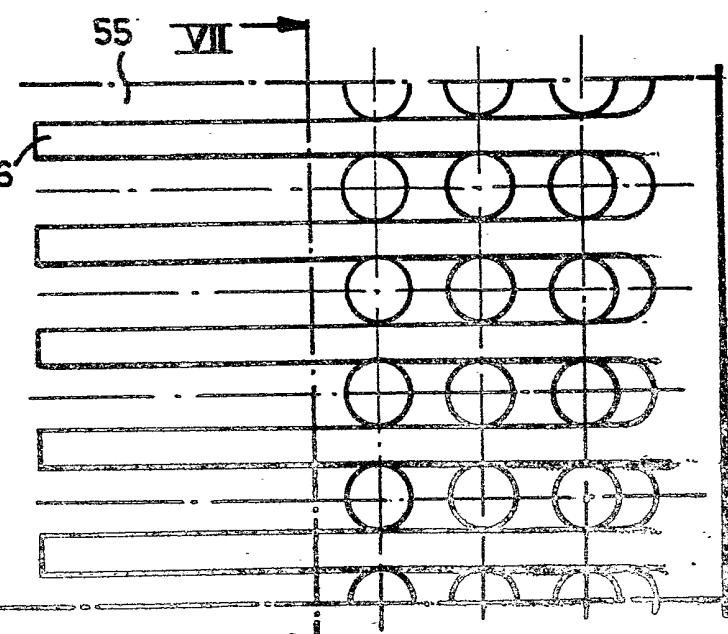


FIG. 8

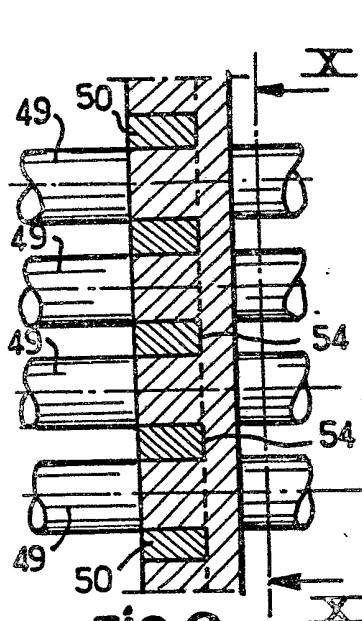
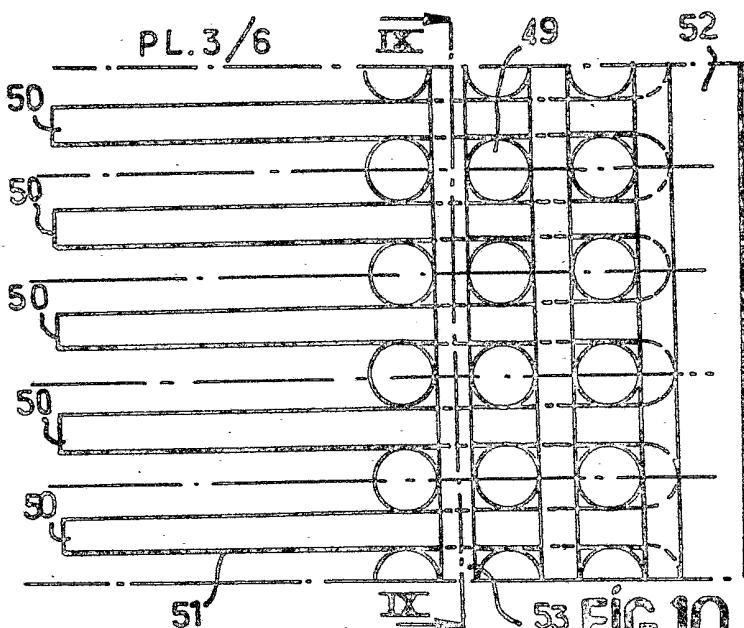


FIG.9



53 FIG.10

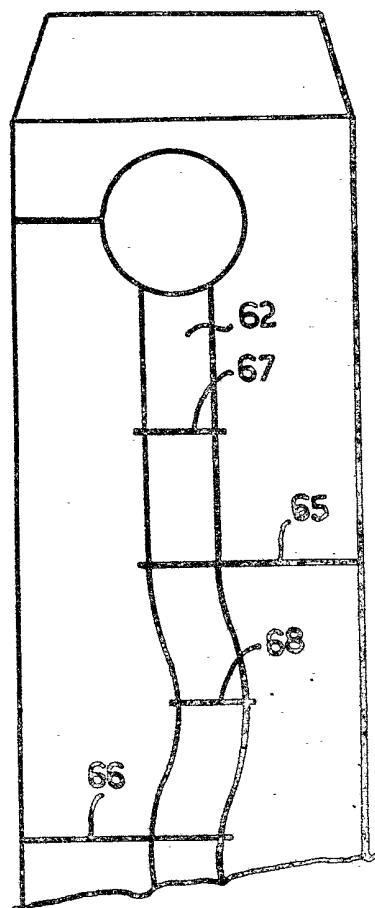


FIG.12

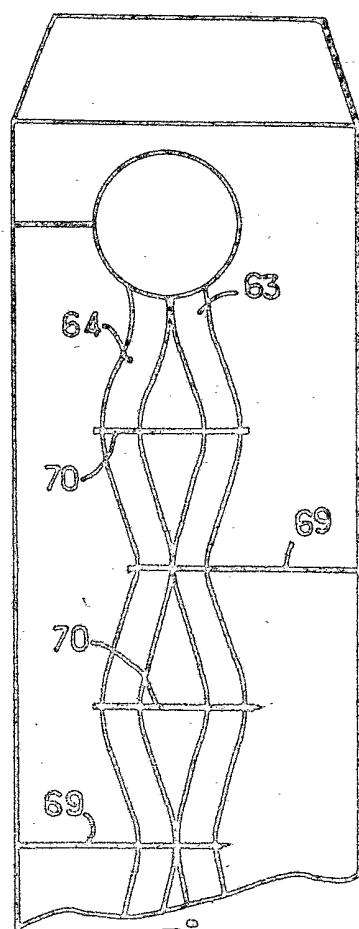


FIG.13

PL. 4/6

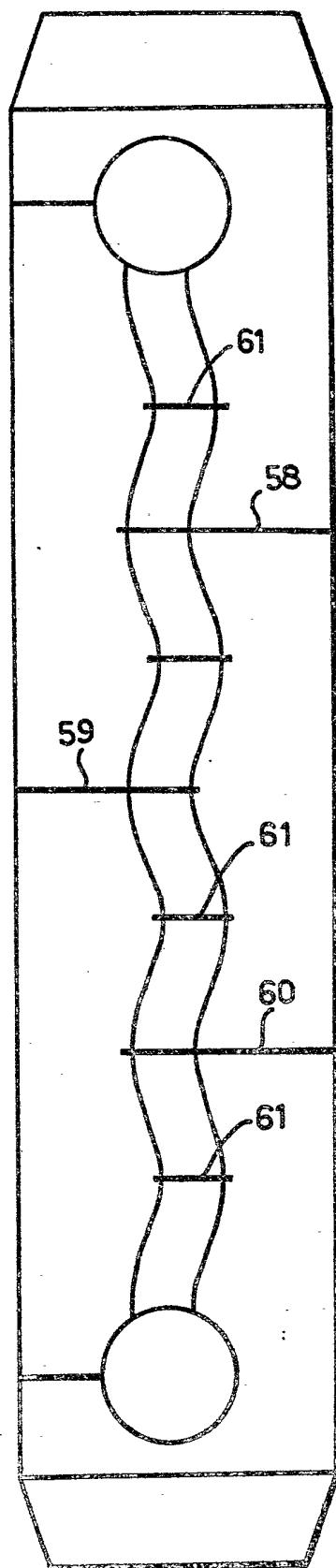


FIG.11

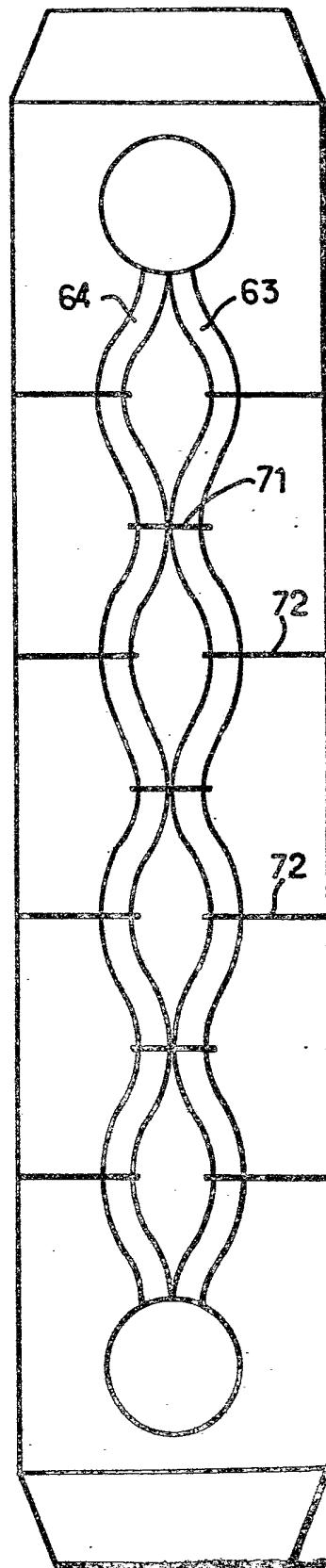


FIG.14

PL. 5/6

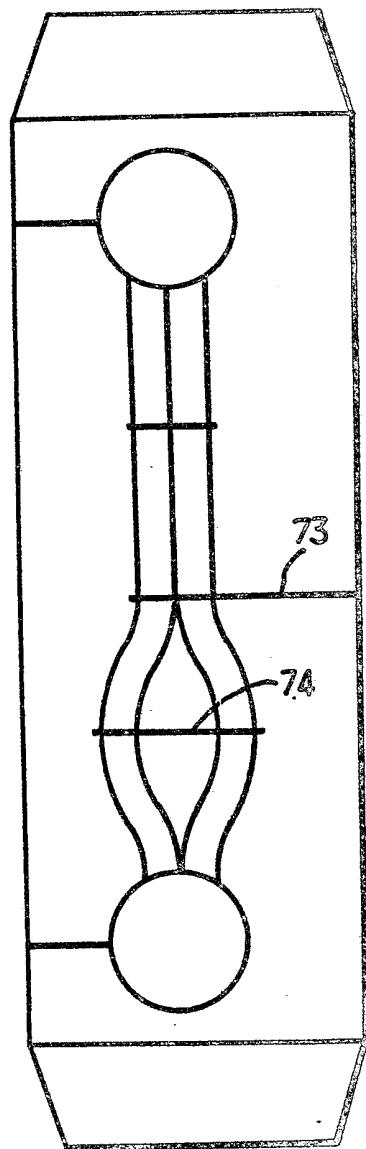


FIG.15

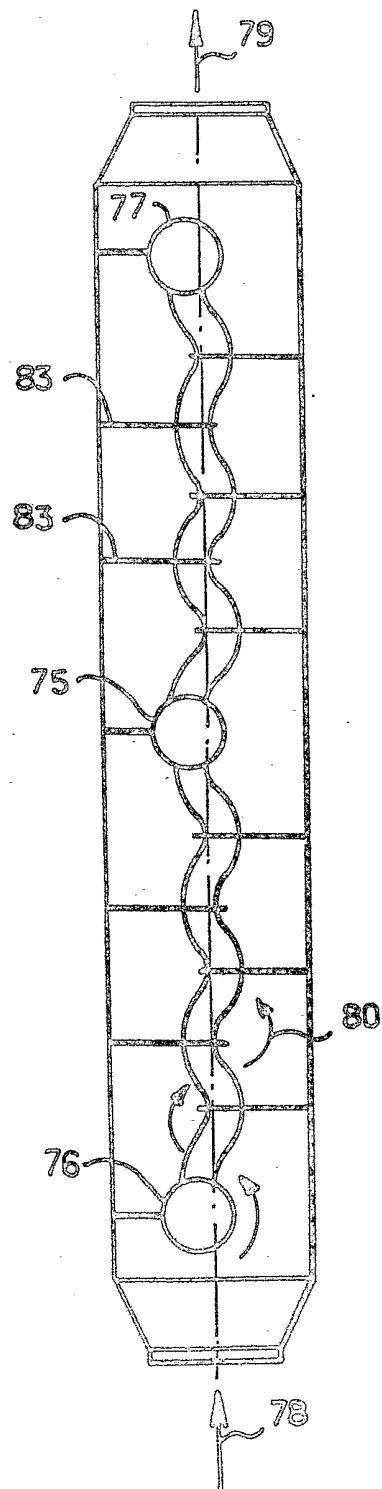


FIG.16

PL. 6/6

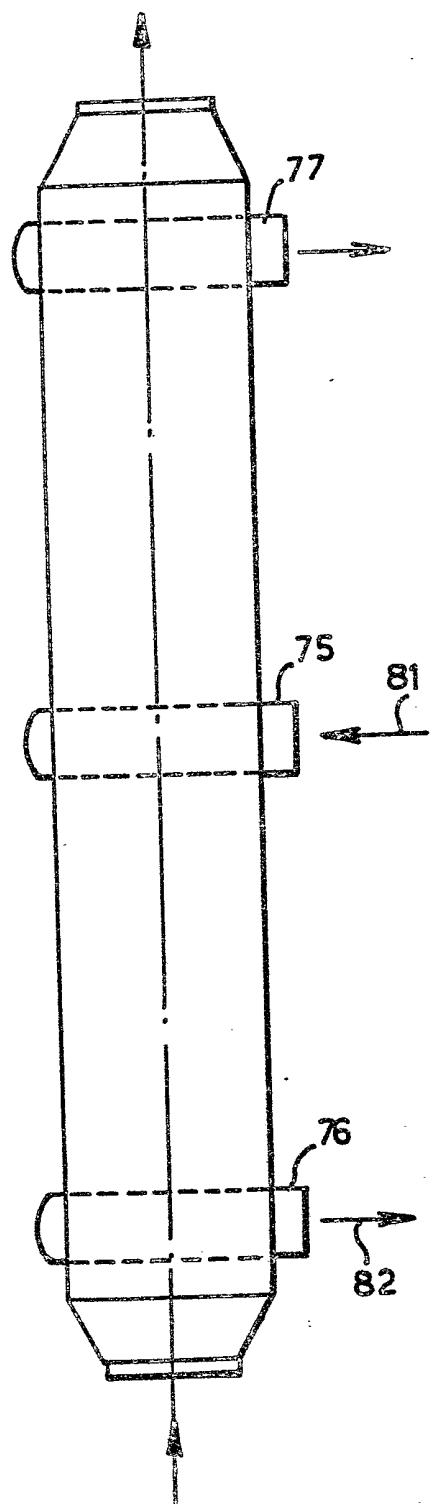


FIG.17

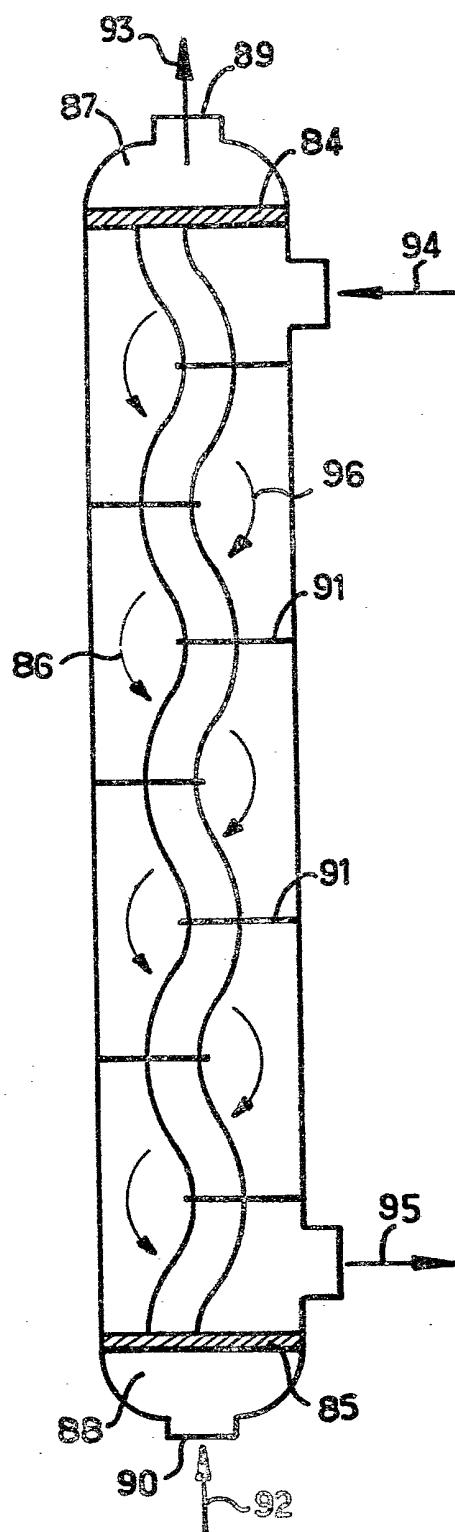


FIG.18