(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication : **0 153 214**
B1

(12) # FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet : **21.10.87**

(51) Int. Cl.⁴ : **F 22 B 1/18**, F 22 B 21/26, F 22 B 31/00, F 28 D 13/00

(21) Numéro de dépôt : **85400151.8**

(22) Date de dépôt : **30.01.85**

(54) **Echangeur de chaleur à tubes.**

(30) Priorité : **03.02.84 FR 8401666**

(43) Date de publication de la demande :
28.08.85 Bulletin 85/35

(45) Mention de la délivrance du brevet :
21.10.87 Bulletin 87/43

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(56) Documents cités :
FR-A- 1 222 175
FR-A- 1 224 106
FR-A- 2 375 563
FR-A- 2 405 452
GB-A- 661 628
GB-A- 745 231
GB-A- 2 070 224

(73) Titulaire : **FRAMATOME ET CIE.**
Tour Fiat 1, Place de la Coupole
F-92400 Courbevoie (FR)

Etablissement public dit: CHARBONNAGES DE FRANCE
9, Avenue Percier
F-75008 Paris (FR)

INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
4, Avenue de Bois-Préau
F-92502 Rueil-Malmaison (FR)

(72) Inventeur : **Dreuilhe, Jacques**
155 hameau La Cherielle Parc de Cassan
F-95290 L'Isle Adam (FR)
Inventeur : **Landet, Paul**
88 rue Louis Constant
F-93600 Aulnay (FR)

(74) Mandataire : **Polus, Camille et al**
c/o Cabinet Lavoix 2, Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cedex 09 (FR)

EP 0 153 214 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 se rapporte à un échangeur à tubes placé dans un fluide à température élevée et comportant des tubes branchés à un collecteur d'entrée et à un collecteur de sortie.

On connaît par FR-A-2 449 845, une chaudière de récupération de chaleur comportant une pluralité d'éléments d'échange formés de tubes contournés en serpentins verticaux. Cette conception pose des problèmes notamment en ce qui concerne le supportage.

On connaît également dans le FR-A-1 222 175 un échangeur de chaleur à tubes placés dans un fluide à température élevée, comportant une pluralité de panneaux constitués de tubes s'étendant sous deux collecteurs d'entrée et deux collecteurs de sortie auxquels ils sont connectés en amont et en aval, en formant deux demi-panneaux, chaque demi-panneau se composant d'un tube sous-collecteur vertical branché d'une part à un desdits collecteurs d'entrée et d'autre part à au moins un tube formé en lacet.

La présente invention telle qu'elle est caractérisée dans les revendications a pour but de résoudre les problèmes de dilatation et de supportage pour un faisceau de tubes du type précédent, placé dans un fluide à une température très élevée, notamment dans un flux de gaz chaud ou de fumées chaudes ou dans le lit fluidisé d'un appareil à combustion. La conception adoptée permet de conserver le pas entre les spires formées par les tubes et évite le vrillage et les vibrations de ces tubes. Cette conception limite en outre le phénomène d'encrassement lorsque les fumées sont chargées en poussières.

L'échangeur selon l'invention est caractérisé par le fait que les tubes en lacet des deux demi-panneaux forment une enveloppe dans laquelle s'étendent lesdits tubes sous-collecteurs qui supportent lesdits tubes en lacet par l'intermédiaire de supports en porte-à-faux.

Selon une caractéristique, chaque spire de tube en lacet s'appuie sur deux supports fixés aux deux tubes sous-collecteurs.

Selon une autre caractéristique, les collecteurs d'entrée et de sortie s'étendent horizontalement et les deux collecteurs de sortie sont situés à la même hauteur l'un par rapport à l'autre et au-dessus des deux collecteurs d'entrée qui eux-mêmes sont situés à la même hauteur l'un par rapport à l'autre.

Selon une autre caractéristique, les tubes en lacets partant d'un tube sous-collecteur s'enroulent entre les spires des tubes en lacets partant du second tube sous-collecteur, les sens d'enroulement étant les mêmes.

L'invention va maintenant être décrite avec plus de détails en se référant à un mode de réalisation donné à titre d'exemple et représenté par les dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une vue en élévation de l'échangeur.

La figure 2 est une coupe selon II-II de la figure 1 qui montre l'échangeur en vue de côté.

La figure 3 est une vue de détail de la figure 1.

La figure 4 est une vue de détail de la figure 2.

La figure 5 représente l'application de l'échangeur selon l'invention à un appareil à lit fluidisé.

La figure 6 représente l'application de l'échangeur selon l'invention à la récupération de la chaleur de fumées de combustion.

L'échangeur représenté notamment par les figures 1 et 2 est placé dans un fluide à température élevée notamment dans un mélange solide-gaz du lit fluidisé d'un appareil à lit fluidisé ou encore dans un courant de gaz chaud ou de fumées chaudes provenant par exemple d'un four ou d'une chambre de combustion de turbine à gaz. Le fluide (mélange solide-gaz, gaz ou fumées) est contenu dans une enceinte 1 ou canalisé dans un conduit calorifugé 1. Le courant de gaz ou de fumées s'écoule verticalement de manière ascendante selon la flèche 11.

Le mode de réalisation représenté comporte deux faisceaux de tubes référencés 6 et 7 respectivement.

Chaque faisceau comporte une paire de collecteurs d'entrée 21, 22 qui reçoivent un gaz relativement froid et une paire de collecteurs de sortie 31 et 32 qui recueillent le gaz chaud après que celui-ci soit passé dans les tubes 41 à 48.

Les collecteurs 21, 22, 31, 32 traversent une paroi de l'enceinte ou du conduit et s'étendent horizontalement, sensiblement jusqu'à la paroi opposée. Les collecteurs d'entrée 21 et 22 sont sensiblement situés à la même hauteur l'un par rapport à l'autre. De même les collecteurs de sortie 31 et 32 sont sensiblement situés à la même hauteur l'un par rapport à l'autre. Les collecteurs de sortie 31 et 32 sont situés au-dessus des collecteurs d'entrée 21 et 22 (c'est-à-dire en aval par rapport au sens d'écoulement 11 du gaz chaud). L'écartement entre les collecteurs de sortie 31 et 32 est sensiblement égal à l'écartement entre les collecteurs d'entrée 21 et 22.

Les collecteurs d'entrée 21 et 22 sont supportés à leurs extrémités par l'enceinte ou le conduit 1. Ils supportent, par l'intermédiaire d'entretoises 51 et 52, les collecteurs de sortie 32 et 31 respectivement, l'ensemble du faisceau étant suspendu. Les collecteurs d'entrée 21 et 22 pour le gaz froid constituent la charpente de support de l'ensemble des faisceaux.

Chaque faisceau se compose d'une pluralité de panneaux tubulaires 4 s'étendant verticalement les uns à côté des autres et qui sont constitués de tubes 41 à 48 s'étendant sous deux collecteurs d'entrée 21 et 22 et deux collecteurs de sortie 31 et 32. Ces tubes sont branchés en amont à la paire de collecteurs d'entrée 21 et 22 et en aval à la paire de collecteurs de sortie 31 et 32. Chaque panneau 4 se compose de deux demi-panneaux imbriqués l'un dans l'autre et raccordés chacun à un collecteur d'entrée 21 ou 22 et à un collecteur de sortie 31 ou 32.

Chaque demi-panneau comporte un tube sous-collecteur d'entrée 41 ou 42 branché sous le collecteur d'entrée 21 ou 22 respectivement et qui se ramifie par des tubes contournés en lacets 43, 44, 45 ou 46, 47, 48 respectivement, ces tubes en lacets débouchant dans le collecteur de sortie 31 ou 32 qui est associé au collecteur d'entrée. Un collecteur de sortie tel que 31 associé au collecteur d'entrée 21 dans un demi-panneau se situe au-dessus du collecteur d'entrée 22 de l'autre demi-panneau. Les tubes en lacets 43 à 45 ou 46 à 48 sont branchés à la partie inférieure d'un tube sous-collecteur 41 ou 42 qui s'étend verticalement sous le collecteur d'entrée auquel il est branché. Les tubes en lacets 43 à 48 sont contournés de manière que leurs axes fassent des « hélices aplaties » centrées sur un axe constituant l'axe vertical de symétrie des deux tubes sous-collecteurs 41 et 42. Ces deux tubes sous-collecteurs 41 et 42 sont situés à l'intérieur du cylindre fictif enveloppant les tubes en lacets 43 à 48 qui entourent donc lesdits tubes sous-collecteurs. Les tubes en lacets tels que 43 à 45 partant d'un tube sous-collecteur 41 s'enroulent dans l'intervalle s'étendant entre les spires des tubes en lacets 46 à 48 partant du second tube sous collecteur 42 de manière que ces tubes soient imbriqués les uns dans les autres, le sens d'enroulement des tubes 43 à 45 étant le même que celui des tubes 46 à 48. Ces tubes en lacets 43 à 48 sont enroulés de manière à présenter des parties rectilignes raccordées par des coudes. Ils forment de chaque côté des tubes sous-collecteurs 41 et 42 une série de tronçons rectilignes. Ils sont enroulés avec un pas tel qu'il y ait un intervalle entre chaque tube et le tube voisin. Chaque tube en lacet 43 à 48 est, dans un coude, au contact de deux génératrices opposées d'un tube sous-collecteur. Dans chaque coude, l'intrados du tube est séparé du tube sous-collecteur voisin de manière à permettre les dilatations.

Chaque tube sous-collecteur 41 ou 42 présente, le long d'une génératrice, une série de supports en porte-à-faux 411 et 421 respectivement. Ces supports en porte-à-faux sont fixés à intervalles réguliers le long d'une génératrice de chaque tube sous-collecteur. Les tubes en lacet 43 à 48 s'appuient sur ces supports en porte-à-faux 411 et 421. Chaque spire d'un tube en lacet est supportée par deux supports 411 et 421 fixés aux deux tubes sous collecteurs. Les supports 411 et 421 sont disposés dans chacun des intervalles compris entre deux tubes en lacets. Ces supports sont réalisés en métal et sont soudés aux tubes sous collecteurs. En variante ces supports pourraient être constitués par des anneaux en céramique ceinturant les tubes sous-collecteurs.

Le fonctionnement est le suivant :

L'enceinte ou le conduit 1 contient ou canalise un fluide très chaud (mélange solide-gaz de lit fluidisé ou gaz ou fumées).

L'échangeur est utilisé pour réchauffer un gaz relativement froid qui est amené aux collecteurs d'entrée 21 et 22.

Le gaz froid à réchauffer descend dans les tubes sous collecteurs 41 et 42 puis circule dans les tubes en lacets 43 à 48 avant d'être recueilli dans les collecteurs de sortie 31 et 32. Pendant ce parcours, le gaz circulant dans les tubes récupère la chaleur du lit fluidisé ou du gaz chaud à l'extérieur des tubes.

Dans l'application de la figure 5, l'échangeur est placé au sein du lit 8 d'une chaudière à lit fluidisé. Cet échangeur constitue un réchauffeur d'air et il est placé en amont du faisceau de production de vapeur. Par exemple l'air qui entre dans l'échangeur vient d'un compresseur et l'air chaud qui sort est envoyé à une turbine à gaz.

Dans l'application de la figure 6, l'échangeur est placé dans un conduit 1 qui canalise les fumées à très haute température provenant d'une turbine à gaz 9. L'air qui entre dans l'échangeur vient du compresseur de la turbine et l'air chaud qui sort est envoyé à la chambre de combustion de la turbine.

Revendications

1. Echangeur de chaleur à tubes placé dans un fluide à température élevée, comportant une pluralité de panneaux (4) constitués de tubes (41 à 48) s'étendant sous deux collecteurs d'entrée (21, 22) et deux collecteurs de sortie (31, 32) auxquels ils sont connectés en amont et en aval, en formant deux demi-panneaux, chaque demi-panneau se composant d'un tube sous-collecteur (41 ou 42) vertical branché d'une part à un desdits collecteurs d'entrée (21, 22) et d'autre part à au moins un tube (43, 44, 45 ou 46, 47, 48) formé en lacet, caractérisé par le fait que les tubes en lacet (43, 44, 45 ou 46, 47, 48) des deux demi-panneaux (4) forment une enveloppe dans laquelle s'étendent les tubes sous-collecteurs (41, 42) qui supportent lesdits tubes en lacet par l'intermédiaire de supports en porte-à-faux (411, 421).

2. Echangeur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque spire de tube en lacet (43 à 48) s'appuie sur deux supports (411, 421) fixés aux tubes sous-collecteurs (41, 42).

3. Echangeur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les deux collecteurs d'entrée (21, 22) et de sortie (31, 32) s'étendent horizontalement et que les deux collecteurs de sortie (31, 32) sont situés à la même hauteur l'un par rapport à l'autre, au-dessus des deux collecteurs d'entrée (21, 22) eux-mêmes situés à la même hauteur l'un par rapport à l'autre.

4. Echangeur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les collecteurs d'entrée sont supportés à leurs extrémités par l'enceinte ou le conduit (1) contenant le fluide à température élevée et qu'ils supportent les collecteurs de sortie par l'intermédiaire d'entretoises (51, 52).

5. Echangeur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé par le fait que les tubes en lacet (43 à 45) ou (46 à 48) partant d'un tube sous-collecteur (41, 42) s'enrou-

lent entre les spires des tubes en lacet (46 à 48) ou (43 à 45) partant du second tube sous-collecteur (42 ou 41), les sens d'enroulement étant les mêmes.

6. Appareil à lit fluidisé comportant un échangeur selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'échangeur étant placé au sein du lit fluidisé.

Claims

1. A tube type heat exchanger placed in a fluid at elevated temperature and comprising a plurality of panels (4) of tubes (41 to 48) extending below two inlet headers (21, 22) and two outlet headers (31, 32) to which headers the tubes are connected at upstream and downstream ends thereof, forming thereby two semi-panels, each semi-panel comprising a sub-header tube (41 or 42) vertically connected on one hand to one of said inlet header (21, 22) and on the other hand to at least one tube (43, 44, 45 or 46, 47, 48) having a laced configuration characterized in that the tubes having a laced configuration (43, 44, 45 or 46, 47, 48) of said two semi-panels (4) form an envelope in which said sub-header tubes (41, 42) extend and support said laced tubes by means of cantilevered supports (411, 421).

2. Exchanger according to claim 1, characterized in that a loop portion of each tube having a laced configuration (43 to 48) bears against said two supports (411, 421) which are fixed to the sub-header tube (41, 42).

3. Exchanger according to anyone of the preceding claims, characterized in that the two inlet headers (21, 22) and the two outlet headers (31, 32) extend horizontally and that said outlet headers (31, 32) are located at the same height relative to each other, above said two inlet headers (21, 22) which inlet headers are located at the same height relative to each other.

4. An exchanger according to claim 1, wherein the inlet headers are supported at ends thereof by a vessel or a flue (1) containing said fluid at elevated temperature and the inlet headers support the outlet headers through spacer members (51, 52).

5. An exchanger according to anyone of the preceding claims characterized in that the tubes having a laced configuration (43 to 45 or 46 to 48) extending from one sub-header tube (41, 42) are coiled between coils of the tubes (46 to 48 or 43 to 45) having a laced configuration which extend from the other sub-header tube, the directions of coiling being the same.

6. A fluidized bed apparatus comprising an exchanger according to anyone of the preceding claims, said exchanger being placed within the fluidized bed.

Patentansprüche

1. Rohrenwärmeaustauscher in einer Flüssigkeit mit hoher Temperatur mit einer Vielzahl von aus Rohren (41 bis 48) bestchenden Platten (4), die sich unter zwei Eingangssammelrohren (21, 22) und zwei Ausgangssammelrohren (31, 32) befinden, mit denen sie stromaufwärts und stromabwärts verbunden sind und zwei Halbplatten bilden, wobei jede Halbplatte aus einem senkrechten Untersammelrohr (41 oder 42) besteht, das auf der einen Seite an einem der Eingangssammelrohre (21, 22) und auf der anderen Seite an mindestens einem als Schlange ausgebildeten Rohr (43, 44, 45 oder 46, 47, 48) angebunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlangenrohre (43, 44, 45 oder 46, 47, 48) der beiden Halbplatten (4) ein Gehäuse bilden, in dem sich die Untersammelrohre (41, 42), die die Schlangenrohre über vorstehende Träger (411, 421) unterstützen, befinden.

2. Austauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich jede Windung des Schlangenrohres (43 bis 48) auf zwei Träger stützt (411, 421), die an den Untersammelrohren (41, 42) befestigt sind.

3. Austauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Eingangs- (21, 22) und Ausgangssammelrohre (31, 32) horizontal sind und die beiden Ausgangssammelrohre (31, 32) zueinander auf der gleichen Höhe und über den beiden Eingangssammelrohren (21, 22) sind, die sich auch zueinander auf der gleichen Höhe befinden.

4. Austauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangssammelrohre an ihren Enden durch die Leitung oder das Rohr (1), die die Flüssigkeit mit hoher Temperatur enthalten, gestützt werden und die Ausgangssammelrohre über Zwischenträger (51, 52) stützen.

5. Austauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die von einem Untersammelrohr (41, 42) ausgehenden Schlangenrohre (43 bis 45 oder 46 bis 48) zwischen den Windungen der Schlangenrohre (46 bis 48 oder 43 bis 45) gewickelt sind, die von dem zweiten Untersammelrohr (42 oder 41) ausgehen, wobei die Wickelrichtungen gleich sind.

6. Wirbelbettvorrichtung mit einem Austauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Austauscher in der Mitte des Wirbelbetts angeordnet ist.

Fig 1

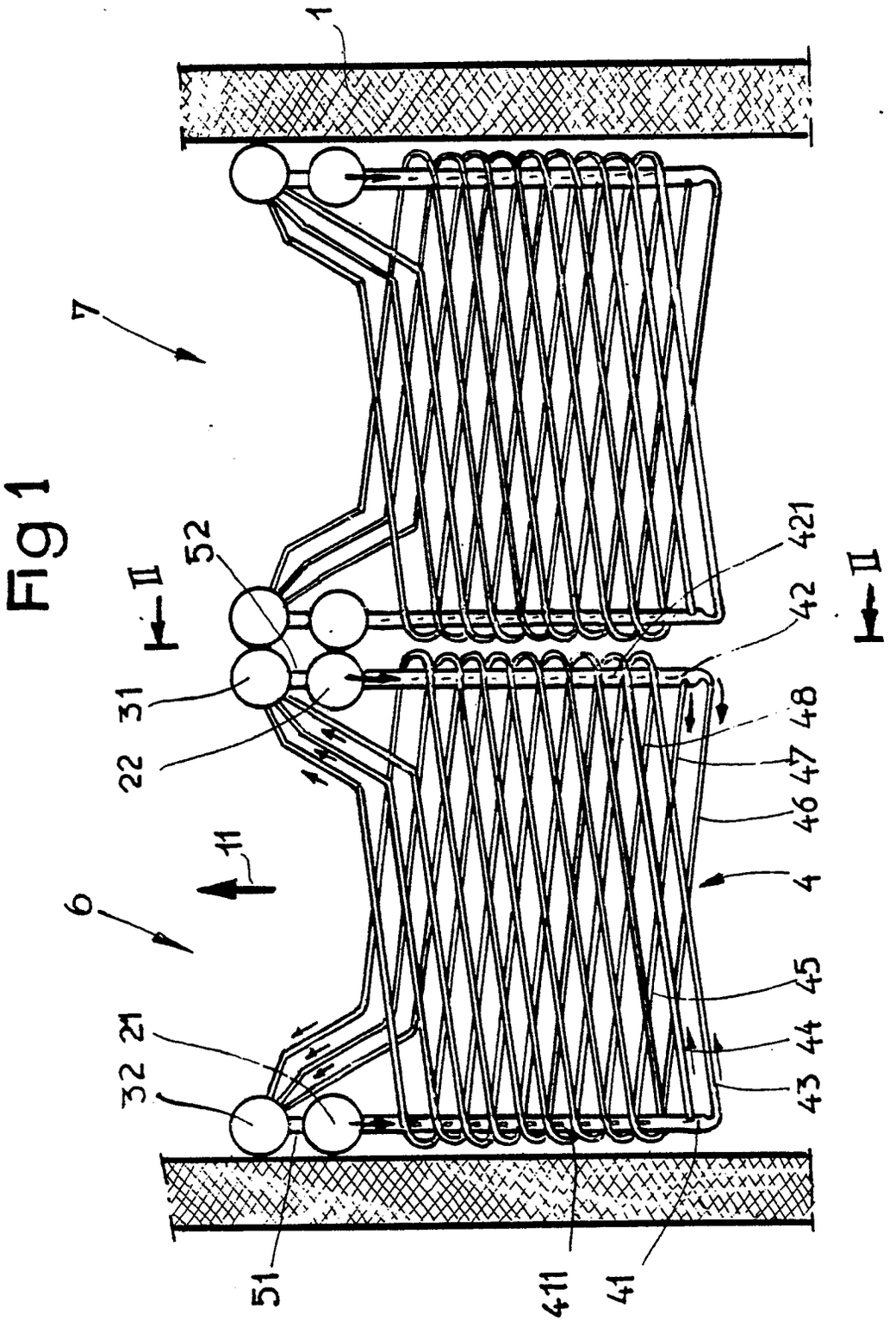

Fig 2

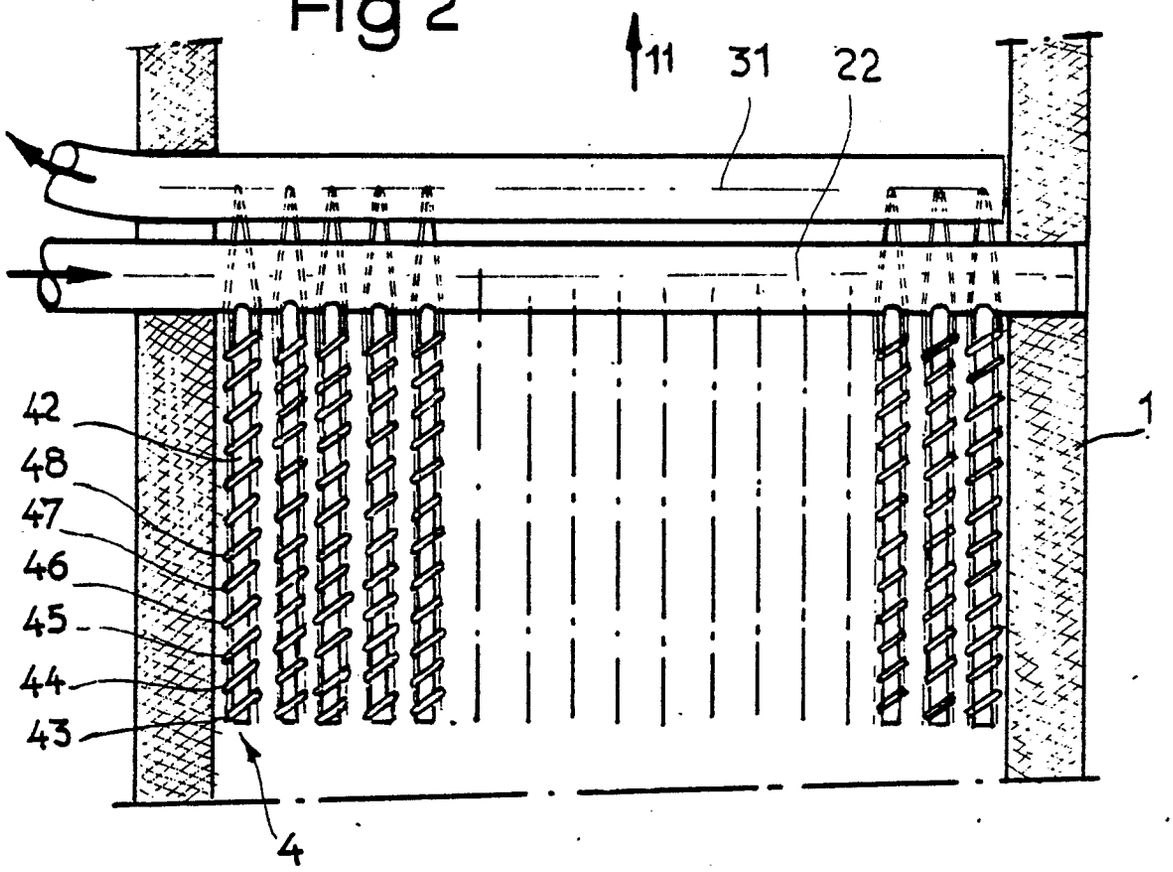

Fig 3

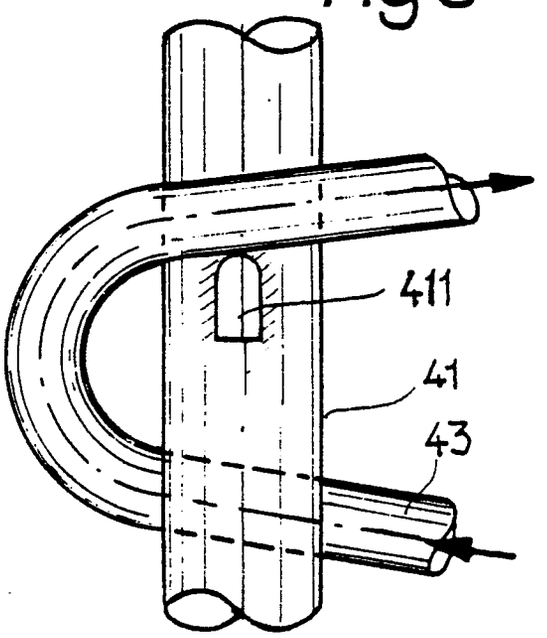

Fig 4

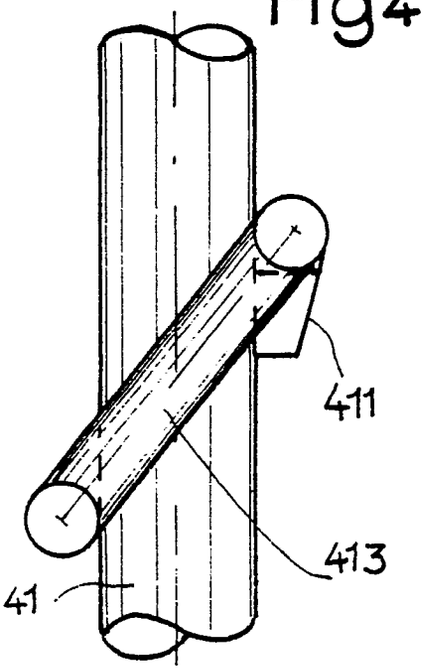

Fig 6

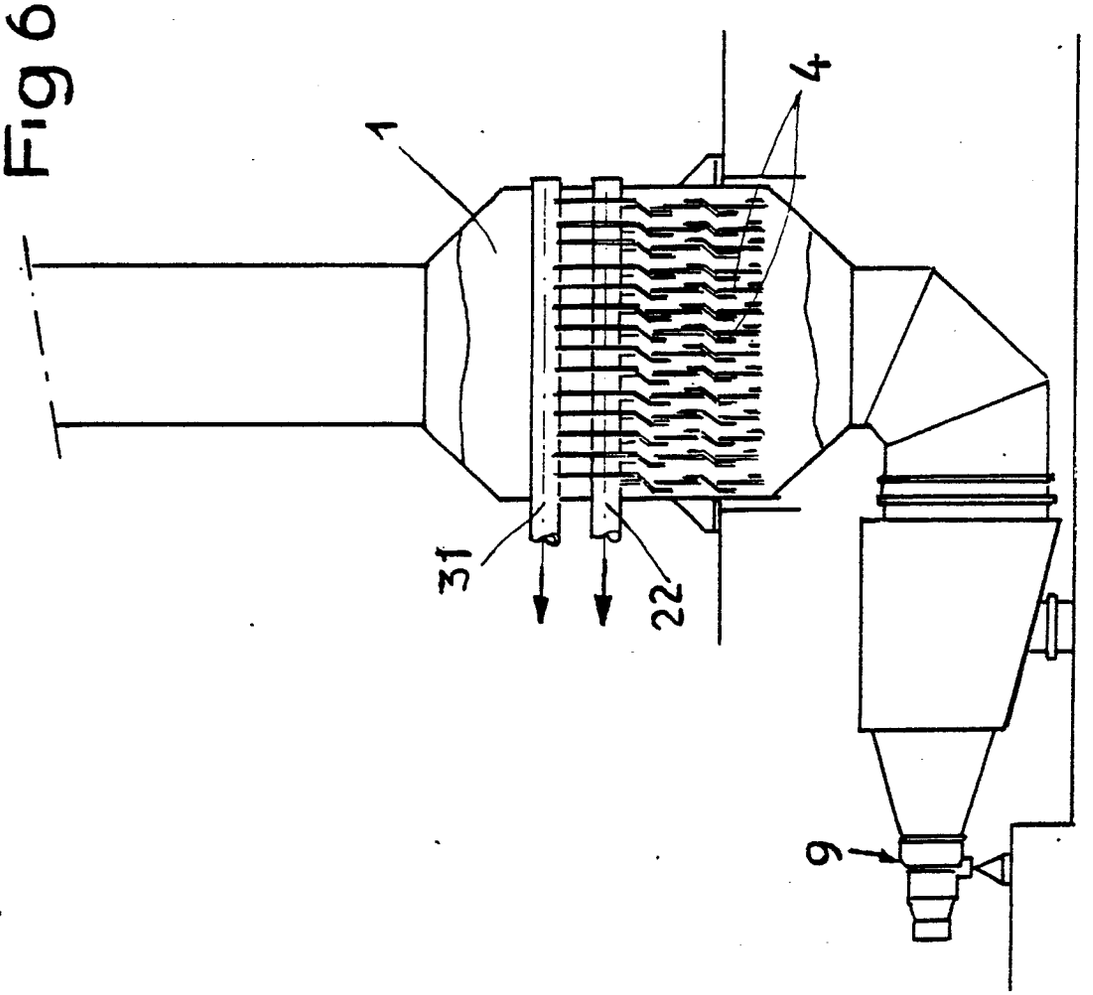
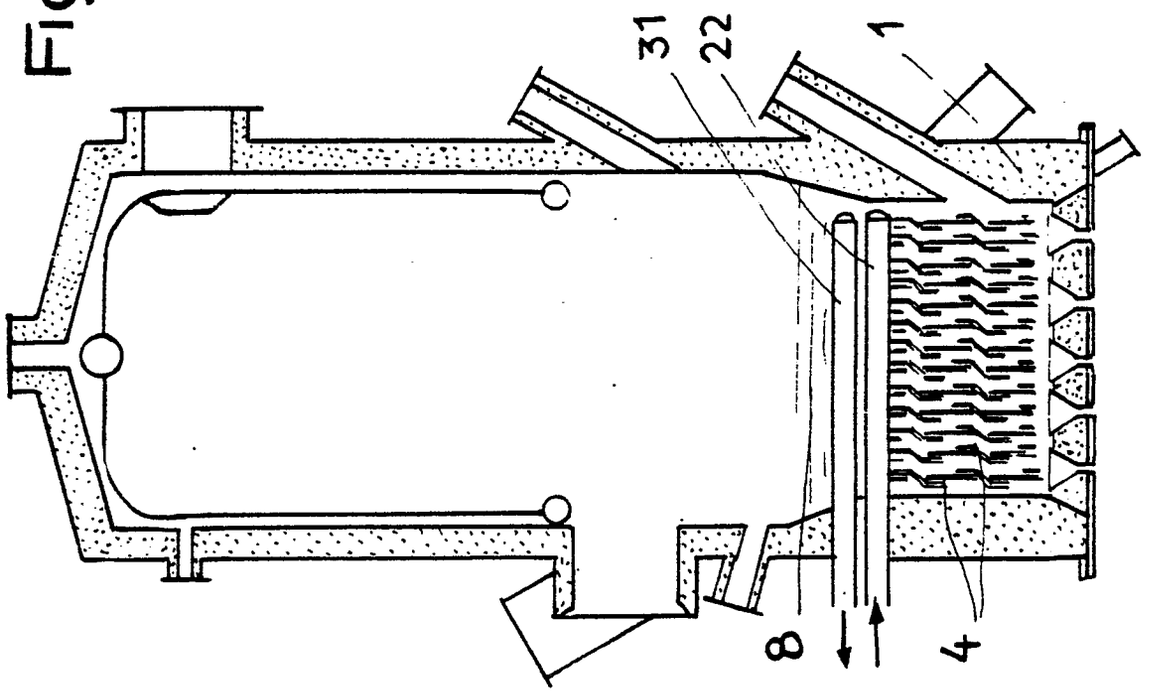
Fig 5