

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Numéro de publication:

0 3 1 4 5 8 5
B 1

12

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

45

Date de publication du fascicule du brevet:
22.11.90

51

Int. Cl.⁵: **F28B 1/02, F28F 7/02,**
F28F 27/02, F28F 21/02

21

Numéro de dépôt: **88420364.7**

22

Date de dépôt: **25.10.88**

54

Echangeur de chaleur gaz/liquide avec condensation.

30

Priorité: **29.10.87 FR 8715245**

73

Titulaire: **VICARB, 24 avenue Marcel Cachin,**
F-38400 Saint Martin d'Herès(FR)

43

Date de publication de la demande:
03.05.89 Bulletin 89/18

72

Inventeur: **Fayolle, Lucien, Place de la Mairie,**
F-38950 Saint Martin le Vinoux(FR)
Inventeur: **Mangin, Patrick, 21 Avenue Alsace Lorraine,**
F-38000 Grenoble(FR)
Inventeur: **Nineuil, Guy, 14 Rue Lionel Terray,**
F-38170 Seyssins Village(FR)

45

Mention de la délivrance du brevet:
22.11.90 Bulletin 90/47

84

Etats contractants désignés:
DE ES GB IT

74

Mandataire: **Laurent, Michel et al, Cabinet LAURENT et**
CHARRAS, 20, rue Louis Chirpaz B.P. 32, F-69131 Ecully
Cédex(FR)

66

Documents cités:
EP-A- 0 196 548
DE-A- 2 161 604
FR-A- 2 034 392
FR-A- 2 562 997
GB-A- 2 087 526
NL-A- 7 810 186
US-A- 2 887 303
US-A- 3 315 739
US-A- 3 675 710

EP 0 3 1 4 5 8 5 B 1

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 réfère à un échangeur de chaleur gaz/liquide avec condensation du type constitué d'éléments modulaires sous forme de blocs juxtaposés à l'intérieur d'une enceinte et dans lesquels sont percés deux séries de canaux s'étendant, l'une sur toute la hauteur des blocs, l'autre sur toute leur largeur, et permettant respectivement la circulation de la phase liquide et de la phase gazeuse entre lesquelles doit être réalisé l'échange thermique :

- lesdits blocs étant disposés à l'intérieur de l'enceinte de manière à former une colonne reliée à sa base et à sa partie supérieure au circuit permettant l'amenée et la circulation de la phase liquide à l'intérieur des conduits longitudinaux ;

- l'espace entre l'enceinte et la colonne centrale précitée étant séparée en deux chambres, l'une dite chambre d'admission, étant reliée au circuit d'alimentation en phase gazeuse et l'autre, dite chambre de récupération étant reliée au circuit d'évacuation des condensats formés lors de l'échange thermique.

Outre les échangeurs à plaques et les échangeurs tubulaires conventionnels, il a été proposé, par exemple dans le US-A 3 315 739, de réaliser des échangeurs de chaleur constitués de blocs parallélépipédiques ou cylindriques en graphite, dans lesquels sont percés deux séries de canaux, en général de forme cylindrique et disposés orthogonalement les uns par rapport aux autres de manière à réaliser des circuits indépendants pour les deux fluides entre lesquels doit s'effectuer l'échange thermique. De tels blocs qui présentent l'avantage de pouvoir être construits en série et d'être interchangeables, non seulement permettent d'obtenir une très grande surface d'échange thermique mais permettent également de réaliser des échangeurs qui peuvent être facilement adaptés en fonction des applications particulières pour lesquelles l'échangeur doit être réalisé, puisqu'il se présente sous la forme de modules qu'il suffit d'empiler à l'intérieur d'une enceinte définissant les chambres indépendantes pour la circulation des fluides. Par ailleurs, il est évident que les problèmes d'étanchéité sont parfaitement résolus étant donné que les canaux de circulation de fluide sont percés dans la masse.

De tels échangeurs sont utilisés dans de très nombreux domaines, par exemple pour assurer le réchauffage d'un liquide (solution acide à faible concentration par exemple), et ce au moyen d'un gaz à température élevée (vapeur d'eau en général).

Les principaux problèmes qui se posent avec de tels échangeurs sont, d'une part, celui de l'écoulement régulier des condensats formés à partir de la phase gazeuse entrante lors de l'échange thermique, afin d'éliminer tout risque de vibration ou de coups de bélier qui sont particulièrement préjudiciables lorsque les matériaux utilisés pour réaliser les blocs sont sensibles aux chocs (cas du graphite par exemple) et, d'autre part, celui de la distribution régulière de la phase gazeuse entrante sur toute la hauteur de l'échangeur.

Or on a trouvé, et c'est ce qui fait l'objet de la présente invention, un perfectionnement à ce type

d'échangeur constitué de blocs percés de deux séries de canaux permettant de réaliser des circuits indépendants de circulation de gaz et de liquide à réchauffer et qui permet de résoudre l'ensemble de ces problèmes.

L'échangeur selon l'invention se caractérise en ce que :

- l'introduction de la phase gazeuse dans la chambre d'admission est réalisée au moyen d'un boîtier de distribution permettant de répartir ladite phase gazeuse sur toute la hauteur de cette chambre ;

- les conduits transversaux percés dans les blocs d'échange proprement dit et qui relient la chambre d'admission à la chambre de récupération présentent une légère pente descendante dans le sens de la circulation de la phase liquide qui se forme par condensation à partir de la phase gazeuse entrante.

Avantageusement et en pratique :

- les blocs d'échange et l'enceinte qui les entoure se présentent sous la forme cylindrique ; il est évident qu'il est également possible de réaliser ledit échangeur conforme à l'invention sous une forme autre que cylindrique ;

- le boîtier de distribution de la phase gazeuse sur toute la hauteur de l'échangeur est disposé à l'extérieur de l'enceinte, des fentes verticales étant prévues sur ladite enceinte afin de répartir le gaz sur toute la hauteur de la chambre, au moins un déflecteur étant par ailleurs disposé, en regard desdites fentes, dans l'espace compris entre l'enceinte extérieure et la colonne centrale d'échange, afin de répartir le gaz sur toute la surface de la colonne disposée à l'intérieur de la chambre d'admission.

L'invention et les avantages qu'elle apporte seront cependant mieux compris grâce à l'exemple de réalisation donné ci-après à titre indicatif mais non limitatif, et qui est illustré par les figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective éclatée de l'ensemble d'un échangeur conforme à l'invention ;

- la figure 2 est une vue schématique en coupe selon le plan AA de la figure 1 illustrant la manière dont est réalisé l'échange thermique ;

- la figure 3 est une vue de détail du système de distribution permettant de répartir la phase gazeuse sur toute la hauteur de l'échangeur.

Si l'on se reporte aux schémas annexés et plus particulièrement à la figure 1, l'échangeur conforme à l'invention est du type constitué d'éléments modulaires (1), se présentant sous la forme de blocs, au nombre de trois dans l'exemple illustré à la figure 1, maintenus juxtaposés à l'intérieur d'une enceinte (2). Ces éléments modulaires (1) sont constitués d'un bloc de matériau choisi en fonction de la nature des fluides ou gaz entre lesquels doit s'effectuer l'échange thermique et qui, dans le cas présent, est du graphite. Les blocs (1) sont percés de deux séries de canaux (3,4) permettant de réaliser des circuits indépendants pour le gaz et le liquide.

Dans l'exemple de réalisation illustré, les blocs (1) et l'enveloppe (2) sont de forme cylindrique mais il

est évident que l'échangeur pourrait avoir une toute autre forme, par exemple parallélépipédique. Les canaux (3), dits "canaux longitudinaux", s'étendent parallèlement à l'axe de révolution des blocs alors que les canaux (4) dits "canaux transversaux" sont disposés parallèlement les uns aux autres entre chaque série de canaux longitudinaux (3).

Les blocs constituant tout l'ensemble d'échange sont disposés à l'intérieur de l'enceinte (2) de manière à former une colonne centrale. Les blocs (1) sont montés à l'intérieur de l'enveloppe par l'intermédiaire de glissières (5) (une seule étant représentée à la figure 1) s'étendant sur toute la hauteur de la colonne. Ces glissières (5) permettent de former deux chambres séparées l'une de l'autre dans l'espace compris entre la périphérie de la colonne centrale et l'enveloppe, l'une dite chambre d'admission (6), l'autre dite chambre de récupération (7). L'amenée de la phase liquide au travers des conduits longitudinaux (3) est réalisée par la base de l'ensemble au moyen d'un circuit d'alimentation approprié (8), relié à un circuit d'alimentation liquide, l'évacuation étant réalisée par la partie supérieure au moyen d'une conduite d'évacuation (9) (non représentée à la figure 1).

Conformément à l'invention, afin d'assurer une répartition régulière à l'intérieur de la chambre d'admission (6) de la phase gazeuse destinée à réchauffer la phase liquide circulant à l'intérieur des conduits (3), l'alimentation de la chambre d'admission (6) est réalisée indirectement en faisant déboucher le conduit (10) d'amenée de cette phase gazeuse, non pas directement à l'intérieur de l'espace compris entre la zone d'échange et l'enveloppe, mais dans un boîtier de distribution (11) prévu à l'extérieur de ladite enveloppe (2). Ce boîtier de distribution (11) qui entoure partiellement l'enveloppe s'étend sur pratiquement toute sa hauteur. L'introduction de la phase gazeuse à l'intérieur de la chambre d'admission (6) est réalisée en prévoyant sur l'enveloppe un passage (12), en forme de fente. Ce passage (12) en forme de fente peut être soit continu et s'étendre sur toute la hauteur (voir figure 3), soit être constitué d'une pluralité de fentes disposées dans le prolongement l'une de l'autre, par exemple au nombre de deux comme représenté à la figure 1. Grâce à un tel mode de réalisation, la distribution de la phase gazeuse s'effectue sur toute la hauteur de l'échangeur. Par ailleurs, pour assurer une bonne répartition sur toute la périphérie des blocs, des déflecteurs en forme de plaques (13) peuvent être disposés, à l'intérieur de l'espace libre compris entre la colonne centrale et l'enveloppe, en regard des fentes d'introduction de la phase gazeuse. Grâce à un tel mode de réalisation, la phase gazeuse est non seulement répartie régulièrement sur toute la hauteur des blocs d'échange (1), mais également sur toute la surface périphérique desdits blocs situés dans la chambre d'admission (6).

Dans l'échangeur conforme à l'invention, l'introduction de la phase gaz peut être réalisée soit au moyen d'un seul conduit (10), disposé dans ce cas sensiblement à mi-hauteur de l'échangeur comme représenté à la figure 1, soit éventuellement, ainsi que cela a été représenté à la figure 2, au moyen de plu-

sieurs conduits (10a,10b, 10c) répartis sur la hauteur du boîtier de distribution.

Par ailleurs, selon une autre caractéristique de l'échangeur conforme à l'invention, les canaux transversaux (4) dont la section peut être soit circulaire, elliptique..., ne sont pas disposés horizontalement mais présentent une légère pente descendante dans le sens de la circulation de la phase liquide qui se forme par condensation à partir de la phase gazeuse entrante. En général, une pente de l'ordre de 2 à 3° convient parfaitement.

L'évacuation des condensats formés de l'intérieur de la chambre de récupération (7) est obtenue au moyen d'un conduit d'évacuation (14) prévu à la base de la chambre de récupération.

Les sections des conduits d'alimentation (10) et d'évacuation (14) seront calculées en fonction du débit de la phase gazeuse en rapport de section de un tiers pour le conduit d'évacuation (14) à deux tiers pour le conduit d'admission (10) convenant pour la plupart des applications.

Grâce à une telle structure, il est, possible d'obtenir un échangeur d'une grande efficacité et dans lequel l'écoulement des condensats à l'intérieur des conduits transversaux (4) est fait de manière régulière en éliminant tout risque de vibration ou de coups de bélier, phénomènes particulièrement préjudiciables lorsque les blocs (1) sont à base de matériaux très sensibles aux chocs, ce qui est le cas du graphite. Par ailleurs, un tel type d'échangeur permet de meilleures performances grâce à l'optimisation de la surface liée à la condensation.

Revendications

1. Echangeur de chaleur gaz/liquide avec condensation du type constitué d'éléments modulaires sous forme de blocs (1) juxtaposés à l'intérieur d'une enceinte (2) et dans lesquels sont percés deux séries de canaux (3,4), l'une (3) sur toute la hauteur des blocs (1), l'autre (4) sur toute leur largeur et permettant respectivement la circulation de la phase liquide et de la phase gazeuse entre lesquelles doit être réalisé l'échange thermique :

- lesdits blocs (1) étant disposés à l'intérieur de l'enceinte (2) de manière à former une colonne reliée à sa base et à sa partie supérieure au circuit (8,9) permettant l'amenée et la circulation de la phase liquide à l'intérieur des conduits longitudinaux (3) ;
- l'espace entre l'enceinte (2) et la colonne centrale précitée étant séparée en deux chambres (6,7), l'une (6) dite chambre d'admission, étant reliée au circuit d'alimentation (10) en phase gazeuse et l'autre (7) dite chambre de récupération étant reliée au circuit d'évacuation (14) des condensats formés lors de l'échange thermique, caractérisé en ce que :
- l'introduction de la phase gazeuse dans la chambre d'admission (6) est réalisée au moyen d'un boîtier de distribution (11) permettant de répartir ladite phase gazeuse sur toute la hauteur de la chambre (6) ;
- les conduits transversaux (4) percés dans les blocs d'échange (1) proprement dits et qui relient la chambre d'admission (6) à la chambre de récupéra-

tion (7) présentent une légère pente descendante dans le sens de la circulation de la phase liquide qui se forme par condensation à partir de la phase gazeuse entrante.

2. Echangeur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les blocs d'échange (1) et l'enceinte (2) qui les entoure se présentent sous une forme cylindrique.

3. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le boîtier de distribution (11) de la phase gazeuse sur toute la hauteur de l'échangeur est disposé à l'extérieur de l'enceinte (2), des fentes verticales (12) étant prévues sur ladite enceinte (2) afin de répartir le gaz sur toute la hauteur de la chambre (6), au moins un déflecteur (13) étant par ailleurs disposé en regard desdites fentes (12) dans l'espace compris entre l'enceinte extérieure (2) et la colonne centrale d'échange, afin de répartir le gaz sur toute la surface de la colonne disposée à l'intérieur de la chambre d'admission (6).

4. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la pente des conduits transversaux (4) est de l'ordre de 2 à 3°.

Patentansprüche

1. Gas/Flüssigkeits-Kondensationswärmeaustauscher, der aus Modulelementen in Form von Blöcken (1) zusammengesetzt ist, die im Inneren einer Umhüllung (2) aufeinandergesetzt sind und in denen zwei Serien an Leitungen (3, 4) durchgelocht sind, nämlich die einen (3) über die gesamte Höhe der Blöcke (1), die anderen (4) über die gesamte Breite, wobei diese jeweils das Zirkulieren der flüssigen bzw. der gasförmigen Phase ermöglichen, zwischen denen der Wärmeaustausch stattfinden soll, wobei

– die genannten Blöcke (1) derart im Inneren der Umhüllung (2) angeordnet sind, daß sie eine Säule bilden, die an ihrer Basis und an ihrem oberen Bereich an den Kreislauf (8, 9) angeschlossen ist, der die Zufuhr und das Zirkulieren der flüssigen Phase im Inneren der längsverlaufenden Leitungen (3) bewerkstelligt;

– der Raum zwischen der Umhüllung (2) und der zuvor erwähnten mittigen Säule in zwei Kammern (6, 7) unterteilt ist, von denen die eine (6), Einströmkammer genannt, mit dem Zuführkreislauf (10) der Gasphase verbunden ist, und von denen die andere (7), Abscheidungskammer genannt, mit dem Abführkreislauf (14) der während des Wärmeaustausches gebildeten Kondensate verbunden ist, dadurch gekennzeichnet,

– daß das Einführen der Gasphase in die Einströmkammer (6) mittels eines Verteilergehäuses (11) bewerkstelligt wird, das ein Verteilen der Gasphase über die gesamte Höhe der Kammer (6) ermöglicht; und

– daß die querverlaufenden Leitungen (4), die in den Austauschblöcken (1) durchgelocht sind, und die die Einströmkammer (6) mit der Abscheidungskammer (7) verbinden, eine schwache Neigung aufweisen, die in der Richtung abfällt, in der diejenige flüssige Phase zirkuliert, die sich durch Kondensa-

tion aus der eintretenden Gasphase bildet.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Austauschblöcke (1) und die Umhüllung (2), die diese umrundet eine zylindrische Form aufweisen.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verteilergehäuse (11), das die Gasphase über die gesamte Höhe des Wärmetauschers verteilt, außerhalb der Umhüllung (2) angeordnet ist, daß vertikale Schlitze (12) in der Umhüllung (2) vorgesehen sind, um das Gas über die gesamte Höhe der Kammer (6) zu verteilen, wobei außerdem zumindest ein Ablenkblech (13) gegenüberliegend zu den Schlitzen (12) angeordnet ist, und zwar im Raum zwischen der außenliegenden Umhüllung (2) und der mittigen Austauschsäule, so daß das Gas über die gesamte Oberfläche der im Inneren der Einströmkammer (6) angeordneten Säule verteilt wird.

4. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigung der querverlaufenden Leitungen (4) im Bereich von 2 bis 3° liegt.

25 Claims

1. A gas-liquid heat-exchanger with condensation, of the type consisting of modular elements in the form of blocks (1) juxtaposed within an enclosure (2) and in which two series of channels (3,4) are pierced, one (3) over the entire height of the blocks (1), and the other (4) over their entire width and permitting respectively the circulation of the liquid phase and of the gaseous phase between which the heat exchange is to be performed:

– said blocks (1) being disposed within the enclosure (2) in such a manner as to form a column connected at its base and at its upper part to the circuit (8, 9) permitting the supply and the circulation of the liquid phase within the longitudinal conduits (3);

– the space between the enclosure (2) and the aforementioned central column being separated into two chambers (6, 7), one (6) referred to as the admission chamber, being connected to the gaseous phase supply circuit (10) and the other (7), referred to as the recovery chamber, being connected to the circuit (14) for the evacuation of the condensates formed in the course of the heat exchange, characterized in that:

– the introduction of the gaseous phase into the admission chamber (6) is undertaken by means of a distribution box (11) permitting the distribution of said gaseous phase over the entire height of the chamber (6);

– the transverse conduits (5) pierced in the exchange blocks (1) per se and which connect the admission chamber (6) to the recovery chamber (7) exhibit a slight slope descending in the sense of the circulation of the liquid phase which is formed by condensation from the gaseous phase entering.

2. The exchanger as claimed in claim 1, characterized by the fact that the exchange blocks (1) and the enclosure (2) which surrounds them are present in a cylindrical form.

3. The heat exchanger as claimed in one of claims

1 and 2, characterized in that the box (11) for the distribution of the gaseous phase over the entire height of the exchanger is disposed outside the enclosure (2), vertical slits (12) being provided on said enclosure (2) in order to distribute the gas over the entire height of the chamber (6), at least one deflector (13) being furthermore disposed opposite said slits (12) in the space contained between the outer enclosure (2) and the central exchange column, in order to distribute the gas over the entire surface of the column disposed within the admission chamber (6).

5

10

4. The heat exchanger as claimed in one of claims 1 to 3, characterized in that the slope of the transverse conduits (4) is in the order of 2 to 3°.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

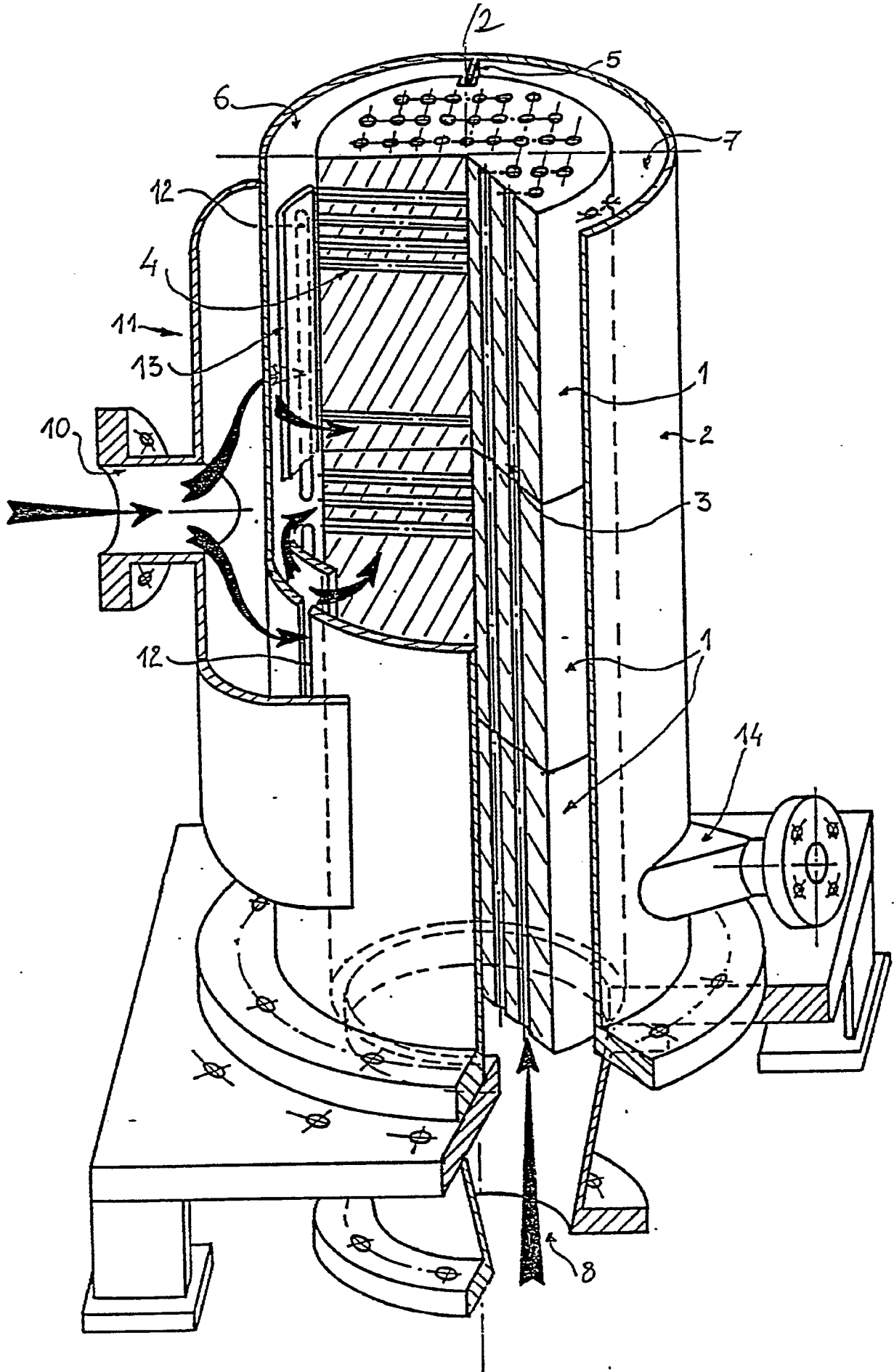


FIGURE 1

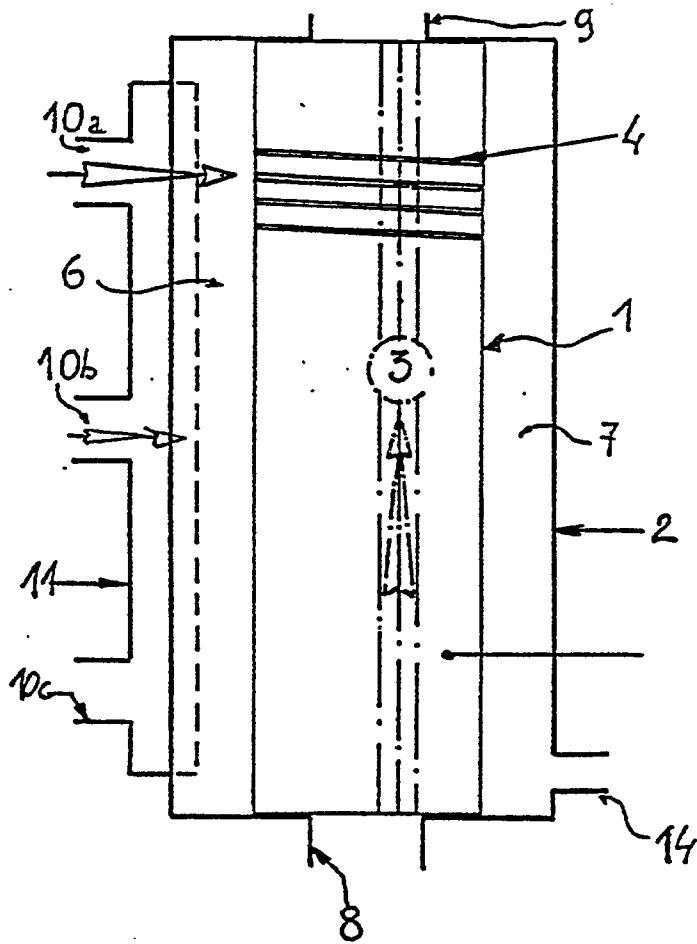


FIGURE 2

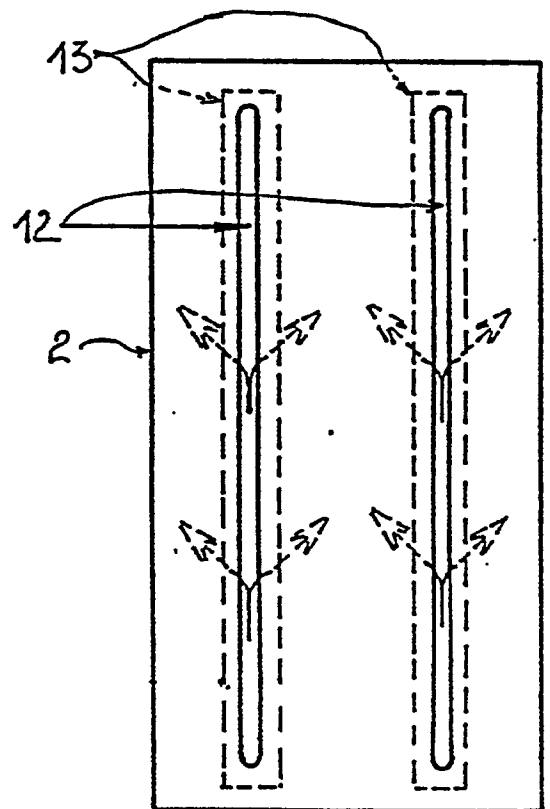


FIGURE 3