



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 35426 B1** (51) Cl. internationale : **F28D 7/16**
(43) Date de publication : **01.09.2014**

-
- (21) N° Dépôt : **36802**
(22) Date de Dépôt : **06.03.2014**
(30) Données de Priorité : **11.08.2011 DE 10 2011 109 970.4**
(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2012/064914 31.07.2012**
(71) Demandeur(s) : **OUTOTEC OYJ, PUOLOKKOTIE 10 FI-02230 ESPOO (FI)**
(72) Inventeur(s) : **DAUM, Karl-Heinz ; STORCH, Hannes ; SCHALK, Wolfram**
(74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

(54) Titre : **ECHANGEUR DE CHALEUR GAZ/GAZ**

- (57) Abrégé : La présente invention concerne un échangeur de chaleur, utilisable en particulier dans le groupe de contact d'une installation de production d'acide sulfurique. L'échangeur de chaleur comprend une chambre (2) dans laquelle un faisceau de tubes (12) est disposé sur un anneau circulaire, un volume gazeux (15) étant formé entre le faisceau de tubes (12) et un carter (13) de chambre entourant le faisceau de tubes (12), une ouverture d'alimentation en gaz (6) se trouvant dans le carter (13) de chambre pour introduire un gaz dans le volume gazeux (15) de manière sensiblement radiale par rapport au faisceau de tubes (12), et une ouverture de sortie de gaz qui jouxte un espace interne (16) entouré par le faisceau de tubes (12) dans une direction sensiblement axiale. Un écoulement d'approche uniforme du faisceau de tubes (12) est obtenu en raison du décalage du centre (Z

Outotec Oyj
Riihitontuntie 7
02200 Espoo
Finlande

5

Abrégé :

10

ECHANGEUR DE CHALEUR GAZ/GAZ

La présente invention concerne un échangeur de chaleur, utilisable en particulier dans le groupe de contact d'une installation de production d'acide sulfurique.

15 L'échangeur de chaleur comprend une chambre (2) dans laquelle un faisceau de tubes (12) est disposé sur un anneau circulaire, un volume gazeux (15) étant formé entre le faisceau de tubes (12) et un carter (13) de chambre entourant le faisceau de tubes (12), une ouverture d'alimentation en gaz (6) se trouvant dans le carter (13) de chambre pour introduire un gaz dans le volume gazeux (15) de

20 manière sensiblement radiale par rapport au faisceau de tubes (12), et une ouverture de sortie de gaz qui jouxte un espace intérieur (16) entouré par le faisceau de tubes (12) dans une direction sensiblement axiale. Un écoulement d'approche uniforme du faisceau de tubes (12) est obtenu en raison du décalage du centre (Z_R) du faisceau de tubes (12) par rapport au centre (Z_K) du

25 carter de chambre (13) dans une direction opposée à l'ouverture d'alimentation en gaz (6).

(Fig. 2)

35426
01 SEPT 2014N° 36802
du 06.03.2014

- 1 -

ECHANGEUR DE CHALEUR GAZ/GAZ

5 La présente invention concerne un échangeur de chaleur, utilisable en particulier dans le groupe de contact d'une installation de production d'acide sulfurique, comportant une chambre dans laquelle un faisceau de tubes est disposée sur un anneau circulaire, dans laquelle est formé entre le faisceau de tubes et un carter de chambre entourant le faisceau de tubes un volume de gaz, une ouverture d'alimentation en gaz prévue dans le carter de chambre pour introduire un
10 gaz dans le volume de gaz de manière sensiblement radiale par rapport au faisceau de tubes, et une ouverture de sortie de gaz qui est adjacente à un espace intérieur entouré par le faisceau de tubes dans une direction sensiblement axiale.

15

A l'intérieur du groupe de contact des installations de production d'acide sulfurique les faisceaux de tubes d'échangeurs de chaleur généralement utilisés sont installés dans une configuration verticale, de manière à ce que le condensat d'acide sulfurique éventuellement obtenu puisse s'écouler vers le plateau inférieur et puissent en être retiré pour éviter la corrosion. En général, le gaz SO₂ est guidé sur le côté du carter et le gaz de SO₂/SO₃ est guidé sur le côté du tube. Dans les installations commerciales, plus de 1500 tato MH échangeurs de chaleur à disque et anneau sont utilisés (cf. Winnacker/Küchler, Chemische Technik: Prozesse und Produkte, edited by Roland Dittmeyer et al., Vol. 3: Anorganische Grundstoffe, Zwischenprodukte, p. 96 f., Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2005).

25

Le gaz SO₂ froid est généralement guidé à contre-courant du gaz contenant du SO₃ à refroidir. Il a été constaté que le produit de condensation de l'acide sulfurique conduit à une forte corrosion, en particulier dans la première chambre de
30

l'échangeur de chaleur, de manière qui rend obligatoire l'utilisation de matériaux inoxydables en acier fortement allié onéreux. Afin de réduire les coûts, l'échangeur de chaleur est divisé en deux parties, de manière à ce que dans le cas d'une corrosion excessive non pas l'échangeur de chaleur entier, mais seulement la région exposée au gaz froid, dans laquelle un niveau particulièrement élevé de corrosion se produit, doit être remplacée. Tout en supposant d'abord une division uniforme de la zone de transfert de chaleur, le demandeur a utilisé récemment des échangeurs de chaleur dans lesquels, dans la section froide d'échange de chaleur (1^{ère} chambre), seule une partie mineure de la surface de transfert de chaleur entière a été fournie. En outre, au lieu d'un agencement dans lequel deux échangeurs de chaleur orientés verticalement sont disposés l'un à côté de l'autre et qui crée des problèmes en termes de drainage, on a maintenant utilisé un agencement dans lequel la chambre, dans laquelle le gaz SO₂ froid est alimentée, est disposée horizontalement. A partir de cette première chambre, le produit de condensation de l'acide sulfurique peut être simplement retiré par le bas. Le gaz contenant du SO₂ a été ensuite transférée dans la section verticale adjacente à une surface de transfert de chaleur supérieure. Il a été constaté, cependant, que dans le cas de l'écoulement de l'approche radiale du faisceau de tubes dans la section horizontale de l'échangeur de chaleur un flux de gaz non uniforme et par la suite une dégradation du transfert de la chaleur peut se produire.

Par conséquent, il est l'objet de l'invention de réaliser un transfert de chaleur uniforme. La baisse en dessous de la température du point de rosée de l'acide sulfurique doit être évitée autant que possible.

Cet objectif est essentiellement atteint par l'invention avec les caractéristiques de la revendication 1 en ce que le centre du faisceau de tubes est décalé par rapport au centre du carter de la chambre dans une direction opposée à l'ouverture d'alimentation en gaz.

Dans l'échangeur de chaleur classique, le faisceau de tubes disposés en anneau circulaire est disposé de manière concentrique par rapport à la chambre également sensiblement de forme cylindrique de l'échangeur de chaleur. La présente invention, cependant, s'écarte de cette concentricité et le faisceau de tubes est décalé par rapport au carter de la chambre, de sorte que le volume de gaz formé entre le faisceau de tubes et le carter de la chambre se rétrécit de manière croissante à partir d'une largeur maximale faisant face à l'ouverture de

5
10
15

fourniture de gaz vers le côté opposé du faisceau de tubes. Pendant l'écoulement de l'approche du gaz fourni à l'échangeur de chaleur, la pression dans le volume gazeux est de plus en plus accrue en raison du décroissement jusqu'à un maximum sur le côté opposé à l'ouverture d'alimentation en gaz. L'augmentation de la pression au cours de l'incidence du gaz sur le faisceau de tubes dans la zone d'ouverture d'alimentation en gaz de ce fait peut être compensée, de manière à ce que sur toute la périphérie du faisceau de tubes le gaz passe à travers le faisceau de tubes et pénètre dans l'espace intérieur clos par ledit faisceau de tubes à une vitesse uniforme. Un transfert de chaleur uniforme peut être assuré dans toutes les zones du faisceau de tubes.

20
25
30

Conformément à l'invention, une distribution de flux particulièrement uniforme en particulier est obtenue lorsque le centre du faisceau de tubes est décalé par rapport au centre du carter de la chambre de 30 à 70%, de préférence d'environ 50 % de la largeur du volume gazeux central. « Volume gazeux central » est entendu dans les présentes comme le volume de gaz tel qu'il serait obtenu avec une disposition concentrique du faisceau de tubes par rapport au carter de la chambre. Avec une conception cylindrique de la chambre, le faisceau de tubes dans le cas présent aurait une distance uniforme de la paroi de la chambre sur toute sa circonférence. Le volume de gaz aurait également une largeur uniforme. De cette position, le faisceau de tubes est maintenant déplacé par environ 30 à 70 % de la largeur du volume de gaz. Si au lieu d'une chambre cylin-

drique une chambre polygonale ou de forme différente est utilisée, les distances minimales à la paroi de la chambre sont décisives pour décaler le faisceau de tubes. Les chambres de forme polygone impliquent, cependant, des inconvénients en ce qui concerne la répartition du débit.

5

Conformément à un mode de réalisation préféré de l'invention, l'ouverture d'alimentation en gaz a une section transversale ovale, dans laquelle le diamètre maximum de l'orifice d'alimentation en gaz est de préférence de 70 à 95 %, plus préférablement de 85 à 90%, de la distance des plaques tubulaires définissant le faisceau de tubes dans le sens axial. Ainsi, l'ouverture d'alimentation en gaz s'étend le long de la longueur substantielle du faisceau de tubes.

10

Conformément à l'invention, l'axe principal de la chambre est orienté substantiellement à l'horizontale, de telle manière à ce qu'un drainage facile de l'acide sulfurique s'accumulant dans la zone inférieure soit possible. A cet effet, une sortie de drainage est prévue dans la zone inférieure de la chambre conformément à l'invention.

15

Conformément à un aspect préféré de l'invention, la première enceinte de l'échangeur de chaleur comprend seulement environ 10 à 30%, de préférence 15 à 20%, de la totalité de la surface d'échange thermique de l'échangeur de chaleur. En conséquence, l'augmentation de la température du dioxyde de soufre (SO₂) peut être limitée à environ 5 à 30 K, de préférence de 15 à 20 K, de telle manière à ce que la baisse de la température du point de rosée de l'acide sulfurique est largement évitée. De manière correspondante, une condensation minimisée de l'acide sulfurique est obtenue.

20

25

Selon un développement de l'invention, une section d'échange de chaleur est adjacente à la chambre verticale, dans laquelle une pluralité de tubes sont agencés de manière substantielle dans le sens vertical. Conformément à l'in-

30

vention, la section d'échange de chaleur verticale comprend environ 70 à 90% de la surface d'échange thermique de l'échangeur de chaleur. Comme dans cette zone des risques mineurs de corrosion existent en raison des températures plus élevées, la section d'échange de chaleur verticale peut être faite de
5 matériaux moins coûteux.

D'autres objectifs, caractéristiques et applications possibles de l'invention peuvent être prises à partir de la description suivante d'un exemple de mode de réalisation et du dessin. Toutes les caractéristiques décrites et/ou illustrées
10 forment l'objet de la invention en soi ou dans n'importe quelle combinaison, indépendamment de leur inclusion dans les revendications ou leur référence arrière.

Dans les dessins :
15

La figure 1 représente schématiquement une section en travers d'un échangeur de chaleur selon l'invention.

La figure 2 représente schématiquement une section en travers de la première
20 chambre de l'échangeur de chaleur.

L'échangeur de chaleur de gaz à gaz 1 selon l'invention comprend une chambre sensiblement horizontale 2, qui par l'intermédiaire d'un tube à décharge de gaz 3 adjacent à une ouverture de sortie de gaz est relié à une section verticale
25 d'échange de chaleur 4. La chambre horizontale 2 et la section d'échange de chaleur vertical 4 sont fixées à la partie inférieure par l'intermédiaire de roulements 5 correspondants.

Lorsque l'échangeur de chaleur 1 est utilisé dans un groupe de contact d'une
30 installation de production d'acide sulfurique, le gaz froid contenant du SO₂ est

fourni à la chambre horizontale 2 par une ouverture d'alimentation en gaz 6. Dans la chambre 2, un échangeur de chaleur à disque et anneau 7 est fourni. La chambre 2 est fermée par des couvercles 8, 9, dont le couvercle 9 faisant face à la section d'échange de chaleur vertical 4 est traversée par le tube de
5 décharge de gaz 3.

La section d'échange de chaleur vertical 4 est également formée comme échangeur de chaleur à disque et anneau, comme schématiquement représenté sur la figure 1. Le gaz fourni au centre à travers le tube de décharge de gaz 3
10 est dévié radialement vers l'extérieur et traverse les faisceaux de tubes 10 qui ne sont que schématiquement indiqués ici, dans lesquels un gaz contenant de SO₃ à refroidir s'écoule. Derrière un disque 11 le gaz contenant du SO₂ est à nouveau dévié vers l'intérieur, dans lequel il traverse à nouveau un faisceau de tubes 10. Cette conception de l'échangeur de chaleur vertical 4 est de pratique
15 courante, de manière à ce qu'elle ne sera pas discutée en détail dans les présentes.

Dans la figure 2, la construction de la première chambre d'échange thermique 2 est représentée en détail. Dans la chambre 2 de forme sensiblement cylindrique
20 un faisceau de tubes 12 formé comme un anneau circulaire est fourni, qui est formée par une pluralité de tubes 14 s'étendant parallèlement au carter 13 de la chambre 2. Entre le carter de la chambre 13 et le faisceau de tubes 12 un volume gazeux 15 est prévu. A l'intérieur du faisceau de tubes 12 sous forme d'anneau un espace intérieur 16 est prévu, qui se prolonge dans le tube de
25 décharge de gaz 3. En direction axiale, le faisceau de tubes 12 est défini par des plaques tubulaires (disques) 17 indiqués sur la figure 1. Etant donné que les plaques à tubes 17 sont disposées verticalement, le condensat d'acide sulfurique formé peut s'écouler vers le bas et une accumulation du produit de condensation sur les plaques tubulaires provoquant la corrosion est évitée. Dans la

zone inférieure de la chambre 2 au moins une sortie de drainage 18 est prévue, afin de retirer l'accumulation de condensats d'acide sulfurique.

5 L'ouverture d'alimentation en gaz 6 est de forme ovale, dans laquelle le diamètre le plus grand de l'ouverture d'alimentation en gaz ovale 6 est de l'ordre d'environ 70 à 95% de la distance entre les plaques tubulaires 17 et donc de la longueur du faisceau de tubes 12. En conséquence, le gaz contenant du SO₂ fourni à travers l'ouverture d'alimentation en gaz 6 est introduit dans le volume gazeux 15 sensiblement sur toute la longueur du faisceau de tubes 10.

10

Comme clairement représenté sur la figure 2, le faisceau de tubes 12 est décalée par rapport au carter de la chambre 13. Conformément à l'invention, le décalage ici est choisi de telle manière à que le centre ZR du faisceau de tubes est décalé par rapport au centre ZK de la chambre 2 de 30 à 70 %, en particulier 15 d'environ 50 % de la largeur B de le volume gazeux central (déterminée avec un faisceau de tubes 12 fictivement disposées concentriquement dans la chambre 2).

20 Lorsque le gaz contenant SO₂ est introduit dans la chambre 2 à travers l'ouverture d'alimentation en gaz 6, il se propage dans le volume gazeux 15 et par la suite s'écoule radialement entre les tubes 14 du faisceau de tubes 12 dans l'espace intérieur 16. En raison de la disposition décalée du faisceau de tubes par rapport au carter de la chambre 13, un écoulement radial uniforme du gaz est obtenu sur toute la circonférence du faisceau de tubes 12. Par conséquent, 25 un transfert de chaleur uniforme sur toute la circonférence du faisceau de tubes et, partant, un échange de chaleur plus efficace est obtenu.

30 Le gaz contenant du SO₂ entrant dans l'espace intérieur 16 et chauffé par échange thermique avec le gaz qui circule dans le faisceau de tubes 12 est introduit dans la section d'échange de chaleur verticale 4 par l'intermédiaire du

tube de décharge de gaz 3 et ensuite chauffé à contre-courant au gaz contenant du SO₃ majoritairement introduit par le haut dans la section verticale d'échange thermique 4.

5

Liste des références numériques

| | | |
|----|------|--|
| | 1 | échangeur thermique |
| | 2 | chambre |
| 5 | 3 | tube d'écoulement de gaz |
| | 4 | section verticale d'échange thermique |
| | 5 | support |
| | 6 | ouverture d'alimentation en gaz |
| | 7 | échangeur thermique à disque et anneau |
| 10 | 8, 9 | couvercles |
| | 10 | faisceaux de tubes |
| | 11 | disques |
| | 12 | faisceaux de tubes |
| | 13 | carter de chambre |
| 15 | 14 | tubes |
| | 15 | volume gazeux |
| | 16 | espace intérieur |
| | 17 | plaques de tubes |
| | 18 | sortie de drainage |
| 20 | | |
| | A | axe principal de la chambre 2 |
| | B | largeur du volume gazeux 15 |
| | ZK | centre de la chambre 2 |
| | ZR | centre du faisceau de tubes 12 |

25

Revendications :

1. Un échangeur de chaleur (1), utilisable en particulier dans le groupe de contact d'une installation de production d'acide sulfurique doté d'une chambre (2) dans laquelle un faisceau de tubes (12) est disposé sur un anneau circulaire, un volume gazeux (15) étant formé entre le faisceau de tubes (12) et un carter (13) de chambre entourant le faisceau de tubes (12), une ouverture d'alimentation en gaz (6) se trouvant dans le carter (13) de chambre pour introduire un gaz dans le volume gazeux (15) de manière sensiblement radiale par rapport au faisceau de tubes (12), et une ouverture de sortie de gaz qui jouxte un espace intérieur (16) entouré par le faisceau de tubes (12) dans une direction sensiblement axiale caractérisé en ce que le centre (Z_R) du faisceau de tubes (12) est décalé par rapport au centre (Z_K) du carter (13) de chambre dans une direction opposée à l'ouverture d'alimentation en gaz (6).
2. L'échangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le centre du faisceau de tubes (12) est décalé par rapport au centre (Z_K) du carter (13) de chambre par 30 à 70% de la largeur (B) du volume gazeux central (15).
3. L'échangeur de chaleur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'ouverture d'alimentation en gaz (6) a une section en travers ovale.
4. L'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le diamètre maximal de l'ouverture d'alimentation en gaz (6) est de l'ordre de 70 à 95% de la distance des plaques de tubes (17) limitant le faisceau de tubes (12) dans le sens axial.

5. L'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'axe principal (A) de la chambre (2) est orienté sensiblement horizontalement.
- 5 6. L'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une sortie de drainage (18) est fournie dans la chambre (2).
- 10 7. L'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la chambre (2) de l'échangeur de chaleur (1) comprend environ 10 à 30% de la surface d'échange thermique de l'échangeur de chaleur (1).
- 15 8. L'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que subséquentement à l'ouverture de sortie de gaz de la chambre (2) une section d'échange thermique verticale (4) est fournie dans laquelle une pluralité de tubes sont arrangés dans un sens sensiblement vertical.
- 20 9. L'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la section d'échange thermique (4) comprend 70 à 95% de la surface d'échange thermique de l'échangeur de chaleur (1).

25

30

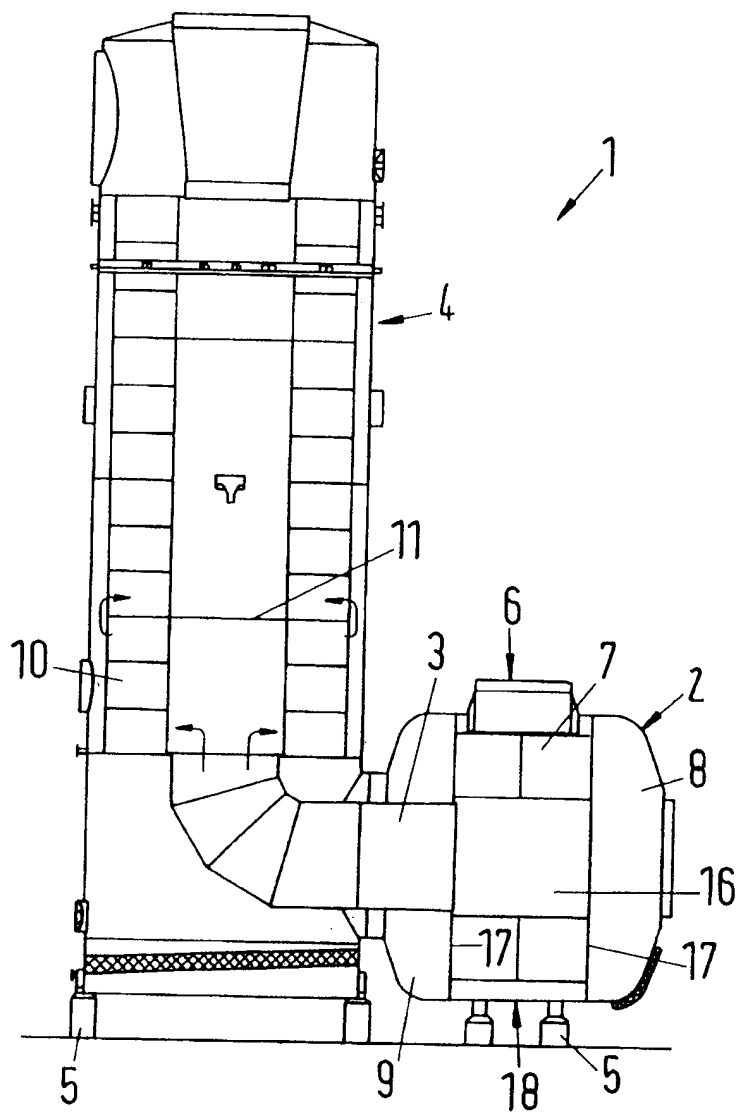


Fig.1

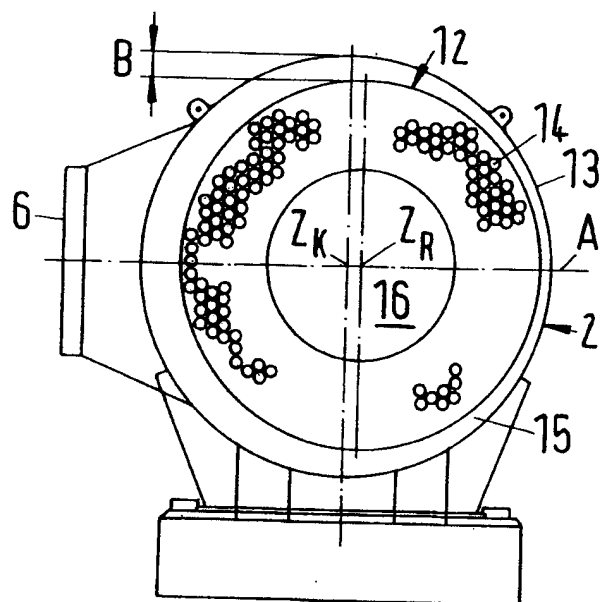


Fig.2