

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
12 novembre 2009 (12.11.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/136079 A2

(51) Classification internationale des brevets :
B23K 1/00 (2006.01) *F28D 9/00* (2006.01)
B23K 1/008 (2006.01) *F28F 3/00* (2006.01)
B23K 3/08 (2006.01) *F28F 9/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/050622

(22) Date de dépôt international :
8 avril 2009 (08.04.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0852841 28 avril 2008 (28.04.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE** [FR/FR]; 75, quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
CRAYSSAC, Frédéric [FR/FR]; 34, rue Louis Bouchet, F-92360 Meudon La Forêt (FR). **DESCHODT, Sophie** [FR/FR]; 4A, résidence du Val, F-91120 Palaiseau (FR). **TRANIER, Jean-Pierre** [FR/FR]; 15, sentier des Jardins, F-94240 L'Hay-les-Roses (FR). **WAGNER, Marc** [FR/FR]; 19, rue Louis Dupré, F-94100 St Maur des Fosses (FR).

(74) Mandataire : **MERCEY, Fiona**; L'Air Liquide S.A., Direction de la Propriété Intellectuelle, 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))

(54) Title : METHOD OF MANUFACTURING A PLATE-TYPE HEAT EXCHANGER USING A SET OF SPACER BLOCKS

(54) Titre : PROCÉDE DE FABRICATION D'UN ÉCHANGEUR DE CHALEUR A PLAQUES UTILISANT UN ENSEMBLE DE CALES

(57) Abstract : Method of manufacturing a plate-type heat exchanger of the type comprising a plurality of plates defining, with lateral bars positioned on the plates, circuits for the circulation of fluids, comprising at least the following successive steps: - sourcing a stack of a plurality of plates separated by lateral bars, - introducing at least one set of removable spacer blocks of at least two spacer blocks, joined together by means of at least one connecting element, between plates of the said exchanger, - brazing the said exchanger, and - removing the set of removable spacer blocks.

(57) Abrégé : Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur à plaques du type comprenant une pluralité de plaques définissant avec des barres latérales disposées sur les plaques, des circuits pour la circulation de fluides, comprenant au moins les étapes successives suivantes : on approvisionne un empilement d'une pluralité de plaques séparées par des barres latérales; on introduit au moins un ensemble de cales amovible d'au moins deux cales, liées entre elles au moyen d'un élément de liaison, entre des plaques dudit échangeur; on brase ledit échangeur; et on enlève l'ensemble de cales amovible.



WO 2009/136079 A2

Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur à plaques
utilisant un ensemble de cales

La présente invention concerne un procédé de fabrication
5 d'un échangeur de chaleur à plaques du type comprenant une pluralité de plaques définissant des circuits pour la circulation de fluides et assemblées les unes aux autres par brasage et un échangeur de chaleur obtenu selon un tel procédé.

10 Les échangeurs de chaleur à plaques sont généralement constitués d'un empilement de plaques délimitant des passages pour des fluides.

Afin d'améliorer l'échange thermique entre les fluides, des tôles ondulées, appelées ailettes ou ondes d'échange
15 peuvent être placées en sandwich entre lesdites plaques constituant l'échangeur de chaleur. Les passages ainsi formés sont fermés latéralement par des barres latérales. L'échangeur de chaleur ainsi monté est ensuite brasé afin d'assurer une tenue de l'ensemble ainsi qu'un meilleur
20 contact thermique.

Les échangeurs de chaleur à plaques peuvent être réalisés en aluminium ou en alliage d'aluminium afin d'assurer une bonne conductivité thermique et une bonne tenue mécanique.

25 Les échangeurs de l'état de la technique, par exemple décrits dans FR-A- 2 815 895, permettent d'échanger la chaleur de nombreux fluides, par exemple plus de 5 fluides. Les ondes d'échange généralement utilisées ont à la fois une fonction thermique en augmentant la surface d'échange et en
30 améliorant l'efficacité thermique de l'échangeur, et une fonction mécanique en assurant la tenue mécanique de l'échangeur de chaleur lors du brasage et en évitant le flambage des passages. Ainsi, il peut arriver que la tenue mécanique soit l'élément dimensionnant l'ensemble. En
35 particulier, l'onde n'est alors plus optimisée thermiquement.

Il est alors connu de substituer lesdites ondes d'échange par un revêtement amélioré sur les plaques séparatrices. Il peut également, dans certains cas, être

intéressant de réduire la densité de l'onde, voire de la supprimer complètement pour éviter de masquer la surface améliorée de la plaque avec ladite onde.

Il convient alors de mettre au point un procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur qui permet d'assurer la tenue mécanique dudit échangeur au cours de l'étape de brasage et qui soit facile à mettre en œuvre.

Un but de la présente invention est de proposer un tel procédé de fabrication.

L'invention propose un procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur à plaques du type comprenant une pluralité de plaques définissant avec des barres latérales disposées sur les plaques, des circuits pour la circulation de fluides, comprend au moins les étapes successives suivantes :

- on approvisionne un empilement d'une pluralité de plaques séparées par des barres latérales,
- on introduit au moins un ensemble de cales amovible d'au moins deux cales, liées entre elles au moyen d'au moins un élément de liaison, entre des plaques dudit échangeur :

- on brase ledit échangeur, et
- on enlève l'ensemble de cales amovible

caractérisé en ce que l'élément de liaison est conformé de manière à permettre un mouvement de rotation de l'ensemble des cales autour de l'axe principal de chacune desdites cales, chaque cale présentant une section sensiblement constante le long de son axe principal et en ce qu' après l'étape d'introduction, on impose un mouvement de rotation à toutes les cales dudit ensemble autour de leur axe principal, de manière à disposer chaque cale en butée contre lesdites plaques ;

après l'étape de brasage, on impose un mouvement de rotation à toutes les cales dudit ensemble autour de leur axe principal, de manière à libérer lesdites cales et dans lequel on sélectionne ledit ensemble de cales amovible de manière à ce que soit

i)

- ladite section a une forme sensiblement polygonale, et
 - la longueur d'au moins une des diagonales principales de ladite section est supérieure ou égale à la distance entre les plaques de l'échangeur entre lesquelles ladite cale est destinée à être introduite ;
- soit

10 ii)

- ladite section a une forme sensiblement elliptique et,
- la longueur du grand axe de ladite section est supérieure ou égale à la distance entre les plaques de l'échangeur entre lesquelles ladite cale est destinée à être introduite.

Avantageusement, le procédé selon l'invention permet d'introduire et d'enlever une pluralité de cales d'entre les plaques de l'échangeur de chaleur facilement et rapidement.

20 En conséquence, l'ensemble de cales amovible est retiré après l'étape de brasage, libérant ainsi de l'espace dans le circuit de circulation de fluide.

L'introduction d'un ensemble de cales amovible, liées entre elles au moyen d'un élément de liaison, permet de simplifier le procédé. En effet, il peut être fastidieux de devoir introduire et ensuite enlever des cales individuellement.

D'autre part, il n'est pas nécessaire pendant la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention de positionner les cales lors de l'empilement des plaques composant l'échangeur, les cales pouvant être introduites au cours d'une étape ultérieure.

Un procédé selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles ci-dessous, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons possibles:

- on introduit une pluralité d'ensembles de cales amovibles qu'on fixe entre eux au moyen d'éléments de fixation ;
- entre deux plaques dudit échangeur, on introduit un
5 seul ensemble de cales amovible ;
- le procédé comprend une étape où l'on sélectionne au moins un ensemble de cales amovible dont l'élément de liaison est conformé de manière à permettre un mouvement de rotation de l'ensemble des cales autour
10 de l'axe principal de chacune desdites cales ;
- on sélectionne ledit ensemble de cales amovible de manière à ce que :
 - chaque cale présente une section sensiblement constante le long de son axe principal,
 - 15 • ladite section ayant une forme sensiblement polygonale, et
 - la longueur d'au moins une des diagonales principales de ladite section soit supérieure ou égale à la distance entre les plaques de
20 l'échangeur entre lesquelles ladite cale est destinée à être introduite ;
- après l'étape d'introduction, on impose un mouvement de rotation à toutes les cales dudit ensemble autour de leur axe principal, de manière à disposer chaque
25 cale en butée contre lesdites plaques ;
- après l'étape de brasage, on impose un mouvement de rotation à toutes les cales dudit ensemble autour de leur axe principal, de manière à libérer lesdites cales ;
- 30 - on sélectionne ledit ensemble de cales amovible de manière à ce que :
 - chaque cale présentant une section sensiblement constante le long de son axe principal,
 - ladite section ayant une forme sensiblement
35 elliptique et,
 - la longueur du grand axe de ladite section étant supérieure ou égale à la distance entre les plaques

de l'échangeur entre lesquelles ladite cale est destinée à être introduite,

- 5 ➤ après l'étape d'introduction, on impose un mouvement de rotation à toutes les cales dudit ensemble autour de leur axe principal, de manière à disposer chaque cale en butée contre lesdites plaques ;
- 10 ➤ après l'étape de brasage, on impose un mouvement de rotation à toutes les cales dudit ensemble autour de leur axe principal, de manière à libérer lesdites cales ;

- les cales dudit ensemble de cales et les éléments de liaison que l'on sélectionne sont constitués d'un ou de plusieurs matériaux dont la température de fusion est supérieure ou égale à 700°C, de préférence supérieure ou égale à 900°C. (par exemple acier inoxydable) ;
- 15 - toutes les cales dudit ensemble ont leur axe principal sensiblement parallèle entre eux.

20 L'invention se rapporte également à un échangeur de chaleur à plaques du type comprenant une pluralité de plaques en un matériau brasable, remarquable en ce qu'il est susceptible d'être obtenu par le procédé selon l'invention.

25 Au sens de l'invention, on entend par « ensemble de cales amovible », un ensemble de cales qui, après l'étape de brasage de l'échangeur, peuvent être enlevées et réutilisées sans nécessiter de modification structurelle.

30 L'invention consiste à utiliser un ensemble de cales amovible afin de soutenir mécaniquement l'échangeur de chaleur pendant l'étape de brasage. En effet, afin d'améliorer l'étape de brasage, il est connu d'appliquer une pression sur l'échangeur pendant ladite étape de brasage. L'ensemble de cales permet d'éviter que les plaques constituant l'échangeur ne flambent sous la pression.

35 L'utilisation d'un ensemble de cales permet de réduire le nombre d'opération à effectuer lors de la fabrication de l'échangeur.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le procédé comprend en outre une étape où l'on sélectionne l'ensemble de cales amovible de manière à ce que chaque cale présente une section sensiblement constante le long de son
5 axe principal :

- ladite section ayant une forme de carré, et
- la longueur du côté du carré est égale à la distance entre les plaques de l'échangeur entre lesquelles ladite cale est destinée à être
10 introduite.

Les cales de l'ensemble sélectionné sont liées entre elles, par exemple par des barres de liaisons régulièrement réparties le long des cales de l'ensemble. Les barres de liaisons peuvent être soudées aux cales.

15 Avantageusement, un tel ensemble est facile à manipuler et permet de disposer une pluralité de cales entre deux plaques de l'échangeur de manière très simple. En effet, il suffit de faire glisser l'ensemble de cales entre les plaques de l'échangeur.

20 Après l'étape de brasage, l'ensemble de cales peut facilement être enlevé, là encore l'opération est rendue facile grâce aux éléments de liaison.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé comprend en outre une étape où l'on sélectionne l'ensemble de
25 cales amovible de manière à ce que :

- chaque cale présente une section sensiblement constante le long de son axe principal,
- ladite section ayant une forme de losange,
- la longueur de la grande diagonale de ladite
30 section est supérieure ou égale à la distance entre les plaques de l'échangeur entre lesquelles ladite cale est destinée à être introduite, et
- la longueur de la petite diagonale de ladite section est inférieure à la distance entre les
35 plaques de l'échangeur entre lesquelles ladite cale est destinée à être introduite.

On entend par « losange » tout polygone simple à quatre côtés équilatéraux.

La jonction entre les cales peut être réalisée au moyen d'éléments de liaison, liés aux cales, par exemple par soudage.

Les éléments de liaison peuvent comprendre un dispositif
5 mécanique du type articulation, ressort, transmission, bielle permettant d'imposer à l'ensemble des cales un mouvement, par exemple, un mouvement de rotation autour de l'axe principal de chacune des cales de l'ensemble de cales.

Avantageusement, la sélection d'un tel ensemble de cales
10 amovible permet de disposer l'ensemble des cales entre au moins deux plaques de l'échangeur de manière à ce que la surface de contact de chacune des cales avec les plaques soit inférieure ou égale à 15 % de la surface totale de chaque cale, de préférence inférieure ou égale à 5 % de la surface
15 totale de chaque cale.

Plus la surface de contact entre chaque cale et les plaques entre lesquelles les cales sont introduites est faible, moins il y a de risque qu'au cours de l'étape de brasage les cales soient soudées aux dites plaques. Selon ce
20 mode de réalisation, l'ensemble des cales sélectionné est disposé entre les plaques d'un échangeur de chaleur préalablement assemblé.

Cette étape de mise en place des cales peut comprendre deux sous-étapes. On peut, dans un premier temps, introduire
25 chaque ensemble de cales entre deux plaques avec une orientation telle que la grande diagonale de la section de chaque cale se trouve dans un plan sensiblement parallèle au plan défini par les plaques.

Avantageusement, l'ensemble de cales ayant été
30 sélectionné de manière à ce que la petite diagonale de la section de chaque cale présente une longueur inférieure ou égale à la distance entre les plaques de l'échangeur entre lesquelles l'ensemble de cales est destiné à être introduit, chaque cale peut être introduite sans difficulté entre les
35 deux plaques.

Dans un deuxième temps, une fois l'ensemble de cales introduit entre les deux plaques de l'échangeur, on peut, au moyen de l'élément de liaison, imposer un mouvement à

l'ensemble des cales faisant pivoter chaque cale autour de son axe principal de manière à positionner chaque cale en buté entre les deux plaques.

Avantageusement, l'ensemble de cales ainsi positionné
5 permet d'assurer une bonne tenue mécanique de l'échangeur de chaleur au cours de l'étape de brasage.

Toujours selon ce mode de réalisation, le procédé comprend une étape après l'étape de brasage où l'on enlève l'ensemble de cales amovible d'entre les plaques de
10 l'échangeur brasé.

Avantageusement, les cales de l'ensemble de cales amovible sélectionnées ne sont pas soudées aux plaques au cours de l'étape de brasage, grâce entre autre à une surface de contact réduite entre chacune des cales et les plaques.

15 Selon ce mode de réalisation, l'ensemble de cales amovible peut être enlevé en faisant pivoter chaque cale autour de son axe principal de manière à l'orienter tel que la grande diagonale de sa section se trouve dans un plan sensiblement parallèle aux plaques. Toutes les cales
20 composant l'ensemble de cales peuvent être pivotées en même temps grâce à l'élément de liaison.

Avantageusement, l'étape d'enlèvement des cales s'en trouve facilitée.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le
25 procédé comprend en outre une étape, on en sélectionne l'ensemble de cales amovible de manière à ce que :

- 1) chaque cale présente une section sensiblement constante le long de son axe principal,
- 2) ladite section ayant une forme en ellipse,
- 30 3) la longueur du grand axe de ladite section est supérieure ou égale à la distance entre les plaques de l'échangeur entre lesquelles ledit ensemble de cales est destiné à être introduit, et
- 4) la longueur du petit axe de ladite section est
35 inférieure ou égale à la distance entre les plaques de l'échangeur entre lesquelles ledit ensemble de cales amovible est destiné à être introduit.

Les cales de l'ensemble de cales amovible sélectionné sont liées entre elles au moyen d'un élément de liaison, par exemple une barre rigide soudée sur chaque cale, ou encore une barre liée à chaque cale au moyen d'un dispositif
5 mécanique du type articulation, ressort, transmission, bielle, permettant d'imposer à chaque cale de l'ensemble de cales amovible, un mouvement de rotation autour de leur axe principal. La sélection d'un tel ensemble de cales présente des avantages similaires à celui du mode de réalisation
10 précédent.

En particulier, la surface de contact de chaque cale, une fois positionnée entre les plaques, peut être inférieure ou égale à 15% de la surface totale de ladite cale, de préférence inférieure ou égale à 5 % de la surface totale de
15 ladite cale.

Les cales des ensembles de cales amovible sélectionnés au cours d'un procédé selon l'invention sont de préférence constituées d'un ou de plusieurs matériaux dont la température de fusion est supérieure à la température de
20 brasage, par exemple, supérieure ou égale à 900°C ou encore supérieure ou égale à 1 500°C. Les cales des ensembles de cales sélectionnées peuvent par exemple être en acier inoxydable.

Un procédé selon l'invention peut en outre comprendre
25 une étape où chaque cale des ensembles de cales sélectionnés est recouverte d'un produit empêchant ou limitant le brasage pendant la phase de brasage, tel que le STOP OFF ®.

Avantageusement, l'utilisation d'un tel produit permet de faciliter l'étape d'enlèvement des ensembles de cales des
30 sections différentes des modes de réalisation décrits, par exemple, des sections hexagonales selon l'invention.

L'invention ne se limite pas au mode de réalisation décrit et peut être interprétée de façon non limitative et englobant tout mode de réalisation équivalent.

35 En particulier, l'invention est applicable à tout type d'échangeur de chaleur à plaques assemblé par brasage. En particulier, le procédé selon l'invention peut être mis en œuvre avec des ensembles de cales dont les cales présentes

des sections différentes des modes de réalisation décrits,
par exemple, des sections hexagonales.

REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur à plaques du type comprenant une pluralité de plaques définissant avec des barres latérales disposées sur les plaques, des circuits pour la circulation de fluides, comprenant au moins les étapes successives suivantes :
- 10 - on approvisionne un empilement d'une pluralité de plaques séparées par des barres latérales,
- on introduit au moins un ensemble de cales amovible d'au moins deux cales, liées entre elles au moyen d'au moins un élément de liaison, entre des plaques
- 15 dudit échangeur,
- on brase ledit échangeur, et
- on enlève l'ensemble de cales amovible
- caractérisé en ce que l'élément de liaison est conformé de manière à permettre un mouvement de
- 20 rotation de l'ensemble des cales autour de l'axe principal de chacune desdites cales, chaque cale présente une section sensiblement constante le long de son axe principal et
- après l'étape d'introduction, on impose un mouvement
- 25 de rotation à toutes les cales dudit ensemble autour de leur axe principal, de manière à disposer chaque cale en butée contre lesdites plaques ;
- après l'étape de brasage, on impose un mouvement de rotation à toutes les cales dudit ensemble autour de
- 30 leur axe principal, de manière à libérer lesdites cales soit
- dans lequel on sélectionne ledit ensemble de cales amovible de manière à ce que soit
- i)
- 35 • ladite section a une forme sensiblement polygonale, et
• la longueur d'au moins une des diagonales principales de ladite section est supérieure ou

égale à la distance entre les plaques de l'échangeur entre lesquelles ladite cale est destinée à être introduite ; soit

ii)

- 5 • ladite section a une forme sensiblement elliptique et,
 • la longueur du grand axe de ladite section est supérieure ou égale à la distance entre les plaques de l'échangeur entre lesquelles ladite cale est
10 destinée à être introduite.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on introduit une pluralité d'ensembles de cales amovibles qu'on fixe entre eux au moyen d'éléments de fixation.

15

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'entre deux plaques dudit échangeur, on introduit un seul ensemble de cales amovible.

20 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les cales dudit ensemble de cales et les éléments de liaison que l'on sélectionne sont constitués d'un ou de plusieurs matériaux dont la température de fusion est supérieure ou égale à 700°C, de préférence
25 supérieure ou égale à 900°C (par exemple acier inoxydable).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que toutes les cales dudit ensemble ont leur axe principal sensiblement parallèle entre
30 eux.

6. Echangeur de chaleur à plaques du type comprenant une pluralité de plaques en un matériau brasable, caractérisé en ce qu'il est susceptible d'être obtenu par le procédé selon
35 l'une des revendications 1 à 5.