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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
7 janvier 2010 (07.01.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/001011 A1

(51) Classification internationale des brevets :
C01B 3/38 (2006.01) *B01J 8/06* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/051054

(22) Date de dépôt international :
4 juin 2009 (04.06.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0853717 5 juin 2008 (05.06.2008) FR

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

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **HAMMEL, Maguelonne** [FR/FR]; 6, rue Aristide Briand, F-94410 Saint Maurice (FR). **MOUGIN, Guillaume** [FR/FR]; 7, rue Neuve Notre-Dame, F-78000 Versailles (FR).

(74) Mandataire : **MELLUL-BENDELAC, Sylvie**; L'air Liquide S.A., DPI, 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, CL, 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : STEAM REFORMING PROCESS WITH IMPROVED FLUE GAS FLOW

(54) Titre : PROCEDE DE REFORMAGE A LA VAPEUR AVEC ECOULEMENT DES FUMEES AMELIORE

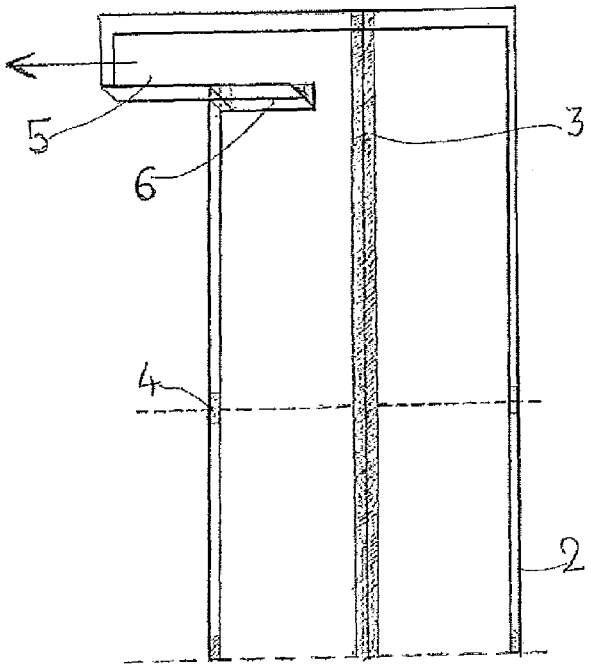


Fig 2

(57) Abstract : The invention relates to a hydrocarbon steam reforming process in a reforming furnace including: at least one combustion chamber having at least two vertical walls (1, 2) facing one another and made from a refractory material, containing at least one row of reforming tubes (3) arranged vertically at mid-distance between the two facing vertical refractory walls, with burners (4) placed on each of the two facing vertical refractory walls (1, 2), said burners being capable of producing radial flames parallel to the surface of the wall (1, 2); and at least one combustion gas discharge pipe located at the top end of the furnace on only one of the side walls (1). According to the invention, the gas discharge pipe has a deflector fitted level with the outlet at the junction between the pipe and the wall (1), which deflector opposes the combustion gases flowing towards said outlet so as to limit the preferential intake thereof in the half of the furnace located on the side of the gas discharge pipe outlet. The deflector preferably consists of a set of plates extending from the walls of the discharge pipe into the furnace towards the row of burners. The deflector can be fitted into the furnace at the outset or fitted later in order to improve the efficiency of a traditional furnace.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2010/001011 A1

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).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))*

L'invention concerne un procédé de reformage à la vapeur d'hydrocarbures dans un four de reformage comprenant : au moins une chambre de combustion présentant au moins deux murs (1, 2) verticaux en matière réfractaire se faisant face, contenant au moins une rangée de tubes de reformage (3) alignés verticalement à mi-distance entre les deux murs verticaux en matière réfractaire se faisant face, des brûleurs (4) disposés sur chacun des deux murs (1, 2) verticaux en matière réfractaire se faisant face, lesdits brûleurs étant aptes à produire des flammes radiales parallèles à la surface du mur (1, 2), au moins une conduite d'évacuation des gaz de combustion située à l'extrémité haute du four sur un seul des murs latéraux (1). Selon l'invention, ladite conduite d'évacuation des gaz présente un déflecteur installé au niveau de la sortie à la jonction entre la conduite et le mur (1), s'opposant à l'écoulement desdits gaz de combustion vers ladite sortie, de sorte à limiter leur aspiration préférentielle dans la moitié du four située du côté de ladite sortie de conduite d'évacuation des gaz. Ce déflecteur est de préférence constitué d'un ensemble de plaques prolongeant les parois de la conduite d'évacuation dans le four, vers la rangée de brûleurs. Ce déflecteur peut équiper le four dès l'origine; il peut aussi être installé ultérieurement dans le but d'améliorer le rendement d'un four classique.

PROCEDE DE REFORMAGE A LA VAPEUR AVEC ECOULEMENT DES FUMEES AMELIORE.

La présente invention concerne un procédé et une installation de production d'un gaz de synthèse par reformage catalytique à la vapeur d'une charge d'hydrocarbures.

Le procédé de reformage à la vapeur d'hydrocarbures, couramment dénommé SMR ("steam methane reforming" en anglais), met en œuvre une réaction de reformage qui produit de l'hydrogène et du monoxyde de carbone à partir d'hydrocarbures et de vapeur d'eau. Cette réaction nécessite un apport de chaleur important du fait de son caractère fortement endothermique. Dans ce but, les hydrocarbures et la vapeur d'eau sont introduits dans des tubes de reformage remplis de catalyseurs, lesdits tubes étant placés dans un four. En sortie des tubes, on obtient un mélange composé majoritairement d'H_2 et CO, appelé gaz de synthèse ou syngas.

Le four est composé d'une ou plusieurs chambres de combustion en murs réfractaires et de brûleurs placés sur ces murs. Les brûleurs sont disposés de manière à transférer la chaleur de leur combustion au mélange d'hydrocarbures et de vapeur à travers la paroi des tubes, généralement par rayonnement de la chaleur de la flamme sur les parois réfractaires de la chambre de combustion. La présente invention concerne les fours dans lesquels les brûleurs sont disposés sur deux des murs verticaux de la chambre de combustion, lesdits murs, appelés aussi murs latéraux, se faisant face. Ce type de four est dit à chauffage latéral (dénommé "side-fired" en anglais), il se différencie des fours où les brûleurs sont montés dans la voûte du four (dits 'top-fired" en anglais).

Dans les fours à chauffage latéral, dans chaque chambre de combustion, les tubes de reformage sont disposés en ligne dans un plan situé à égale distance entre les deux murs verticaux latéraux supportant les brûleurs. Les gaz de combustion, aussi appelés fumées, sont évacués hors du foyer dans la partie haute du four (par partie haute ou région haute du four, on entend la région du four située au dessus de la rangée de brûleurs la plus élevée). Les sorties, à l'extrémité côté four, des conduites d'évacuation des fumées sont localisées à l'extrémité haute du four sur un seul des murs latéraux. Il peut exister plusieurs conduites d'évacuation des fumées dans un même four, mais celles-ci sont toujours disposées sur un même mur latéral vertical, à la même hauteur dans le four et elles sont régulièrement espacées les unes des autres.

Il a été observé que la disposition asymétrique des conduites d'évacuation des fumées dans le four par rapport à la rangée de tubes engendre une aspiration préférentielle des gaz de combustion dans la moitié du four située du côté des sorties desdites conduites (nous l'appellerons aussi 1ère moitié du four) ; cette aspiration

préférentielle induit une dissymétrie de l'écoulement des gaz de combustion et est à l'origine d'une perte d'efficacité thermique du four.

En effet, il en résulte une dissymétrie importante du champ de température des gaz de combustion de part et d'autre de la rangée de tubes qui provient du passage préférentiel des gaz chauds vers la sortie dans ladite 1ère moitié du four (située du côté de la sortie). Dans la 2ème moitié du four, les gaz de combustion subissent une perte de charge que l'on peut attribuer à leur nécessaire passage au travers de la rangée de tubes de reformage pour atteindre la sortie. L'obstacle que représente la rangée de tubes constituant un frein important au passage des gaz de combustion, il se crée une recirculation de ces gaz dans l'extrémité haute de cette 2ème moitié de four. Le temps de séjour des gaz de combustion lors de la traversée de la région haute du four est donc plus court dans la 1ère moitié que dans la 2ème moitié.

Or, les gaz de combustion dont le temps de séjour est plus court transfèrent moins d'énergie par rayonnement à la rangée de tubes de reformage et sortent plus chauds dans les conduites de sortie. L'énergie thermique évacuée du fait d'une température plus élevée des fumées représente ainsi un potentiel de production de gaz de synthèse non valorisé.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé de reformage dans un four à chauffage latéral permettant d'améliorer le transfert thermique dans la partie haute du four pour augmenter sa capacité de production.

Cette amélioration est obtenue selon la solution de l'invention en symétrisant l'écoulement des gaz (ou fumées) dans la partie haute du four.

L'invention concerne ainsi un procédé de production d'un gaz de synthèse à partir d'une charge d'hydrocarbures comprenant au moins une étape de génération d'un gaz de synthèse brut par reformage catalytique à la vapeur de ladite charge d'hydrocarbures, avec fourniture de la chaleur nécessaire au reformage à l'aide d'une combustion, ladite étape étant réalisée dans un four de reformage comprenant :

- au moins une chambre de combustion présentant au moins deux murs 1, 2 verticaux en matière réfractaire se faisant face,
- au moins une rangée de tubes de reformage 3 alignés verticalement à mi-distance entre les deux murs verticaux en matière réfractaire se faisant face, remplis de catalyseur de reformage, aptes à faire circuler de haut en bas, un mélange contenant la charge d'hydrocarbures et de la vapeur d'eau de manière à récupérer en bas des tubes le gaz de synthèse brut,

- des brûleurs 4 disposés sur chacun des deux murs verticaux 1, 2 en matière réfractaire se faisant face, lesdits brûleurs étant alimentés en combustible et en comburant et aptes à produire par combustion des flammes radiales parallèles à la surface du mur,
- au moins une sortie de conduite d'évacuation des gaz issus de ladite combustion, située à l'extrémité haute du four sur un seul des murs verticaux 1,

ladite étape de génération produisant, outre le gaz de synthèse brut, des gaz de combustion émis lors de la combustion, lesquels s'écoulent vers au moins une conduite de sortie des gaz de combustion ; le procédé est caractérisé en ce que au moins une conduite d'évacuation des gaz présente un déflecteur installé au niveau de la sortie à la jonction entre la conduite et le mur 1, s'opposant à l'écoulement desdits gaz de combustion vers ladite sortie, de sorte à limiter leur aspiration préférentielle dans la moitié du four située du côté de ladite au moins une conduite d'évacuation des gaz.

L'ensemble conduite, sortie, déflecteur ainsi constitué est conçu et dimensionné de telle sorte que les écoulements de gaz de combustion s'effectuent de la manière la plus symétrique possible de part et d'autre de la rangée de tubes de reformage.

L'invention permet d'homogénéiser la distribution de température de part et d'autre de la rangée de tubes de reformage et d'assurer un transfert d'énergie thermique plus important vers les tubes de reformage.

L'invention permet ainsi d'augmenter la capacité de production de gaz de synthèse brut d'un four.

Selon un mode préféré de mise en œuvre de l'invention, le déflecteur est constitué par un ensemble de plaques prolongeant tout ou partie des parois existantes de la conduite d'évacuations des gaz (fumées) en direction de la rangée de tubes.

L'invention peut s'intégrer dans la conception de nouvelles unités de production de gaz de synthèse.

L'invention peut aussi être utilisée pour améliorer les performances de fours de reformage à la vapeur existant de géométrie comparable.

Elle concerne ainsi un procédé destiné à améliorer les performances d'un four de reformage à la vapeur existant, comprenant :

- au moins une chambre de combustion présentant au moins deux murs verticaux 1, 2 en matière réfractaire se faisant face,
- au moins une rangée de tubes de reformage 3 alignés verticalement à mi-distance entre les deux murs verticaux en matière réfractaire se faisant face, remplis de catalyseur de reformage, aptes à faire circuler, généralement de haut en bas, un mélange contenant la charge d'hydrocarbures et de la vapeur d'eau de manière à récupérer en bas des tubes le gaz de synthèse brut,

- des brûleurs 4 disposés sur chacun des deux murs verticaux 1, 2 en matière réfractaire se faisant face, lesdits brûleurs étant alimentés en combustible et en comburant et aptes à produire par combustion des flammes radiales parallèles à la surface du mur,
- au moins une sortie de conduite d'évacuation des gaz issus de ladite combustion, située à l'extrémité haute du four sur un seul des murs verticaux 1,

caractérisé en ce qu'on équipe la conduite d'évacuation des gaz de combustion avec un déflecteur prolongeant ladite conduite à l'intérieur de la chambre de combustion du four, en direction de la rangée de tubes de reformage.

Un déflecteur préféré pour améliorer les performances d'un four est constitué par un ensemble de plaques prolongeant tout ou partie des parois de la conduite d'évacuation des gaz de combustion, dans le four, en direction de la rangée de tubes.

L'invention concerne aussi une installation pour la production de gaz de synthèse comprenant un four de reformage à la vapeur apte à la mise en œuvre du procédé décrit ci-dessus qui comprend au moins une chambre de combustion et au moins une chambre de convection, ladite chambre de combustion présentant au moins :

- deux murs verticaux en matière réfractaire se faisant face,
- une rangée de tubes de reformage alignés verticalement à mi-distance entre les deux murs verticaux en matière réfractaire se faisant face, remplis de catalyseur de reformage, aptes à faire circuler, généralement de haut en bas, un mélange contenant la charge d'hydrocarbures et de la vapeur d'eau de manière à récupérer en bas des tubes le gaz de synthèse brut,
- des brûleurs disposés sur chacun des deux murs verticaux en matière réfractaire se faisant face, lesdits brûleurs étant alimentés en combustible et en comburant et aptes à produire par combustion des flammes radiales parallèles à la surface du mur,
- au moins une sortie apte à recevoir une conduite d'évacuation des gaz issus deladite combustion, située à l'extrémité haute du four sur un seul des murs verticaux, ladite chambre de convection contenant au moins ladite conduite d'évacuation des gaz de combustion,

caractérisé en ce que la conduite d'évacuation des gaz présente un déflecteur installé au niveau de la sortie à la jonction entre la conduite et le mur, s'opposant à l'écoulement desdits gaz de combustion vers la sortie, de sorte à limiter leur aspiration préférentielle dans la moitié du four située du côté de la conduite d'évacuation des gaz. Le déflecteur préféré étant constitué par un ensemble de plaques tel que décrit ci-dessus.

L'invention concerne aussi selon un autre aspect un four de reformage à la vapeur d'hydrocarbures amélioré par l'installation d'un déflecteur selon le procédé précédemment décrit ; un déflecteur préféré étant constitué par un ensemble de plaques

prolongeant tout ou partie des parois existantes de la conduite d'évacuation des gaz de combustion dans le four, en direction de la rangée de tubes.

L'invention va maintenant être décrite en lien avec les Figures 1 à 4 et l'exemple d'une simulation numérique réalisée pour sa validation.

- la Figure 1 illustre un four classique, dans sa partie haute,
- la Figure 2 illustre un four selon l'invention, dans sa partie haute,
- la Figure 3 présente le champ des températures dans la partie haute d'un four classique selon la Figure 1,
- la Figure 4 présente le champ des températures dans la partie haute d'un four modifié selon l'invention, conforme à la Figure 2.

La simulation est basée sur un four de reformage d'hydrocarbures à la vapeur selon la Figure 1 ou la Figure 2 comprenant 60 tubes chauffés par 108 brûleurs.

La Figure 1 présente une vue schématique d'un four de reformage à chauffage latéral de conception standard montrant les positions respectives de différents éléments constitutifs dudit four, utiles pour la compréhension de l'invention ; seule la partie haute du four y est représentée. On y voit un tube de reformage 3 (il s'agit en réalité d'une rangée de tubes) ; les tubes 3 sont situés à mi-distance entre deux murs en réfractaire 1 et 2. Les murs en réfractaire 1 et 2 sont munis de brûleurs 4 disposés sous forme de colonnes et lignes. Les gaz de combustion sont évacués hors de la chambre de combustion dans la partie haute du four. La sortie vers la conduite d'évacuation des fumées 5 est localisée à l'extrémité haute du four sur le mur latéral 1. Elle s'ouvre directement dans le mur. Il peut y avoir plusieurs conduites d'évacuation des fumées dans un même four, mais les sorties sont toujours disposées sur le même mur latéral, à la même hauteur dans le four et elles sont régulièrement espacées les unes des autres.

La Figure 2 présente une vue schématique d'un four de reformage à chauffage latéral selon l'invention. Ce four diffère de celui de la Figure 1 en ce que la sortie de la conduite d'évacuation des fumées 5 est équipée d'un dispositif permettant de symétriser les écoulements de part et d'autre de la rangée de tubes de réformage 3; ledit dispositif est dans cet exemple constitué par un ensemble de plaques 6 ajouté par rapport à l'exemple de la Figure 1 de sorte à prolonger la conduite à l'intérieur du foyer, en direction de la rangée de tubes de réformage 3.

Les exemples présentent les résultats de la simulation numérique réalisée pour caractériser l'écoulement des gaz de combustion et le transfert thermique dans un four de reformage de conception standard selon la Figure 1 (cas 1, exemple comparatif) et dans un four de reformage modifié selon l'invention (cas 2, exemple selon l'invention).

Les deux cas ont été réalisés dans les mêmes conditions de fonctionnement (débits d'injection de carburant et d'air aux brûleurs, débit de méthane et de vapeur d'eau dans les tubes de reformage, pertes thermiques, etc.). Le cas 2 diffère du cas 1 uniquement par l'ajout des plaques de prolongation de la conduite de sortie des fumées selon le dispositif de la Figure 2 conforme à l'invention.

La Figure 3 montre le champ de température obtenu par le calcul dans la partie haute du four classique de la Figure 1 ; seule la partie haute du four est représentée. Cette figure fait apparaître une dissymétrie importante du champ de température des gaz brûlés de part et d'autre de la rangée de tubes. Ladite dissymétrie illustre le passage préférentiel des gaz chauds (température de l'ordre de 1000°C) vers la sortie des gaz de combustion, dans la première moitié du four. Dans la 2ème moitié du four, la rangée de tubes freine de manière importante le passage des gaz de combustion et on observe une recirculation de ces gaz dans l'extrémité haute de cette moitié de four.

La Figure 4 montre le champ de température obtenu par le calcul relatif au four modifié selon l'invention selon la Figure 2. On observe une distribution de température plus symétrique par rapport à la rangée de tubes de réformage.

Les résultats comparatifs sont reportés dans le Tableau 1 qui donne les gains en performance en pourcentage, rapporté au cas classique.

Tableau 1

	Cas 1 : exemple sans déflecteur (comparatif)	Cas 2 : exemple avec déflecteur (selon l'invention)
Puissance transférée aux tubes de reformage	100	101.8
Production d'H_2	100	101.6
Production de CO	100	102.8

On y constate que le rendement thermique du four est amélioré de 1,8% et que les débits d'hydrogène et de monoxyde de carbone produits sont améliorés respectivement de 1,6% et de 2,8%. On obtient donc une meilleure efficacité globale du four et une capacité de production accrue.

REVENDICATIONS

1. Procédé de production d'un gaz de synthèse à partir d'une charge d'hydrocarbures comprenant au moins une étape de génération d'un gaz de synthèse brut par reformage catalytique à la vapeur de ladite charge d'hydrocarbures avec production de la chaleur nécessaire au reformage à l'aide d'une combustion, ladite étape étant réalisée dans un four de reformage comprenant :

- au moins une chambre de combustion présentant au moins deux murs (1, 2) verticaux en matière réfractaire se faisant face,
- au moins une rangée de tubes de reformage (3) alignés verticalement à mi-distance entre les deux murs verticaux en matière réfractaire se faisant face, remplis de catalyseur de reformage, aptes à faire circuler de haut en bas un mélange contenant la charge d'hydrocarbures et de la vapeur d'eau, de manière à récupérer en bas des tubes le gaz de synthèse brut,
- des brûleurs (4) disposés sur chacun des deux murs verticaux (1, 2) en matière réfractaire se faisant face, lesdits brûleurs étant alimentés en combustible et en comburant et aptes à produire par combustion des flammes radiales parallèles à la surface du mur,
- au moins une sortie de conduite d'évacuation des gaz issus de ladite combustion, située à l'extrémité haute du four sur un seul des murs verticaux (1),

ladite étape de génération produisant, outre le gaz de synthèse brut, des gaz de combustion émis lors de la combustion, lesquels s'écoulent vers au moins une sortie de conduite d'évacuation des gaz de combustion,

caractérisé en ce que au moins une conduite d'évacuation des gaz présente un déflecteur installé au niveau de la sortie à la jonction entre la conduite et le mur (1), s'opposant à l'écoulement desdits gaz de combustion vers ladite sortie, de sorte à limiter leur aspiration préférentielle dans la moitié du four située du côté de ladite sortie de conduite d'évacuation des gaz.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel le déflecteur est constitué par un ensemble de plaques prolongeant tout ou partie des parois de la conduite d'évacuation des gaz de combustion dans le four, en direction de la rangée de tubes.

3. Procédé destiné à améliorer les performances d'un four de reformage à la vapeur existant, comprenant :

- au moins une chambre de combustion présentant au moins deux murs (1, 2) verticaux en matière réfractaire se faisant face,
- au moins une rangée de tubes de reformage (3) alignés verticalement à mi-distance entre les deux murs verticaux en matière réfractaire se faisant face, remplis de catalyseur de reformage, aptes à faire circuler, généralement de haut en bas, un mélange contenant la charge d'hydrocarbures et de la vapeur d'eau de manière à récupérer en bas des tubes le gaz de synthèse brut,
- des brûleurs (4) disposés sur chacun des deux murs verticaux (1, 2) en matière réfractaire se faisant face, lesdits brûleurs étant alimentés en combustible et en comburant et aptes à produire par combustion des flammes radiales parallèles à la surface du mur,
- au moins une sortie de conduite d'évacuation des gaz issus de ladite combustion, située à l'extrémité haute du four sur un seul des murs verticaux (1),

caractérisé en ce qu'on équipe la conduite d'évacuation des gaz de combustion avec un déflecteur prolongeant ladite conduite à l'intérieur de la chambre de combustion du four, en direction de la rangée de tubes de reformage.

4. Procédé selon la revendication 3 dans lequel le déflecteur est constitué par un ensemble de plaques prolongeant tout ou partie des parois existantes de la conduite d'évacuation des gaz de combustion, dans le four, en direction de la rangée de tubes.

5. Installation pour la production de gaz de synthèse comprenant un four de reformage à la vapeur apte à la mise en œuvre du procédé de la revendication 1 comprenant au moins une chambre de combustion et au moins une chambre de convection, ladite chambre de combustion présentant au moins :
- deux murs (1, 2) verticaux en matière réfractaire se faisant face,
- une rangée de tubes de reformage (3) alignés verticalement à mi-distance entre les deux murs verticaux en matière réfractaire se faisant face, remplis de catalyseur de reformage, aptes à faire circuler, généralement de haut en bas, un mélange contenant la charge d'hydrocarbures et de la vapeur d'eau de manière à récupérer en bas des tubes le gaz de synthèse brut,
- des brûleurs (4) disposés sur chacun des deux murs verticaux (1, 2) en matière réfractaire se faisant face, lesdits brûleurs étant alimentés en combustible et en comburant et aptes à produire par combustion des flammes radiales parallèles à la surface du mur,

- au moins une sortie apte à recevoir une conduite d'évacuation des gaz issus de ladite combustion, située à l'extrémité haute du four sur un seul des murs verticaux (1), ladite chambre de convection contenant au moins ladite conduite d'évacuation des gaz de combustion,

caractérisé en ce que la conduite d'évacuation des gaz présente un déflecteur installé au niveau de la sortie à la jonction entre la conduite et le mur (1), s'opposant à l'écoulement desdits gaz de combustion vers ladite sortie, de sorte à limiter leur aspiration préférentielle dans la moitié du four située du côté de ladite au moins une conduite d'évacuation des gaz.

6. Installation selon la revendication 5 dans laquelle le déflecteur est constitué par un ensemble de plaques prolongeant tout ou partie des parois existantes de la conduite d'évacuation des gaz de combustion en direction de la rangée de tubes.

7. Four de reformage à la vapeur d'hydrocarbures amélioré par l'installation d'un déflecteur selon le procédé de la revendication 3.

8. Four de reformage amélioré selon la revendication 7 dans lequel le déflecteur est constitué par un ensemble de plaques prolongeant tout ou partie des parois existantes de la conduite d'évacuation des gaz de combustion dans le four, en direction de la rangée de tubes.

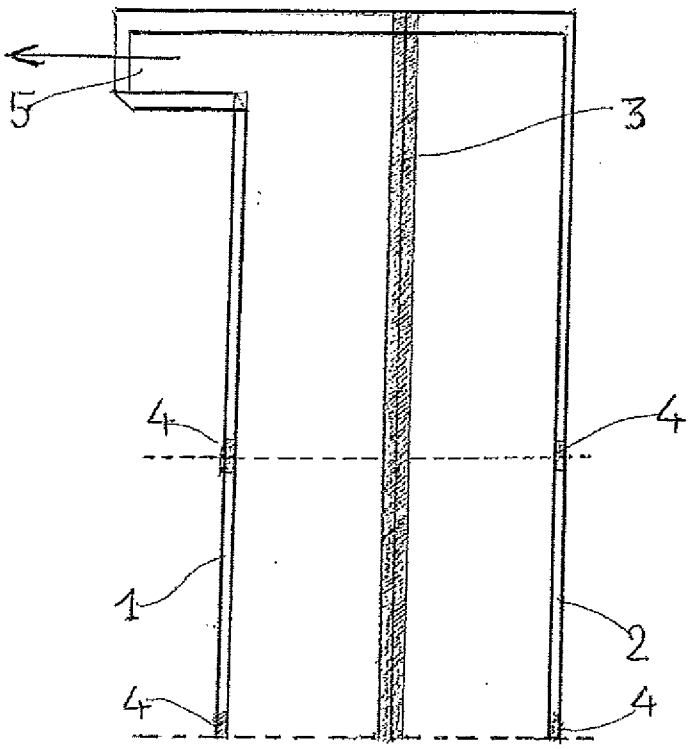


Fig 1

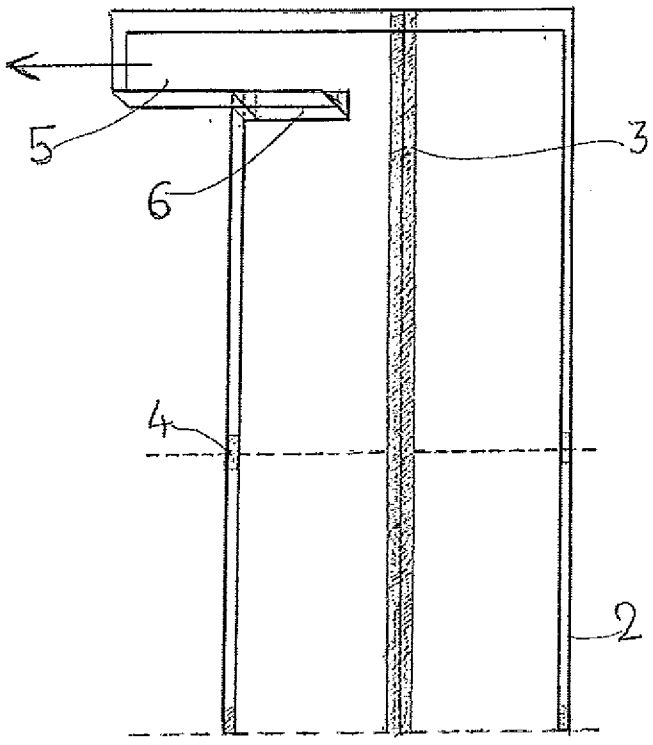


Fig 2

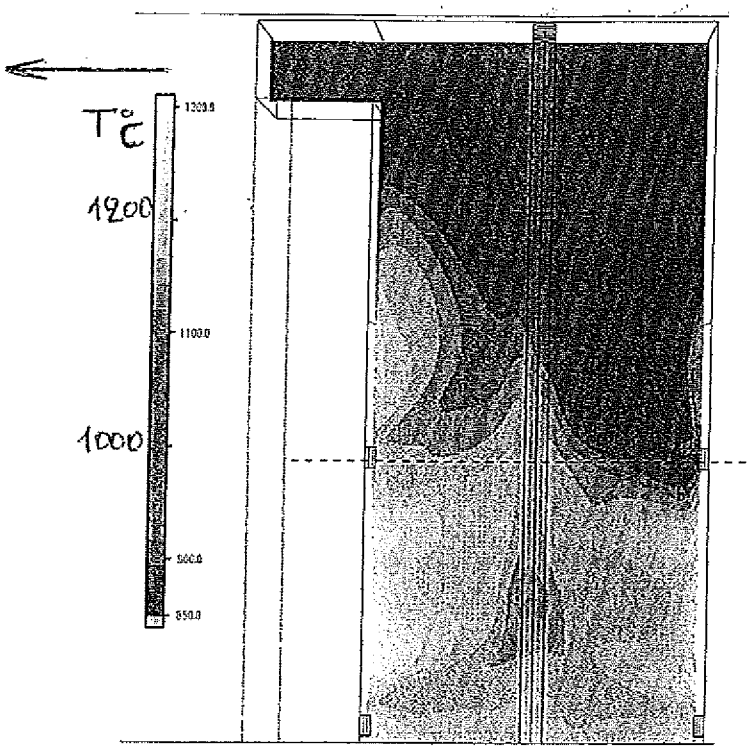

T°C
1200
1000
1300.0
1100.0
900.0
850.0

Fig. 3

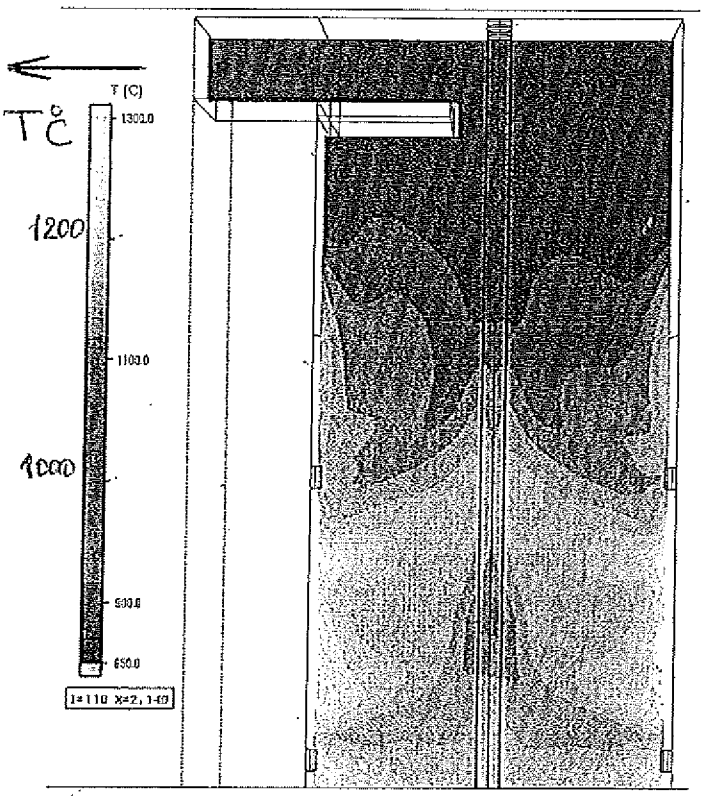

T (C)
T°C
1200
1000
1300.0
1100.0
900.0
850.0

Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2009/051054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C01B3/38 B01J8/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C01B B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 047 359 A (KELLOGG M W CO [US]) 17 March 1982 (1982-03-17) page 4, line 16 - page 5, line 3; figure 2	1,3,5,7
A	DE 103 33 854 A1 (UHDE GMBH [DE]) 17 February 2005 (2005-02-17) paragraph [0004]; claims; figure 1	1,3,5,7
A	US 3 617 227 A (BEGGS DONALD) 2 November 1971 (1971-11-02) column 1, line 43 - column 2, line 47; figure	1,3,5,7
A	US 4 959 079 A (GROTZ BERNARD J [US] ET AL) 25 September 1990 (1990-09-25) column 3, line 8 - line 41; figure 2 column 4, line 43 - line 45	1,3,5,7

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 October 2009	05/11/2009

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Fax: (+31–70) 340–3016	Van der Poel, Wim

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2009/051054

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 181 937 A (KARAFIAN MAXIM [US] ET AL) 26 January 1993 (1993-01-26) column 4, line 56 - column 5, line 65; figure 1	1,3,5,7
A	EP 1 734 002 A (AIR PROD & CHEM [US]) 20 December 2006 (2006-12-20) figure 2	1,3,5,7
A	WO 2006/117572 A (JOHNSON MATTHEY PLC [GB]; FARNELL PETER WILLIAM [GB]; CREWDSON BERNARD) 9 November 2006 (2006-11-09) claims; figures	1,3,5,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2009/051054

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0047359 A	17-03-1982	AU 523784 B2	12-08-1982
		CA 1137521 A1	14-12-1982
		DD 200677 A5	01-06-1983
		DE 3162862 D1	03-05-1984
		GR 76986 A1	04-09-1984
		JP 1254187 C	12-03-1985
		JP 57085887 A	28-05-1982
		JP 59029632 B	21-07-1984
		US 4324649 A	13-04-1982
		YU 85983 A1	31-12-1983
		YU 160481 A1	30-09-1983
DE 10333854 A1	17-02-2005	WO 2005018793 A1	03-03-2005
US 3617227 A	02-11-1971	BE 749769 A1	30-10-1970
		DE 7016886 U	22-03-1973
		ES 379058 A1	01-07-1973
		FR 2044763 A1	26-02-1971
		GB 1274592 A	17-05-1972
		JP 49028838 B	30-07-1974
US 4959079 A	25-09-1990	NONE	
US 5181937 A	26-01-1993	NONE	
EP 1734002 A	20-12-2006	CA 2550062 A1	14-12-2006
		CN 1880213 A	20-12-2006
		US 2006277828 A1	14-12-2006
WO 2006117572 A	09-11-2006	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2009/051054

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. C01B3/38 B01J8/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
C01B B01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 047 359 A (KELLOGG M W CO [US]) 17 mars 1982 (1982-03-17) page 4, ligne 16 - page 5, ligne 3; figure 2	1,3,5,7
A	DE 103 33 854 A1 (UHDE GMBH [DE]) 17 février 2005 (2005-02-17) alinéa [0004]; revendications; figure 1	1,3,5,7
A	US 3 617 227 A (BEGGS DONALD) 2 novembre 1971 (1971-11-02) colonne 1, ligne 43 - colonne 2, ligne 47; figure	1,3,5,7
A	US 4 959 079 A (GROTZ BERNARD J [US] ET AL) 25 septembre 1990 (1990-09-25) colonne 3, ligne 8 - ligne 41; figure 2 colonne 4, ligne 43 - ligne 45	1,3,5,7

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
30 octobre 2009	05/11/2009

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Van der Poel, Wim

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 181 937 A (KARAFIAN MAXIM [US] ET AL) 26 janvier 1993 (1993-01-26) colonne 4, ligne 56 - colonne 5, ligne 65; figure 1	1,3,5,7
A	EP 1 734 002 A (AIR PROD & CHEM [US]) 20 décembre 2006 (2006-12-20) figure 2	1,3,5,7
A	WO 2006/117572 A (JOHNSON MATTHEY PLC [GB]; FARNELL PETER WILLIAM [GB]; CREWDSON BERNARD) 9 novembre 2006 (2006-11-09) revendications; figures	1,3,5,7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2009/051054

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0047359	A	17-03-1982	AU	523784 B2	12-08-1982
			CA	1137521 A1	14-12-1982
			DD	200677 A5	01-06-1983
			DE	3162862 D1	03-05-1984
			GR	76986 A1	04-09-1984
			JP	1254187 C	12-03-1985
			JP	57085887 A	28-05-1982
			JP	59029632 B	21-07-1984
			US	4324649 A	13-04-1982
			YU	85983 A1	31-12-1983
			YU	160481 A1	30-09-1983
DE 10333854	A1	17-02-2005	WO	2005018793 A1	03-03-2005
US 3617227	A	02-11-1971	BE	749769 A1	30-10-1970
			DE	7016886 U	22-03-1973
			ES	379058 A1	01-07-1973
			FR	2044763 A1	26-02-1971
			GB	1274592 A	17-05-1972
			JP	49028838 B	30-07-1974
US 4959079	A	25-09-1990	AUCUN		
US 5181937	A	26-01-1993	AUCUN		
EP 1734002	A	20-12-2006	CA	2550062 A1	14-12-2006
			CN	1880213 A	20-12-2006
			US	2006277828 A1	14-12-2006
WO 2006117572	A	09-11-2006	AUCUN		