



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 35066 B1** (51) Cl. internationale : **F28D 15/00; C01B 3/38; C01B 3/48**
- (43) Date de publication : **03.04.2014**

-
- (21) N° Dépôt : **36373**
- (22) Date de Dépôt : **29.10.2013**
- (30) Données de Priorité : **11.05.2011 IT MI2011A000817**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2012/056998 17.04.2012**
- (71) Demandeur(s) : **ENI S.P.A., PIAZZALE E. MATTEI, 1 I-00144 ROME (IT)**
- (72) Inventeur(s) : **BASINI, Luca Eugenio ; WILHELM, Alfred Joachim**
- (74) Mandataire : **M. MEHDI SALMOUNI-ZERHOUNI**

(54) Titre : **SYSTEME D'ECHANGE THERMIQUE**

- (57) Abrégé : La présente invention concerne un système d'échange de chaleur comportant :
- un appareil unique (N) comprenant une zone immergée dans un bain de fluide (N2) et un espace libre (N1) au niveau de la partie supérieure dans lequel est accumulée une phase vapeur; - au moins un espace intermédiaire (P) ouvert aux deux extrémités, situé à l'intérieur dudit appareil et entièrement immergé dans le bain de fluide; - une ou plusieurs surfaces (6, 7, 8, 9, 10, 11) d'échange de chaleur, ledit système étant caractérisé en ce qu'il contient toutes les surfaces d'échange de chaleur dans un même appareil et en ce que lesdites surfaces sont entièrement immergées dans le bain de fluide et sont reliées fluidiquement aux sources chaude et froide, extérieures audit système, via des flux de matière. Au moins une des surfaces (6, 7, 8) d'échange de chaleur est située à l'intérieur de l'espace intermédiaire et au moins une autre surface (9, 10, 11) est située dans l'espace compris entre ledit espace intermédiaire et les parois de l'appareil.

ABREGE

La présente invention concerne un système d'échange thermique comprenant : un seul appareil (N) ayant une partie immergée dans un bain de fluide (N2) et un espace libre (N1) à la tête duquel une phase vapeur est accumulée - au moins un intervalle (P) ouvert aux deux extrémités, situé à l'intérieur dudit appareil et complètement immergé dans le bain de fluide -, une ou plusieurs surfaces d'échange thermique (6, 7, 8, 9, 10, 11), ledit système étant caractérisé en ce qu'il contient toutes les surfaces d'échange thermique dans un seul appareil et que lesdites surfaces sont complètement immergées dans le bain de fluide et sont en liaison fluide avec les sources de froid et de chaleur externes audit système par le biais de flux de substance. Au moins une des surfaces d'échange thermique (6, 7, 8) est située dans l'intervalle et au moins une autre surface (9, 10, 11) est située dans l'espace se trouvant entre ledit intervalle et les parois de l'appareil.

WO 2012/152548 A1

SYSTEME D'ECHANGE THERMIQUE

01 AVR 2014

La présente invention concerne un système d'échange thermique qui permet la récupération de chaleur associée aux flux de substance circulant dans un processus de production d'hydrogène et/ou de gaz de synthèse. La présente invention permet aussi de transformer la chaleur excédentaire en phase vapeur, en particulier en vapeur d'eau. Plus spécifiquement, la présente invention permet la récupération de la chaleur transférée dans des processus d'oxydation catalytique partielle, en particulier la chaleur générée pendant la réaction productive de gaz de synthèse et éventuellement pendant les réactions de transformation d'eau en gaz.

Les procédés de production d'hydrogène et/ou de gaz de synthèse à partir d'hydrocarbures et de composés organiques sont caractérisés par une séquence d'étapes générant de la chaleur (étapes exothermiques) ou absorbant de la chaleur (étapes endothermiques). Ces diverses étapes sont souvent réalisées à des niveaux de température différents en passant de la température ambiante des procédés d'épuration de gaz à 1 100 °C dans des procédés d'oxydation catalytique partielle à courte durée de contact (SCT - CPO). Plus spécifiquement, les températures oscillent de la température ambiante des procédés d'épuration de gaz à (600 °C - 1000 °C) dans des procédés SCT-CPO. Les phases intermédiaires du procédé SCT-CPO prévoient d'autres passages d'échange thermique avec des étapes de chauffage et de refroidissement comme la désulfuration (350 °C - 400 °C), la transformation d'eau en gaz (280 °C - 390 °C), la combustion de gaz d'échappement (600 °C - 800 °C). Dans le but d'atteindre des températures appropriées pour les différentes étapes de traitement, les flux de substance doivent être chauffés et refroidis à diverses reprises. C'est pourquoi l'optimisation de l'échange thermique est un

aspect fondamental et l'est même plus dans tous les procédés de production d'hydrogène et de gaz de synthèse.

L'échange thermique constitue un point critique et une complexité technique dans chaque procédé. Il a également un fort impact sur les coûts en termes par exemple d'équipement d'échange thermique, de canalisations, de soupapes de régulation, de système d'automation et de commande.

Les solutions techniques connues exploitent par exemple le refroidissement de gaz chauds d'un procédé pour générer de la vapeur saturée et/ou de la vapeur surchauffée en utilisant un ou plusieurs dispositifs d'échange thermique.

Le document US 4,488,513 divulgue un échangeur permettant le refroidissement de gaz chaud, en particulière de gaz de synthèse provenant de procédés d'oxydation partiels, en récupérant ainsi la chaleur sensible et en produisant de la vapeur surchauffée en temps réel. L'échangeur comprend deux zones superposées et distinctes connectées entre elles via une série de lignes de passage des gaz chauds chemisées de manière adéquate. La partie supérieure comprend une cuve cylindrique verticale pressurisée et fermée dotée d'une évacuation dans la partie supérieure pour la vapeur surchauffée. Cette cuve est particulièrement remplie d'eau bouillante qui forme la première zone de refroidissement des gaz chauds, tandis que la partie supérieure est libre et saturée de vapeur surchauffée, ce qui forme la seconde zone de refroidissement. Des groupes de tubes hélicoïdaux sont positionnés uniformément radialement autour de l'axe central, dans lequel une hélice est ascendante et une est descendante. Le bain d'eau bouillante remplit la cuve jusqu'au fond de la cuve et est connecté à l'alimentation en eau. La partie inférieure est revêtue de matériau réfractaire et est la zone d'alimentation en gaz chaud. Dans cette zone, le gaz chaud est divisé en une série de

tubes de passage chemisés connectés aux groupes de tubes hélicoïdaux de la partie supérieure. La chemise des tubes de passage a pour fonction d'éviter les détériorations dues aux hautes températures.

Le brevet US 4,462,339 divulgue un échangeur permettant le refroidissement de gaz chaud au moyen d'eau, comme ceux issus d'oxydations partielles, en récupérant ainsi la chaleur sensible et en produisant en temps réel de la vapeur saturée et/ou de la vapeur surchauffée. L'échangeur comprend deux parties distinctes et séparées connectées entre elles au moyen de passages annulaires chemisés dans lesquels de l'eau circule. La partie inférieure est revêtue d'un matériau réfractaire et forme la chambre d'alimentation en gaz chaud. La partie supérieure est une cuve verticale cylindrique pressurisée fermée contenant une chambre cylindrique centrale fermée au fond et ouverte au niveau de la tête, contenant au moins un groupe de tubes hélicoïdaux, une évacuation centrale à la tête pour le gaz saturé, divers groupes de tubes hélicoïdaux qui s'étendent dans la zone annulaire entre la chambre centrale et les parois de la cuve. L'évacuation des tubes hélicoïdaux de la zone annulaire est connectée à l'admission des tubes hélicoïdaux de la chambre centrale. L'eau circule dans la zone annulaire en s'évaporant et en produisant de la vapeur saturée. La vapeur saturée peut être déchargée et surchauffée dans la chambre centrale par une sortie de décharge située au fond de la chambre. La zone dans laquelle de l'eau est présente est la partie inférieure de la cuve verticale supérieure et est divisée en deux zones par un septum horizontal ; la zone située entre le fond de la cuve et le septum dans laquelle les tubes de passage de gaz chemisés s'étendent et la zone située en-dessous de la chambre centrale et au-dessus du septum dans laquelle de l'eau bouillante circule. Les tubes sont chemisés pour éviter leur détérioration suite aux hautes températures des gaz entrants.

Le document US 2009/194257 A1 concerne un système d'accumulation thermique contenant des substances à changement de phase micro-encapsulées dites MPCM. Les boues de MPCM ont des réactions non newtoniennes lorsque les fractions en volume des particules sont supérieures à environ 30 %. Une faible concentration en particules MPCM correspond à une capacité d'accumulation thermique inférieure pour un volume donné de citerne d'accumulation. De plus, la rupture des particules pouvant résulter d'un impact exercé par une pompe peut entraîner une consommation d'énergie plus élevée de la pompe du fait de l'agglomération de la substance.

Le demandeur a donc trouvé une solution technique innovante pour effectuer et optimiser la récupération de chaleur générée et transférée par des flux d'eau chaude et froide circulant dans des procédés de production d'hydrogène et/ou de gaz de synthèse. Ladite solution objet de la présente invention concerne un système d'échange thermique dans lequel les divers flux de substance venant des différentes phases d'un procédé de production d'hydrogène et/ou de gaz de synthèse auxquels les flux thermiques correspondants sont associés échangent de la chaleur au moyen d'un seul système central qui intègre les fonctions de préchauffage ou chauffage des réactifs, refroidissement des produits et génération de vapeur dans un seul appareil. Ledit système comprend une ou plusieurs surfaces d'échange thermique complètement immergées dans un bain de fluide, de préférence de l'eau, qui a à la fois une fonction de refroidissement et de chauffage. De cette façon, une forte circulation naturelle est créée dans le bain de fluide, ce qui permet l'échange et l'équilibrage thermique, la transformation de l'énergie thermique excédentaire en phase vapeur, de préférence de la vapeur d'eau, ladite vapeur d'eau étant collectée et séparée dans la partie supérieure de l'appareil compris dans le système d'échange thermique.

L'objectif de la présente invention est de simplifier la complexité des solutions techniques associées au phénomène d'échange thermique et d'améliorer l'efficacité énergétique et la sécurité des opérations de production d'hydrogène et de gaz de synthèse.

La présente invention concerne un système d'échange thermique comprenant :

- un seul appareil ayant une partie immergée dans un bain de fluide et à la tête un espace libre dans lequel une phase vapeur est accumulée,
- au moins un intervalle ouvert aux deux extrémités, situé dans ledit appareil et complètement immergé dans le bain de fluide,
- une ou plusieurs surfaces d'échange thermique,
- au moins une grille d'admission pour un ou plusieurs flux de substance froide venant d'une source de froid externe et au moins une grille d'admission pour un ou plusieurs flux de substance chaude venant d'une source de chaleur externe,
- au moins une grille d'évacuation pour au moins un flux de substance refroidie au moyen desdites surfaces d'échange thermique,

ledit système étant caractérisé en ce que :

- ledit système contient toutes les surfaces d'échange thermique dans un seul appareil,
- lesdites surfaces d'échange thermique sont complètement immergées dans le bain de fluide et sont

en liaison fluide avec les sources de chaud et de froid externes audit système par le biais de flux de substance.

La présente invention concerne également ledit système d'échange thermique dans lequel les surfaces d'échange thermique sont situées dans l'intervalle et au moins une autre surface est située dans l'espace entre ledit intervalle et les parois de l'appareil. Les surfaces d'échange thermique situées dans l'intervalle transfèrent de la chaleur aux flux de substance froide en les chauffant et les surfaces d'échange thermique situées entre l'intervalle et les parois de la citerne absorbent de la chaleur des flux de substance chaude en les refroidissant.

L'invention permet avantageusement de récupérer la chaleur produite par les diverses étapes exothermiques d'un procédé de production d'hydrogène et/ou de gaz de synthèse. La chaleur sensible est transférée au moyen du bain de fluide aux flux de substance impliqués dans les étapes du processus exothermique, ce qui contribue à l'optimisation énergétique du procédé et réduit ses frais d'énergie. Dans les processus d'oxydation catalytique partielle par exemple, le système peut avantageusement récupérer de la chaleur des étapes exothermiques classiquement via les produits réactifs et les produits de la réaction de transformation d'eau en gaz et apporter de la chaleur aux flux qui agissent dans les étapes endothermiques comme la désulfuration. Ce système peut avantageusement contribuer à refroidir les flux de substance à la température souhaitée.

La chaleur excédentaire est avantageusement transformée en vapeur qui peut donc être réutilisée à certaines fins dans le procédé ou pour des usages extérieurs. La présente invention permet avantageusement une réduction des encombrements nécessaires et des frais d'équipement et contribue à la possibilité de conception d'un système de

production de gaz de synthèse, de refroidissement et de production de vapeur.

Finalement, la présente invention permet la production d'unités prémontées qui peuvent être transportées et installées dans des sites d'utilisation ayant des coûts et des risques d'interférence extrêmement réduits.

D'autres objectifs et avantages de la présente invention apparaîtront plus évidents partant de la description suivante et des dessins joints fournis à des fins purement illustratives et non limitatives.

La figure 1 illustre un système d'échange thermique pour la récupération de chaleur transférée via des flux de substance appliqués à un procédé d'oxydation catalytique partielle dans lequel la vapeur générée par la chaleur excédentaire est utilisée pour la production d'énergie électrique. Sur la figure 1, les flux et éléments suivants peuvent être observés :

- A est une étape de désulfuration,
- B est une étape d'oxydation catalytique partielle,
- C est une étape de transformation d'eau en gaz,
- D est une étape de purification et/ou de séparation d'hydrogène,
- E est une étape de combustion des gaz de décharge ou gaz d'échappement,
- F est une turbine à vapeur couplée à G, un générateur électrique,
- L est un condenseur,

- M est une pompe de réintégration,
- N est un appareil unique d'échange de chaleur,
- 1a est un flux de réactifs froid,
- 1b est un flux d'oxydation froid,
- 1c est un flux inerte froid,
- 2 est un flux chaud de produits réactifs ;
- 3 est un flux chaud contenant de l'hydrogène et du dioxyde de carbone,
- 4 est un flux chaud contenant du gaz de combustion,
- 5 est la phase vapeur générée, de préférence de la vapeur d'eau,
- 12 est l'électricité générée,
- 13 est un flux froid de gaz d'échappement.

L'appareil N comprend l'intervalle P, un bain de fluide N2 (de préférence de l'eau) et un espace de collecte de la phase vapeur générée N1 (de préférence de la vapeur), une ou plusieurs surfaces d'échange thermique 6, 7, 8, 9, 10 et 11 ayant une forme hélicoïdale.

Description détaillée

Le système d'échange thermique objet de la présente invention a pour but de récupérer la chaleur sensible de flux de substance associés aux flux thermiques venant de sources de chaleur et/ou de sources de froid d'un procédé.

Lesdits flux sont de préférence des produits et/ou des réactifs venant des diverses étapes d'un procédé de production d'hydrogène et/ou de gaz de synthèse et même plus préférentiellement des diverses étapes d'un procédé d'oxydation catalytique partielle. La chaleur sensible ainsi récupérée peut être utilisée pour les étapes endothermiques desdits procédés et les flux de substance peuvent être refroidis à la température désirée par une certaine étape de traitement.

La caractéristique principale de ce système est que l'échange thermique a lieu dans un seul système central comprenant un seul appareil divisé en deux zones : une zone immergée dans un bain de fluide et un espace libre à la tête du bain et dans lequel une phase de vapeur s'accumule. Le bain de fluide peut faire office soit de moyen de refroidissement (fluide de refroidissement), soit de moyen de chauffage (fluide de chauffage). Le fluide est de préférence de l'eau et la phase vapeur est de préférence de la vapeur d'eau. Ledit système d'échange thermique peut comprendre une ou plusieurs grilles d'admission pour un ou plusieurs flux de substance froide venant d'une source de froid externe, de préférence au moins trois grilles d'admission, et une ou plusieurs grilles d'admission pour un ou plusieurs flux de substance chaude venant d'une source de chaleur, de préférence au moins trois.

Au moins un intervalle, de préférence cylindrique, ouvert aux deux extrémités, est situé dans la citerne, ledit intervalle étant complètement immergé dans le bain de fluide. Un élément caractéristique du système d'échange thermique objet de la présente invention est qu'il contient toutes les surfaces d'échange dans un seul appareil et que lesdites surfaces sont toutes complètement immergées dans le bain de fluide et que chaque surface est connectée de manière fluide à une source d'écoulement de substance chaude ou froide en dehors du système.

Une ou plusieurs surfaces d'échange thermique peuvent être situées dans l'intervalle, tandis qu'une ou plusieurs surfaces d'échange thermique peuvent être situées dans l'espace entre l'intervalle et les parois de la citerne. Les surfaces d'échange thermique situées dans l'intervalle peuvent de préférence dégager de la chaleur dans les flux de substance froide en les chauffant, tandis que les surfaces d'échange thermique situées entre l'intervalle et les parois de la citerne peuvent de préférence absorber de la chaleur des flux de substance en les refroidissant.

Il y a de préférence au moins six surfaces d'échange thermique. Les surfaces d'échange thermique peuvent être de préférence des éléments hélicoïdaux dans lesquels les flux de substance chaude ou froide s'écoulent. Les éléments hélicoïdaux peuvent de préférence être au moins au nombre de six.

Le système d'échange thermique objet de la présente invention comprend finalement une ou plusieurs grilles d'évacuation pour les flux de substance chauffée et refroidie. Ledit système peut aussi comprendre au moins une turbine à vapeur couplée à au moins un générateur de vapeur.

Le fait que toutes les surfaces d'échange thermique soient complètement immergées dans un bain de fluide dans le même appareil crée dans le bain de fluide une forte circulation naturelle qui est de nature à permettre un échange thermique et à équilibrer et transformer l'énergie thermique excédentaire en phase vapeur, de préférence de la vapeur. La phase vapeur est collectée et séparée dans la partie supérieure de l'appareil. Pendant le transfert thermique entre la surface d'échange thermique et le bain de fluide, une zone biphasée est formée dans l'intervalle, tandis qu'une zone monophasée est créée à l'extérieur. Le

différentiel de densité qui peut être créé entre la zone interne de l'intervalle et la zone externe peut générer une forte circulation interne dans le bain de fluide et favoriser l'échange thermique. Le bain de fluide circulant représente un excellent fluide d'échange thermique entre les surfaces « fournisseuses » et les surfaces « consommatrices » de chaleur avec un coefficient d'échange extrêmement élevé.

La chaleur excédentaire présente dans le système objet de la présente invention, calculée sous forme de la différence entre la chaleur apportée et la chaleur consommée, peut être transformée en vapeur et collectée dans l'espace libre à la tête de l'appareil au-dessus du bain de fluide. Lorsque la phase vapeur excédentaire est spécifiquement de la vapeur d'eau, elle peut être utilisée dans un système de fourniture de vapeur préexistant ou pour la génération d'énergie électrique au moyen d'une turbine à vapeur couplée à un générateur électrique. La vapeur est condensée et réintégrée dans le système d'échange thermique central via une pompe de réintégration qui réinjecte l'eau condensée dans la zone comprise entre la citerne pressurisée et l'intervalle.

Le système d'échange thermique objet de la présente invention peut être avantageusement utilisé dans des procédés de production d'hydrogène et/ou de gaz de synthèse et de préférence dans des procédés d'oxydation catalytique partielle qui sont fortement exothermiques et produisent donc normalement de la chaleur excédentaire, ce qui permet la génération de vapeur. La présente invention concerne aussi un procédé d'échange et de récupération thermique qui utilise le système d'échange thermique décrit et revendiqué dans le présent texte, comprenant les phases suivantes :

- refroidissement d'un flux de substance venant d'une source de chaleur externe, dans ledit système, au moyen d'eau,
- chauffage d'un flux de substance venant d'une source de froid externe, dans ledit système, au moyen de vapeur d'eau,
- transformation de la chaleur excédentaire présente dans le système en vapeur d'eau.

Lorsque le procédé d'échange et de récupération thermique est couplé à un même procédé d'oxydation catalytique partielle, les flux de substance chauffée entrent dans les étapes de désulfuration et/ou d'oxydation catalytique partielle, tandis que les flux de substance froide entrent dans une étape de transformation d'eau en gaz, de séparation et/ou de purification d'hydrogène.

Finalement, la vapeur générée pendant le processus décrit précédemment est de préférence apportée à un système de fourniture de vapeur ou utilisée pour générer de l'énergie électrique.

Une forme de réalisation particulière se référant à la figure 1 va maintenant être illustrée. Le système d'échange thermique objet de la présente invention est appliqué à un procédé d'oxydation catalytique partielle. Les flux de substance froide comprenant les réactifs (1a), oxydants (1b) et produits inertes (1c) sont chauffés au moyen des éléments hélicoïdaux 9, 10 et 11 situés dans l'espace entre l'intervalle cylindrique P et la citerne N. Les flux d'eau chaude venant de l'étape de réaction B(2), l'étape de transformation d'eau en gaz C (3) et l'étape de combustion E(4) sont refroidis au moyen des éléments hélicoïdaux 6, 7 et 9 situés dans l'intervalle P. Après avoir chauffé, les flux de substance circulent vers l'étape de désulfuration A

et l'étape de réaction B, tandis que les flux de substance, après avoir refroidi, continuent vers l'étape de transformation d'eau en gaz C, l'étape de purification et/ou de séparation de l'hydrogène D. Les gaz d'échappement 13 vont vers la torche. La vapeur générée 5 entre dans un système composé d'une turbine à vapeur F couplée à un générateur électrique G pour la production d'un courant électrique 12. Les vapeurs d'échappement sont ensuite condensées (L) et réinjectées à l'aide d'une pompe de réintégration M dans le système d'échange thermique.

En référence à un procédé de génération de gaz chauds, le système d'échange thermique objet de la présente invention a trois fonctions principales :

1. chauffer les réactifs froids en guise d'étape de préchauffage,
2. refroidir les gaz chauds produits en faisant office d'échangeur refroidisseur, en particulier dans le cas de gaz de synthèse,
3. envoyer la vapeur excédentaire produite dans l'alimentation à un système de fourniture de vapeur ou la transformer en énergie électrique.

De cette façon, l'efficacité énergétique des procédés qui génèrent des gaz chauds, tels que ceux destinés à produire du gaz de synthèse et de l'hydrogène, augmente. L'invention permet aussi une réduction des encombrements nécessaires pour les opérations d'échange thermique car elle peut effectuer tout le processus de transfert thermique dans un seul appareil. En outre, elle contribue à concevoir un système de production de gaz de synthèse, refroidissement et production de vapeur en volumes extrêmement limités de manière à permettre la production d'unités prémontées qui peuvent être transportées et installées sur les sites

d'utilisation avec des frais et des risques d'interférence
considérablement réduits.

REVENDICATIONS

1. Système d'échange thermique comprenant :

- un seul appareil ayant une partie immergée dans un bain de fluide et à La tête un espace libre dans lequel une phase vapeur est accumulée,
- au moins un intervalle ouvert aux deux extrémités, situé à l'intérieur dudit appareil et complètement immergé dans le bain de fluide,
- une ou plusieurs surfaces d'échange thermique,
- au moins une grille d'admission pour un ou plusieurs flux de substance froide venant d'une source de refroidissement externe et au moins une grille d'admission pour un ou plusieurs flux de substance chaude venant d'une source de chaleur externe,
- au moins une grille d'évacuation pour au moins un flux de substance refroidie et au moins une grille d'évacuation pour au moins un flux de substance chauffée au moyen desdites surfaces d'échange thermique,

ledit système étant caractérisé en ce que :

- ledit système contient toutes les surfaces d'échange thermique dans un seul appareil,
- lesdites surfaces d'échange thermique sont complètement immergées dans le bain de fluide et sont connectées de manière fluide aux sources de chaleur et de froid externes audit système via des flux de substance et que

- lesdites surfaces d'échange thermique sont situées dans l'intervalle et au moins une autre surface est située dans l'espace entre ledit intervalle et les parois de l'appareil.
- 2. Système d'échange thermique selon la revendication 1, qui comprend aussi au moins une turbine à vapeur couplée à au moins un générateur électrique.
- 3. Système d'échange thermique selon au moins une des revendications 1 à 23, dans lequel les surfaces d'échange thermique se présentent sous forme d'éléments hélicoïdaux dans lesquels les flux de substance s'écoulent.
- 4. Système d'échange thermique selon au moins une des revendications 1 à 3, dans lequel l'intervalle est sensiblement de forme cylindrique.
- 5. Système d'échange thermique selon au moins une des revendications 1 à 4, dans lequel le fluide est de l'eau et la phase vapeur est de la vapeur d'eau.
- 6. Système d'échange thermique selon au moins une des revendications 1 à 5, dans lequel les sources de chaleur externes et les sources de froid constituent les étapes du procédé de production d'hydrogène et/ou de gaz de synthèse.
- 7. Système d'échange thermique selon au moins une des revendications 1 à 6, dans lequel il y a au moins trois grilles d'admission pour le flux de substance froide et au moins trois grilles d'admission pour le flux de substance chaude.

8. Système d'échange thermique selon au moins une des revendications 1 à 7, dans lequel il y a au moins six surfaces d'échange thermique.
9. Système d'échange thermique selon la revendication 4, dans lequel il y a au moins six éléments hélicoïdaux.
10. Système d'échange thermique selon au moins une des revendications 1 à 9, dans lequel les flux de substance froide sont des réactifs, des oxydants et/ou des produits inertes venant du même procédé d'oxydation catalytique partielle.
11. Système d'échange thermique selon au moins une des revendications 1 à 9, dans lequel les flux de substance chaude sont des produits venant d'au moins une étape d'oxydation catalytique partielle, d'une étape de transformation d'eau en gaz et/ou d'une étape de combustion du même procédé d'oxydation catalytique partielle.
12. Procédé d'échange et de récupération thermique, caractérisé en ce qu'il utilise le système d'échange thermique selon au moins une des revendications 1 à 11, comprenant les phases suivantes :
 - refroidissement d'un flux de substance venant d'une source de chaleur externe, dans ledit système d'échange thermique, au moyen de vapeur d'eau,
 - chauffage d'un flux de substance venant d'une source de froid externe, dans ledit système d'échange thermique, au moyen de vapeur d'eau,

- transformation de la chaleur excédentaire présente dans ledit système d'échange thermique en vapeur d'eau.
13. Procédé d'échange et de récupération thermique selon la revendication 12, dans lequel les surfaces d'échange thermique de l'intérieur de l'intervalle comprises dans le système d'échange thermique transfèrent de la chaleur aux flux de substance froide en les chauffant et les surfaces d'échange thermique comprises entre l'intervalle et les parois de l'appareil absorbent de la chaleur des flux de substance chaude en les refroidissant.
 14. Procédé d'échange et de récupération thermique selon la revendication 13, dans lequel la vapeur générée est emmagasinée dans un système de fourniture de vapeur d'eau ou utilisée pour générer de l'énergie électrique.
 15. Procédé d'échange et de récupération thermique selon la revendication 13, dans lequel les flux de substance chauffée entrent dans les étapes de désulfuration et/ou réaction d'oxydation catalytique partielle du même procédé d'oxydation catalytique partielle.
 16. Procédé d'échange et de récupération thermique selon la revendication 13, dans lequel les flux de substance refroidie entrent dans une étape de transformation d'eau en gaz, une étape de séparation et/ou purification d'hydrogène du même procédé d'oxydation catalytique partielle.

Figure 1

