

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 53001 B1** (51) Cl. internationale : **C01B 3/38; B01J 8/06**
- (43) Date de publication : **30.06.2022**
- 
- (21) N° Dépôt : **53001**
- (22) Date de Dépôt : **25.06.2019**
- (30) Données de Priorité : **29.06.2018 EP 18180849**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/EP2019/066823 25.06.2019**
- (71) Demandeur(s) : **Shell Internationale Research Maatschappij B.V., Carel van Bylandtlaan 30 2596 HR The Hague (NL)**
- (72) Inventeur(s) : **VAN DER PLOEG, Govert, Gerardus, Pieter**
- (74) Mandataire : **H&H IP LAW**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: **EP19732371.0**
- 
- (54) Titre : **RÉACTEUR CHAUFFÉ ÉLECTRIQUEMENT ET PROCÉDÉ DE CONVERSION DE GAZ AU MOYEN DUDIT RÉACTEUR**
- (57) Abrégé : La présente invention concerne une configuration de réacteur comprenant au moins un four chauffé électriquement qui définit un espace, avec au moins un tube de réacteur placé à l'intérieur de l'espace de four et ledit tube de réacteur ayant une sortie et une entrée à l'extérieur du four de réacteur, et ledit four étant en outre pourvu - d'au moins un élément chauffant par rayonnement électrique approprié pour un chauffage à des températures élevées dans la plage de 400 à 1400 °C, ledit élément chauffant étant situé à l'intérieur dudit four de telle sorte que l'élément chauffant n'est pas en contact direct avec le ou les tubes de réacteur ; et - d'un certain nombre d'orifices d'inspection dans la paroi du four de manière à pouvoir inspecter visuellement l'état du ou des tubes de réacteur sur chaque côté opposé dudit tube de réacteur pendant le fonctionnement, le nombre total d'orifice d'inspection étant suffisant pour inspecter tous les tubes de réacteur présents dans le four sur toute leur longueur et leur circonférence ; et le cycle de chauffage du four étant d'au moins 3 MW. Le procédé chauffé électriquement exige un flux de chaleur et un profil de température. Dans de nombreuses applications, le flux de chaleur est plus grand lorsque le

procédé entre dans le four tout en ayant une température plus basse. Vers la sortie, le flux de chaleur est plus faible tout en ayant une température plus élevée. La présente invention peut s'adapter à cette exigence. Le réacteur est utile dans de nombreuses technologies de conversion et de chauffage de gaz à haute température à l'échelle industrielle.

## RÉACTEUR CHAUFFÉ ÉLECTRIQUEMENT ET PROCÉDÉ DE CONVERSION DE GAZ UTILISANT LEDIT RÉACTEUR

### Revendications

1. Configuration de réacteur comprenant au moins un four chauffé électriquement qui définit un espace, avec au moins un tube de réacteur placé à l'intérieur de l'espace de four et ledit tube de réacteur ayant une sortie et une entrée à l'extérieur du four de réacteur, et ledit four étant en outre pourvu

- d'au moins un élément chauffant par rayonnement électrique adapté pour chauffer à des températures élevées dans la plage de 400 à 1 400 °C, ledit élément chauffant étant situé à l'intérieur dudit four de telle manière que l'élément chauffant n'est pas en contact direct avec l'au moins un tube de réacteur ; et - d'un certain nombre d'orifices d'inspection dans la paroi de four de manière à pouvoir inspecter visuellement l'état de l'au moins un tube de réacteur sur tous les côtés dudit tube de réacteur pendant le fonctionnement, le nombre total d'orifices d'inspection étant suffisant pour inspecter tous les tubes de réacteur présents dans le four sur toute leur longueur et leur circonférence ; et la puissance de chauffage du four étant d'au moins 3 MW.

2. Configuration de réacteur selon la revendication 1, l'au moins un élément chauffant par rayonnement étant un élément chauffant basé sur une résistance.

3. Configuration de réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'au moins un élément chauffant électrique comprenant des éléments chauffants à résistance à base de NiCr, SiC, MoSi<sub>2</sub> ou FeCrAl.

4. Configuration de réacteur selon la revendication 3, l'élément chauffant électrique comprenant des éléments chauffants à résistance à base de MoSi<sub>2</sub> ou FeCrAl.

5. Configuration de réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, le four de réacteur comprenant dix tubes de réacteur ou plus.

6. Configuration de réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, le four de réacteur comprenant au moins deux zones de chauffage, chaque zone de chauffage ayant sa propre unité de commande d'énergie.

7. Configuration de réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins dix fours chauffés électriquement, chacun d'entre eux définissant un espace, et à l'intérieur de chaque espace au moins dix tubes de réacteur, chacun desdits tubes de réacteur ayant une sortie et une entrée à l'extérieur du four de réacteur, chacun desdits fours étant en outre pourvu

- de dix éléments chauffants par rayonnement électriques ou plus adaptés pour chauffer les tubes de réacteur à des températures élevées dans la plage de 600 à 1 100 °C, agencés dans au moins quatre zones de chauffage ; et

- d'un certain nombre d'orifices d'inspection dans la paroi de four de manière à pouvoir inspecter visuellement l'état de l'au moins un tube de réacteur sur chaque côté opposé dudit tube de réacteur pendant le fonctionnement à l'aide de techniques de mesure par rayonnement infrarouge, le nombre

EP3814274/ 19732371.0

total d'orifices d'inspection étant suffisant pour inspecter tous les tubes de réacteur présents dans le four sur toute leur longueur et leur circonférence ; et

la puissance de chauffage de chaque four étant d'au moins 3 MW.

8. Configuration de réacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, étant pourvue d'une connexion d'alimentation en énergie avec une source renouvelable permettant de fournir au moins une partie de l'énergie requise pour le chauffage électrique.

9. Procédé permettant la réalisation d'un processus de conversion de gaz à des températures élevées, comprenant l'introduction d'au moins un réactif gazeux dans une configuration de réacteur selon les revendications 1 à 8, le chauffage électrique de l'au moins un élément chauffant à une température dans la plage de 400 à 1 400°C, et la réalisation de la conversion de gaz à haute température tout en inspectant le tube de réacteur au moyen d'une vue sur le tube de réacteur.

10. Procédé permettant la réalisation d'un processus de conversion de gaz selon la revendication 9, le processus de conversion de gaz comprenant la production d'un gaz de synthèse au moyen d'un reformage à la vapeur de méthane, d'un reformage à sec de CO<sub>2</sub>, d'une réaction de gaz à l'eau inverse ou d'une combinaison de ceux-ci, comprenant les étapes consistant à :

- i. fournir des hydrocarbures et de la vapeur et/ou du CO<sub>2</sub> à la configuration de réacteur, de sorte que le mélange réactionnel pénètre dans l'au moins un tube de réacteur ;
- ii. maintenir le four du réacteur à une température d'au moins 400 °C en fournissant de l'énergie électrique à l'au moins un élément chauffant ;
- iii. permettre aux hydrocarbures et à la vapeur d'être convertis en hydrogène et en monoxyde de carbone ; et
- iv. obtenir à partir du réacteur un courant de gaz de synthèse.

11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, comprenant la commande des températures dans différentes sections du four de réacteur, et le four de réacteur comprenant au moins deux zones de chauffage, chaque zone de chauffage ayant sa propre unité de commande d'énergie qui est régulée pour atteindre un profil de flux de chaleur sur la surface de l'au moins un tube de réacteur.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, comprenant en outre la fourniture d'au moins une partie de l'énergie pour le chauffage électrique à partir d'une source renouvelable.