República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0903930-9 A2**

BRPI0903930A2

(22) Data de Depósito: 30/09/2009
(43) Data da Publicação: 20/07/2010
(RPI 2063)

(51) Int.Cl.:
B01J 8/06
B01J 7/00
C01B 3/38

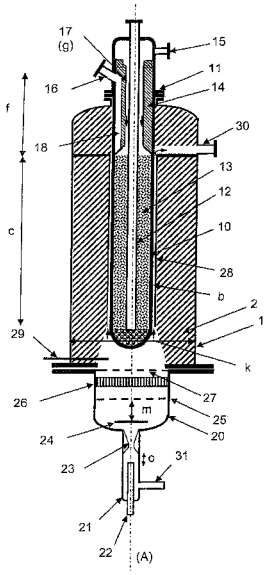
(54) Título: **COMPARTIMENTO REACIONAL QUE FAVORECE A TROCA DE CALOR ENTRE OS REAGENTES E OS GASES PRODUZIDOS**

(30) Prioridade Unionista: 07/10/2008 FR 08/05.537, 20/10/2008 FR 08/05.800

(73) Titular(es): IFP

(72) Inventor(es): Christophe Boyer, Fabrice Giroudiere

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a um compartimento no qual se efetua uma reação química em presença de catalisador e de reagentes, comportando pelo menos uma tubulação catalítica (10), na qual é disposta uma tubulação interna de evacuação (12) do gás produzido, meios de introdução dos reagentes (15) e meios de introdução do catalisador (16) situados na parte superior do compartimento (1), meios de aquecimento da tubulação catalítica (10), dispostos na parte inferior do compartimento (1), e na qual atubulação catalítica (10) comporta em sua parte superior acima do catalisador (13) meios que favorecem a troca de calor entre os reagentes e o gás produzido. A invenção refere-se também ao process que utiliza esse compartimento.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"COMPARTIMENTO REACIONAL QUE FAVORECE A TROCA DE CALOR ENTRE OS REAGENTES E OS GASES PRODUZIDOS"**.

A presente invenção refere-se ao domínio da produção de gás de síntese formado de uma mistura de hidrogênio de monóxido de carbono, e de dióxido de carbono e de água, e, mais particularmente, um dispositivo de tipo reator-trocador, que permite a produção desse gás de síntese por vaporrefinação.

A vaporrefinação é um processo de produção de hidrogênio em presença de vapor d'água e de calor. É o processo que é hoje o mais aplicado a nível industrial. Esse processo ocorre, em geral, em um reator em presença de catalisador e/ou de queimadores. A energia necessária à reação endotérmica de vaporrefinação deve ser fornecida por transferência térmica ao meio reacional catalítico. O gás de síntese deve geralmente ser produzido em pressão, de forma a permitir sua purificação em etapas a jusante sem ter de recomprimi-lo.

Quando da produção de hidrogênio por vaporrefinação, o rendimento de produção de hidrogênio e de conversão da carga utilizada depende do equilíbrio termodinâmico da reação de vaporrefinação que é diretamente função da temperatura de saída do catalisador. Tipicamente, a temperatura que permite maximizar o rendimento varia entre 750°C para o etanol e 900°C para o metano. Nesses níveis de temperatura, as perdas térmicas são muito elevadas, é, portanto, importante minimizá-las. Por outro lado, os reagentes estando em pressão e a temperaturas muito elevadas, os esforços sobre os materiais são muito importantes. É muito difícil até mesmo impossível fazer entradas ou saídas de reator sob pressão além de certas temperaturas. Por exemplo, o fornecimento externo de fumaças muito quentes só por ser feito por uma picotagem padrão, pois as fumaças estão tipicamente além de 1000°C. Uma outra dificuldade, a qual é necessário considerar, é a manutenção dos materiais em condições de grandes riscos de corrosão (também denominado "metal dusting" na terminologia anglo-saxônica), que ocorre em atmosfera carburante (presença CO, CO_2) sobre

tudo quando as temperaturas estão compreendidas entre 600 e 800°C.

São conhecidos sistemas que permitem considerar determinadas dessas dificuldades. Pode-se citar notadamente a patente US 4 861 348 que propõe um reator trocador de tipo baioneta para reações catalíticas no qual o catalisador é inserido entre duas tubulações concêntricas e aquecidas pelo escoamento das fumaças oriundas de um queimador situado na parte inferior do reator. Um sistema de condutos periféricos permite preaquecer o ar de combustão por escoamento à contracorrente com as fumaças do queimador e dispor assim paredes frias na periferia do reator.

Pode-se citar também o pedido de patente depositado junto ao INPI em 20 de julho de 2007 sob o número 07/05-316FR que descreve um reator de vaporrefinação com tubulação com baioneta, permitindo funcionar com diferenças de pressão da ordem de 10 MPa entre o lado tubulação e o lado calandra.

Um inconveniente desses dispositivos é que eles não comportam sistema para preaquecer o gás a converter, antes da zona reacional e limitar a temperatura de saída do gás produzido pela reação. Um outro inconveniente é que o gás de síntese é evacuado a uma temperatura pouco compatível com o design de um equipamento sob pressão. Um outro inconveniente é de evacuar gás em condições de temperatura para as quais ele favorece fenômenos de corrosões incompatível com a maior parte dos aços inox padrão.

A presente invenção tem por objetivo, portanto, prevenir um ou vários dos inconvenientes da técnica anterior, propondo um reator-trocador de vaporrefinação, permitindo levar os reagentes e o gás de síntese a uma temperatura compatível com o dispositivo, e limitando, assim, as perdas térmicas, favorecendo a troca de calor entre os reagentes e os gases produzidos.

Para isto, a presente invenção propõe um compartimento no qual é feita uma reação química em presença de catalisador e de reagentes, comportando:

- pelo menos uma tubulação catalítica, na qual é disposta uma

tubulação interna de evacuação do gás produzido, em relação com o exterior, o catalisador sendo disposto entre a tubulação interna de evacuação e a superfície interna da tubulação catalítica;

- meios de introdução dos reagentes situados na parte superior do compartimento;

- meios de introdução do catalisador situados na parte superior do compartimento;

- meios de aquecimento da tubulação catalítica dispostos na parte inferior do compartimento; e

na qual a tubulação catalítica comporta em sua parte superior acima do catalisador meios que favorecem a troca de calor entre os reagentes e o gás produzido.

Em um modo de realização da invenção, os meios que favorecem a troca de calor entre os reagentes e o gás produzido são constituídos de uma tubulação de redução de passagem disposto contra a superfície interna da tubulação catalítica, de modo a deixar uma passagem para os reagentes entre a tubulação de redução de passagem e a tubulação interna de evacuação.

De acordo com um modo de realização da invenção, a espessura da tubulação de redução de passagem é definida de modo que a superfície de sua parede interna seja disposta a uma distância compreendida entre 1 mm e 40 mm da superfície externa da tubulação interna de evacuação.

Em um modo de realização da invenção, a tubulação de redução de passagem comporta um canal que liga os meios de introdução do catalisador e a zona da tubulação catalítica onde é disposto o catalisador.

De acordo com um modo de realização da invenção, os meios de aquecimento são constituídos de uma câmara de combustão, comportando em sua base uma tubulação injetora do ar e de um gás inflamado, uma interna disposta na tubulação injetora a nível da junção com a câmara, um quebra-jato na câmara acima da interna, uma grade de distribuição da mistura ar/gás disposta acima do quebra-jato, um material poroso disposto acima da grade de distribuição e uma segunda grade acima do material poroso pa-

ra iniciar a combustão.

Em um modo de realização da invenção, a grade de distribuição tem uma porosidade de 30 %.

Em um outro modo de realização da invenção, o material poroso é um monólito em cordilheira de (400 cpsi).

De acordo com um modo de realização da invenção, a tubulação catalítica é disposta em uma tubulação suplementar, a distância entre a superfície externa da tubulação catalítica e a tubulação suplementar está compreendida entre 1 mm e 40 mm.

Em um modo de realização da invenção, um material de tipo calorífugo é disposto entre a tubulação suplementar e a parede do compartimento.

De acordo com um modo de realização da invenção, o compartimento tem um diâmetro compreendido entre 50 mm e 10 m.

A invenção refere-se também ao processo de vaporrefinação, utilizando o dispositivo descrito acima como reator-trocador para realizar uma reação de vaporrefinação.

De acordo com um modo de realização da invenção, o gás de síntese é evacuado a uma temperatura inferior a 600°C.

De acordo com um modo de realização da invenção, os reagentes são preaquecidos a uma temperatura superior a 350°C.

Outras características e vantagens da invenção serão melhor compreendidas e aparecerão mais claramente com a leitura da descrição feita, a seguir, referindo-se às figuras anexadas e dadas a título de exemplo:

- a figura 1 representa uma vista esquemática do compartimento, de acordo com a invenção;

- a figura 2 representa os resultados de uma simulação numérica do escoamento gás combustível/ar na câmara de combustão do dispositivo, segundo a invenção 2a) contornos de velocidades na câmara de combustão 2b) contornos de concentração em metano na câmara de combustão.

O dispositivo, de acordo com a invenção, ilustrado na figura é composto de um compartimento (1), no qual é inserida, pela parte superior,

uma tubulação ou várias catalítica(s) (10). Essa tubulação ou essas tubulações pode(m) ser mantida(s) na parede superior do compartimento, graças a um sistema de flanges (11), ou qualquer outro sistema do mesmo tipo bem-conhecido do técnico, para permitir sua desmontagem. O compartimento é, em geral, de forma cilíndrica alongada e seu diâmetro está em geral compreendido entre 100 mm e 10 m, e, de preferência, entre 300 mm e 2 m. O diâmetro do compartimento é determinado nos limites dados acima, em função do número de tubulações catalíticas que se deseja utilizar e em função do tamanho das tubulações utilizadas. Em um outro modo de realização, é o número de tubulações (10) que é determinado, em função do tamanho do compartimento (1). A tubulação ou as tubulações catalíticas (10) são dispostas ao longo do eixo longitudinal (A) do compartimento (1). O diâmetro externo dessas tubulações (10) está geralmente compreendido entre 20mm e 200mm, e, de preferência, entre 30 e 100 mm. O diâmetro interno da tubulação catalítica (10) é facilmente dedutível para o técnico, sabendo-se que a distância anular da zona catalítica está em geral compreendida entre 5 mm e 40 mm, e, de preferência, entre 8 mm e 50 mm. De forma geral, o compartimento (1), de acordo com a invenção, comporta pelo menos uma tubulação catalítica (10). De acordo com uma variante da invenção, o compartimento (1) pode comportar entre uma e várias tubulações catalíticas (10). O número de tubulação catalítica disposta no compartimento sendo, em geral, definido em função do tamanho das tubulações utilizadas e do tamanho do compartimento (1), esse número pode, por exemplo, estar compreendido entre 1 e 50000 tubulações, de preferência entre 1 e 1000 tubulações, e, de forma mais preferida, entre 1 e 300 tubulações.

No interior da ou das tubulação(ões) catalítica(s) é disposto uma tubulação interna de evacuação (12) concêntrica que permite evacuar o gás produzido pela reação catalítica. O diâmetro externo dessa tubulação de evacuação (12) está em geral compreendido entre 5 mm e 50 mm, e, de preferência, entre 10 mm e 20 mm. O diâmetro interno dessa tubulação de evacuação (12) está em geral compreendido entre 3 mm e 40 mm, e, de preferência, entre 8 mm e 15 mm. O catalisador (13) necessário para a reação de

vaporrefinação é disposto no espaço anular entre a parede da tubulação de evacuação (12) e a parede da tubulação catalítica (10). A tubulação de evacuação (12) é utilizada para evacuar o gás produzido pela reação, também denominado gás de síntese, na saída da camada catalítica. Esse gás de síntese quente circula, portanto, à contracorrente dos reagentes, que são a água e o reagente de tipo hidrocarboneto ou álcool, na camada catalítica. Assim, uma parte da entalpia necessária à reação é fornecida pelo gás de síntese que se resfria ao longo da tubulação de evacuação (12).

O catalisador utilizado no âmbito da invenção pode ser constituído de grãos de formas diversas (esferas, cilindro plenos ou usinados...) ou de monólitos, nos quais são usinados canais de diâmetros menores. Os reagentes são introduzidos na tubulação catalítica (10), graças ao conduto (15). Esse conduto pode ser disposto ortogonalmente à parede da tubulação (10), ou de forma tangencial para dar um movimento de rotação ao escoamento à entrada da tubulação catalítica (10) e favorecer assim a distribuição do escoamento por toda a seção anular onde está situado o catalisador (13).

O dispositivo, de acordo com a invenção, comporta em sua parte superior dos meios de preaquecimento dos reagentes e de resfriamento do gás de síntese produzido. Esses meios que permitem uma troca de calor entre os reagentes e o gás de síntese são formados por uma tubulação de redução de passagem (14) inserida na parte superior da tubulação catalítica (10) contra a parede interna da tubulação catalítica (10) para reduzir a seção de passagem do escoamento dos reagentes. Essa tubulação de redução de passagem (14) é cilíndrica e, em geral, tem uma forma equivalente àquela do interior da tubulação catalítica (10), de modo a aderir bem à parede interna da tubulação catalítica (10). A tubulação de redução de passagem tem uma espessura definida de modo que sua parede interna seja disposta a uma distância compreendida em geral entre 1 mm e 40 mm da superfície externa da tubulação interna de evacuação (12), de preferência entre 1,5 mm e 20 mm, e de maneira muito preferida é igual a 2 mm. O material utilizado é bem-conhecido do técnico e permite à tubulação de redução de passagem (14) resistir à temperatura e a gases circulantes. Em geral, o cálculo

da espessura da tubulação de redução de passagem (14) é feito em relação ao valor do diâmetro (ou raio) externo da tubulação de evacuação (12) e do diâmetro (ou raio) interno da tubulação catalítica (10). Por exemplo, para uma tubulação catalítica com um diâmetro interno de 35,1 mm e uma tubulação de evacuação (12) com um diâmetro externo de 13,7 mm, a espessura da tubulação de redução de passagem (14) está compreendida entre 2 mm e 8 mm, de preferência entre 6 mm e 8 mm. Nessa parte da tubulação catalítica (10), onde é introduzido a tubulação de redução de passagem (14) não há catalisador. Essa redução da seção de passagem (17) tem por objetivo acelerar as velocidades do escoamento dos reagentes e intensificar assim a transferência de calor entre o gás de síntese e o escoamento dos reagentes. Dessa forma, os reagentes preaquecidos até a temperatura de acionamento da reação de forma otimizada, já que as perdas térmicas são minimizadas entre a zona de preaquecimento e a zona reacional. Além disso, essa forma de gás de síntese é evacuada do compartimento a uma temperatura moderada: inferior a 600°C e, de preferência, inferior a 400°C. Assim, é possível confinar a zona de corrosão devido à composição do gás de síntese (H_2, Co, CO_2) no reator e limitar a utilização de aços especiais resistentes a essa corrosão à única tubulação de evacuação (12).

Para a introdução do catalisador, o dispositivo comporta uma tubulação de chegada (16) situada sobre a parede externa da tubulação catalítica (10) com um ângulo compreendido, em geral, entre 30 e 60 ° em relação ao eixo longitudinal (A) do dispositivo para facilitar o escoamento do catalisador. O catalisador pode em seguida escoar através da seção de passagem (17), caso a parte superior da tubulação catalítica (10) possua um sistema de flanges desmontáveis e caso seu diâmetro seja suficiente, ou escoar via um canal (18) usinado na tubulação de redução de passagem (14). Desse modo, é possível carregar o catalisador, uma vez a tubulação de evacuação (12) e a tubulação de redução de passagem (14) instalados. Para o descarregamento do catalisador, é possível considerar a desmontagem da tubulação de evacuação (12) por um sistema de flange ou utilizar a passagem (18).

Na parte baixa do compartimento do reator é disposto um queimador que pode fazer parte integrante do compartimento (1), ou ser mantido por um sistema de flanges para facilitar sua desmontagem. Esse queimador é composto de uma câmara (20) de combustão para a mistura e a distribuição do escoamento de ar e do gás inflamável. Na base dessa câmara fica situada uma tubulação injetora (21). O ar é injetado por um conduto (31) ortogonal ou tangencial à tubulação injetora (21) e o gás inflamável é injetado por uma tubulação concêntrica (22). Uma interna (23) composta de um convergente e de um divergente é acrescentada na parte superior da tubulação injetora (21) para favorecer a mistura ar/gás inflamável. Na câmara (20), uma placa quebra-jato (24) e uma grade de distribuição (25) são dispostas uma acima da outra, para favorecer a distribuição da mistura ar/gás inflamável por toda a seção da câmara (20). A placa quebra-jato (24) é disposta acima da entrada da tubulação injetora (21) e a grade de distribuição (25) é, portanto, disposta acima da placa quebra-jato (24). Um trecho de material poroso (26) ou de tipo monólito é acrescentado acima da grade de distribuição (25) na câmara (20) para eliminar os riscos de retorno de chamas para cima do queimador. Uma segunda grade (27) é disposta acima do material poroso para iniciar a combustão e encaixar a chama, se uma chama se desenvolver. Essa grade pode ser revestida ou não de um material catalítico ou não-catalítico. Essa grade pode ser também substituída por um trecho monólito catalítico. Essa grade pode também ser disposta sob a forma de uma ou várias tubulações perfuradas, de modo a desenvolver maior superfície para o estabelecimento da chama. O valor da superfície dessa grade (27) está compreendido, em geral, entre o valor da superfície da seção da tubulação catalítica (equivalente a pi/4 vezes seu diâmetro externo ao quadrado) e 10 vezes o valor da superfície da seção da tubulação catalítica (10) e, de preferência, 5 vezes o valor da superfície da seção da tubulação catalítica (10). A combustão pode ser iniciada, graças a um eletrodo (29) de ignição que atravessa a base do compartimento (1). As fumaças oriundas da combustão são, em seguida, canalizadas entre a tubulação catalítica (10) e uma tubulação suplementar (28). O espaço entre essas duas tubulações (10, 28)

é calculado de modo a otimizar a transferência térmica entre as fumaças oriundas do queimador e a zona catalítica. Essa distância considera dimensões do compartimento (1), da zona catalítica e da câmara de combustão (20). Ela está compreendida em geral entre 1 mm e 40 mm, de preferência entre 1,5 mm e 20 mm, e de maneira muito preferida é igual a 2,5 mm. As perdas térmicas muito importantes que podem aparecer nesses níveis térmicos muito elevados (> 1000°C) são reduzidas, já que a distância entre a zona de combustão e a zona de troca é minimizada e um material (2) de tipo calorífugo é disposto entre a tubulação suplementar (28) e a parede do compartimento (1). As fumaças são, em seguida, evacuadas na parte superior através de um conduto (30) que atravessa o compartimento (1). Um trocador tubular em espiral pode ser inserido em torno da parte superior da tubulação catalítica (10) para vaporizar um dos reagentes, utilizando fumaças resfriadas antes de sua evacuação. Dessa forma, limitam-se ainda as perdas térmicas no sistema.

EXEMPLO DE MODO DE REALIZAÇÃO

Um reator /trocador de vaporrefinação de etanol foi dimensionado com a tecnologia descrita na invenção. O objetivo é efetuar a reação de refinação de uma mistura etanol/água de vazão de 4,7 kg/h. O volume do catalisador é de 240 cc. A temperatura desejada na saída da zona catalítica é de 750°C e a reação deve ser acionada além de 350°C na entrada da zona catalítica. O reator comporta uma tubulação catalítica que é aquecida pelas fumaças de um queimador catalítico alimentado por um gás combustível contendo o hidrogênio e o metano (composição resumida na tabela 1). A vazão de gás combustível é de 3,4 kg/h. A combustão sendo catalisada, é possível funcionar com amplo excesso de ar. A vazão de ar é, portanto, calculada para se conseguir uma temperatura das fumaças de 1100°C na saída do queimador.

Tabela 1: Composição do gás combustível.

CH_4 (% em mol)	1,56
H_2 (% em mol)	40,03
H_2O (% em mol)	10,54

CH_4 (% em mol)	1,56
CO_2 (% em mol)	47,87

O diâmetro (k) do compartimento (1) do reator é de 400 mm. O diâmetro externo (h) da tubulação catalítica (10) é de 42,2 mm e o diâmetro interno (i) é de 35,1 mm. O diâmetro interno (j) da tubulação suplementar (28) é de 47,2 mm. A espessura (b) do veio de fumaças em torno da tubulação catalítica (10) para intensificar a transferência térmica entre as fumaças e a tubulação catalítica (10) é assim de 2,5 mm. A altura (c) da zona catalítica é de 1200 mm e a distância da zona anular catalítica é de 10,7 mm. O diâmetro interno da tubulação de evacuação (12) do gás de síntese (e) é de 5,2 mm. A seção trocador do reator situada a montante da zona catalítica tem por comprimento (f) 800 mm. Uma tubulação de redução de passagem (14) é inserida na periferia da tubulação catalítica (10) para reduzir a seção de passagem da mistura etanol + água que penetra no reator. O diâmetro dessa seção de passagem anular (g) é de 2 mm.

No nível da câmara (20), a grade catalítica tem um diâmetro (l) de 100 mm, a grade de distribuição (25), cuja porosidade é de 30 %, é disposta a uma distância (m) de 40 mm da placa quebra-jato (24). A tubulação de entrada de ar (31) tem um diâmetro interno (n) de 10,4 mm. A tubulação concêntrica de entrada de gás (22) tem um diâmetro interno (o) compreendido entre 6 e 8 mm e a tubulação injetora (21) tem um diâmetro interno (p) de 17,1 mm. A interna (23) é disposta a uma distância (q) de aproximadamente 40 mm acima da saída da tubulação injetora (21). O trecho de material poroso (26) é um monólito em cordierita (400 cpsi).

O funcionamento do reator/trocador foi simulado, considerando-se o avanço e o calor de reação e as trocas térmicas no reator pela geometria tal como descrita acima. Os valores de temperaturas obtidos no meio do reator estão resumidos na tabela 2.

Tabela 2: temperatura em °C calculada ao longo do circuito dos reagentes e ao longo do circuito das fumaças.

	Etanol + água	Gás de síntese	Fumaças
Entrada do reator	238		

	Etanol + água	Gás de síntese	Fumaças
Entrada da zona do catalisador	364	505	
Saída da zona catalítica	750	750	1100
Saída reator		400	501

A geometria do reator, de acordo com a invenção, permite assim atingir a temperatura de equilíbrio ótima para a reação de vaporrefinação na saída da camada catalítica, utilizando fumaças de um queimador catalítico. A seção de trocador integrado a montante da zona catalítica é eficaz, já que a temperatura de saída do gás de síntese é reduzida a 400°C (mais corrosão por "metal dusting" a jusante do reator) e os reagentes são preaquecidos a uma temperatura superior a 350°C. A geometria e as dimensões da câmara de combustão do reator, de acordo com a invenção, permitem uma mistura eficaz dos reagentes na saída da tubulação injetora (21), conforme mostra a cartografia de concentração da figura 2b. Da mesma forma, a distribuição do escoamento gás combustível/ar é homogênea a montante da grade catalítica, conforme mostra a cartografia das velocidades gás apresentada na figura 2a.

O dispositivo, de acordo com a invenção, apresenta, portanto, as seguintes vantagens:

- as perdas térmicas são minimizadas, pois várias funções estão incluídas no mesmo equipamento sob pressão: preaquecimento dos reagentes, reação, resfriamento dos reagentes, combustão para o fornecimento de calor, resfriamento das fumaças;

- os reagentes são preaquecidos eficazmente na parte superior da tubulação catalítica, graças à redução de passagem que permite aumentar os coeficientes de troca;

- o gás de síntese cede suas calorias antes de deixar o reator-trocador a uma temperatura compatível com a temperatura design de um equipamento sob pressão;

- a faixa de corrosão a mais severa (600 – 800°C) é confinada no equipamento, já que o gás de síntese sai a uma temperatura aquém de

400°C;

- uma passagem é mantida para permitir o carregamento do catalisador, essa passagem é concebida de maneira a não constituir uma zona de *by-pass*, quando o bujão de carregamento do circuito terciário é fechado;

- a solução proposta pode também integrar a vaporização do vapor de água necessário à reação.

Deve ficar evidente para o técnico que a presente invenção não deve estar limitada aos detalhes dados acima e permite modos de realização sob numerosas outras formas específicas, sem se afastar do domínio de aplicação da invenção. Por conseguinte, os presentes modos de realização devem ser considerados a título de ilustração, e podem ser modificados, sem, todavia, sair do alcance definido pelas reivindicações anexadas.

REIVINDICAÇÕES

1. Compartimento, no qual se efetua uma reação química em presença de catalisador e de reagentes, comportando:

- pelo menos uma tubulação catalítica (10), na qual é disposta uma tubulação interna de evacuação (12) do gás produzido, em relação com o exterior, o catalisador (13) sendo disposto entre a tubulação interna de evacuação (12) e a superfície interna da tubulação catalítica (10);

- meios de introdução dos reagentes (15) situados na parte superior do compartimento (1);

- meios de introdução do catalisador (16) situados na parte superior do compartimento (1);

- meios de aquecimento da tubulação catalítica (10) dispostos na parte inferior do compartimento (1);

e no qual a tubulação catalítica (10) comporta em sua parte superior acima do catalisador (13) uma redução da seção de passagem (17) dos reagentes por meios que favorecem a troca de calor entre os reagentes e o gás produzido.

2. Compartimento, de acordo com a reivindicação 1, na qual os meios que favorecem a troca de calor entre os reagentes e o gás produzido são constituídos de uma tubulação de redução de passagem (14) disposta contra a superfície interna da tubulação catalítica (10), de modo a deixar uma passagem (17) para os reagentes entre a tubulação de redução de passagem (14) e a tubulação interna de evacuação (12).

3. Compartimento, de acordo com a reivindicação 2, na qual a espessura da tubulação de redução de passagem (14) é definida, de forma que a superfície de sua parede interna seja disposta a uma distância compreendida entre 1 mm e 40 mm da superfície externa da tubulação interna de evacuação (12).

4. Compartimento, de acordo com uma qualquer das reivindicações 2 ou 3, na qual a tubulação de redução de passagem (14) comporta um canal (18) que liga os meios de introdução do catalisador (16) e a zona da tubulação catalítica (10) onde é disposto o catalisador (13).

5. Compartimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, na qual os meios de aquecimento são constituídos de uma câmara (20) de combustão que comporta em sua base uma tubulação injetora (21) do ar e de um gás inflamável, uma interna (23) disposta na tubulação injetora (21) a nível da junção com a câmara (20), um quebra-jato (24) disposto na câmara (20) acima da interna (23), uma grade de distribuição (25) da mistura ar/gás disposta acima do quebra-jato (24), um material poroso (26) disposto acima da grade de distribuição (25) e uma segunda grade (37) acima do material poroso para iniciar a combustão.

6. Compartimento, de acordo com a reivindicação 5, na qual a grade de distribuição (25) tem uma porosidade de 30 %.

7. Compartimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 ou 7, na qual o material poroso é um monólito em cordierita de 400 cpsi.

8. Compartimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, na qual a tubulação catalítica (10) é disposta em uma tubulação suplementar (28), a distância entre a superfície externa da tubulação catalítica (10) e a tubulação suplementar (28) está compreendida entre1 mm e 40 mm.

9. Compartimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, na qual um material (2) de tipo calorífugo é disposto entre a tubulação suplementar (28) e parede do compartimento (1).

10. Compartimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, cujo diâmetro está compreendido entre 50 mm e 10 m.

11. Processo de vaporrefinação, que utiliza o dispositivo, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10, como reator-trocador para realizar uma reação de vaporrefinação.

12. Processo, de acordo com a reivindicação 11, no qual o gás de síntese é evacuado a uma temperatura inferior a 600°C.

13. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 ou 12, no qual os reagentes são preaquecidos a uma temperatura superior a 350°C.

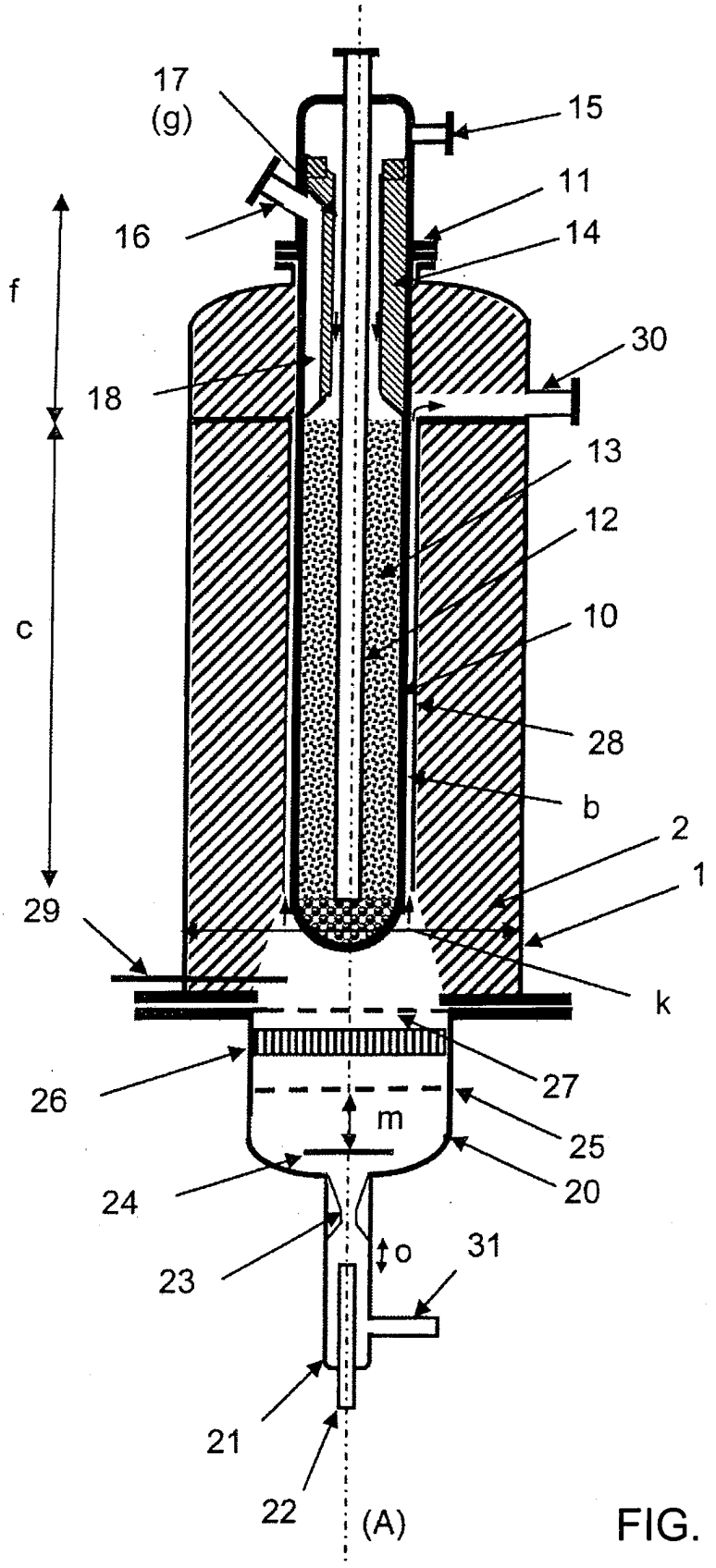

17
(g)
15
11
16
14
f
30
18
13
12
c
10
28
b
2
1
29
k
27
26
m
25
20
24
o
31
23
21
22
(A)

FIG. 1

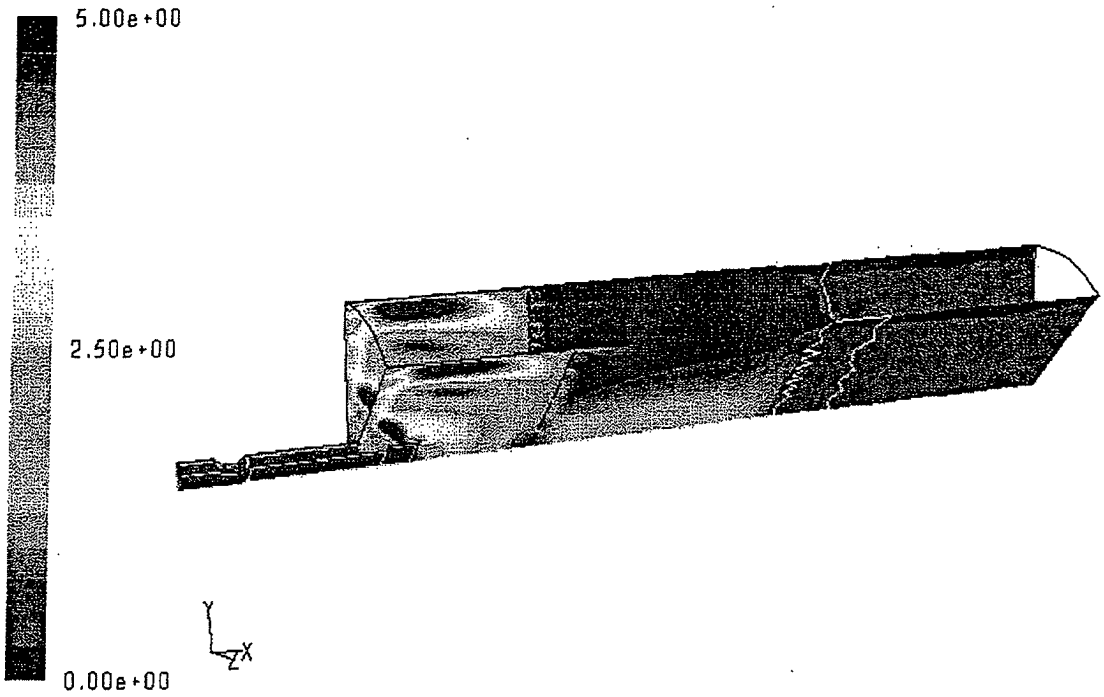


FIG. 2a

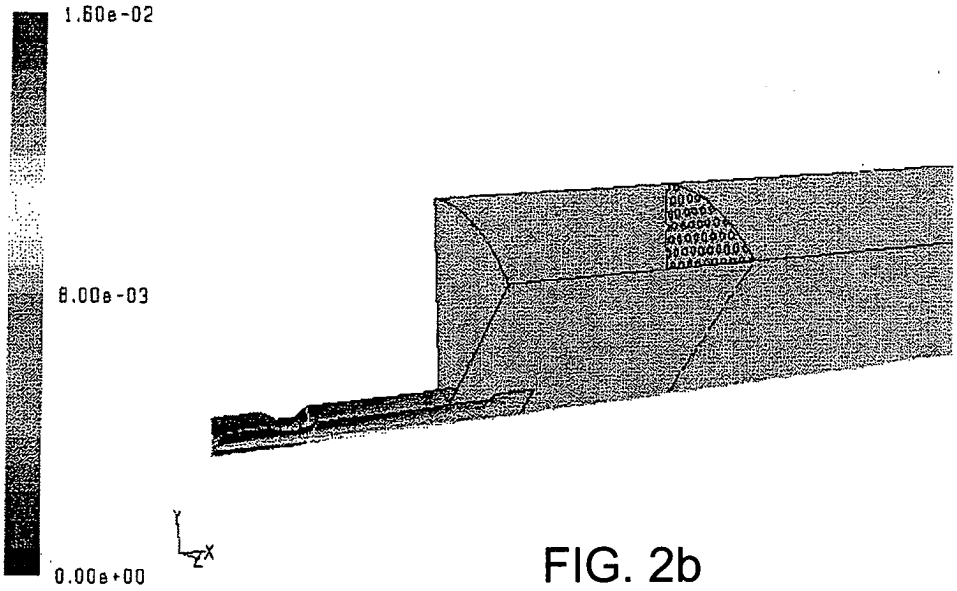


FIG. 2b

PI0903930-3

RESUMO

Patente de Invenção: **"COMPARTIMENTO REACIONAL QUE FAVORECE A TROCA DE CALOR ENTRE OS REAGENTES E OS GASES PRODUZIDOS"**.

A presente invenção refere-se a um compartimento no qual se efetua uma reação química em presença de catalisador e de reagentes, comportando pelo menos uma tubulação catalítica (10), na qual é disposta uma tubulação interna de evacuação (12) do gás produzido, meios de introdução dos reagentes (15) e meios de introdução do catalisador (16) situados na parte superior do compartimento (1), meios de aquecimento da tubulação catalítica (10), dispostos na parte inferior do compartimento (1), e na qual a tubulação catalítica (10) comporta em sua parte superior acima do catalisador (13) meios que favorecem a troca de calor entre os reagentes e o gás produzido.

A invenção refere-se também ao processo que utiliza esse compartimento.