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

(21) **PI0707803-0 A2**

BRPI0707803A2

(22) Data de Depósito: 12/03/2007
(43) Data da Publicação: 10/05/2011
(RPI 2105)

(51) Int.Cl.:
B01J 19/24

(54) Título: **REATOR CATALÍTICO**

(30) Prioridade Unionista: 13/03/2006 US 11/373239

(73) Titular(es): Praxair Technology, INC.

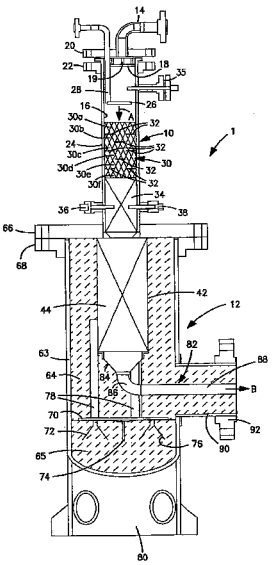
(72) Inventor(es): Perry Pacouloute, Shawn Michael Cecula, Thomas Edward Gajewski, Vasilis Papavassiliou

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT US2007006267 de 12/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/106461de 20/09/2007

(57) Resumo: REATOR CATALÍTICO É descrito um reator catalítico que tem uma seção de mistura (10) conectada a uma seção de reação a jusante (12) contendo um catalisador(44) para promover uma reação de oxidação e um leito de hidrocarboneto para o reator catalítico. A seção de mistura (10) é provida com um detentor de chama (30) para impedir que uma chama estável se propague, caso ocorra qualquer reação de oxigênio e hidrocarboneto durante a mistura. O detentor de chama (30) permite o fluxo tanto na direção axial quanto radial para promover a mistura. Elementos defletores (32) e um misturador estático a jusante (34) podem também ser usados. O catalisador (44) é preferivelmente na forma de blocos monolíticos (46) encerrados por um tubo cerâmico (48) que é mantido como um conjunto catalisador unitário (44) que pode ser removido para substituição e instalação do catalisador (44) como uma unidade simples.



PI0707803-0

"REATOR CATALÍTICO"

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção diz respeito a um reator catalítico que tem uma seção de mistura para misturar um gás contendo oxigênio com um gás contendo hidrocarbonetos para produzir uma mistura, e uma seção de reação a jusante para reagir cataliticamente a mistura para gerar um produto. Mais particularmente, a presente invenção diz respeito a um reator como esse em que a seção de mistura é provida com um detentor de chama para impedir a formação de uma chama estável, caso hidrocarbonetos na mistura se inflamem de alguma forma.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Foi proposta uma variedade de reatores que reagem oxigênio com uma corrente contendo hidrocarboneto para gerar um produto gás de síntese contendo hidrogênio e monóxido de carbono. Reatores típicos são reatores de oxidação parcial nos quais das espécies de hidrocarbonetos são misturadas com o gás contendo oxigênio e são parcialmente oxidadas com a ajuda de um catalisador de oxidação parcial. Outros reatores também injetam vapor para que os hidrocarbonetos possam reagir por meio de reações de reforma de metano vapor conhecidas. Em um reator como esse, as reações de oxidação parcial sendo exotérmicas fornecem o calor para suportar as exigências de aquecimento endotérmico das reações de reforma de metano vapor. Um reator como esse é conhecido como um reator autotérmico. Também reatores adicionais são reatores multitubulares usados para reações de oxidação seletiva exotérmica para produção de óxido de etileno, acetato de vinila e outros hidrocarbonetos oxigenados.

Reatores que são projetados para reações de oxidação parcial contempla uma operação na qual as proporções de hidrocarbonetos e oxigênio são selecionadas para produzir uma conversão substancialmente completa dos hidrocarbonetos a um gás de síntese contendo hidrogênio e monóxido de

carbono. Como tal, existe um teor significativo como este de oxigênio que é possível a ignição autotérmica de hidrocarbonetos. A reação dos hidrocarbonetos e oxigênio antes do catalisador por qualquer motivo é particularmente não desejável, em virtude de resultar em um consumo indesejado dos reagentes pela sua oxidação completa, resultando em queda nas taxas de produção exigidas e deposição de carbono potencial no catalisador. Este problema é exacerbado em tais reatores em virtude de as reações de oxidação estarem ocorrendo diretamente a jusante na seção de reação a alta temperatura e, assim, a combustão na seção de reação pode propagar uma reação indesejada dentro da câmara de mistura. A fim de atacar este problema, reatores têm sido projetados de maneira tal que os reagentes, a saber, hidrocarbonetos e oxigênio, são misturados em uma seção de mistura tão rapidamente que eles não têm tempo de reagir antes de uma seção de reação ser atingida contendo um catalisador para promover a reação visada.

Um exemplo de um reator que é projetado para impedir combustão dos reagentes na seção de mistura pode ser encontrado em U.S. 4.865.820, que revela um reator de oxidação potencial no qual a câmara de mistura é provida com passagens estreitas com seções de estrangulamento retas nas quais qualquer das correntes de reagente é introduzida para misturar sob condições turbulentas com a outra das correntes de reagente através de orifícios formados nas passagens estreitas. O fluxo turbulento resultante tem uma velocidade que excede a de qualquer chama que propaga por causa da interrupção do reator. A U.S. 5.886.056 tem provisão para injetar gases reagentes a alta velocidade através de uma pluralidade de passagens isoladas em um coletor do injetor para reduzir o tempo de permanência dos reagentes na seção de mistura para impedir a reação indesejada dos reagentes na seção de mistura. Na U.S. 6.471.937, gases reagentes quentes são introduzidos em um bico contido em uma câmara de mistura para produzir um jato com velocidade supersônica que aprisionará um outro componente de uma mistura

reativa no jato. Misturas de reagentes são então introduzidas em uma zona de reação. O tempo de permanência na câmara de mistura é suficientemente curto para que os reagentes não tenham tempo de reagir antes de entrar na zona de reação.

O problema com todos tais reatores é que eles não são adequados para uma operação na qual não se deseja reagir completamente os hidrocarbonetos em um gás de síntese. Por exemplo, um reator de oxidação parcial catalítico pode ser utilizado como um pré-reformador para reagir hidrocarbonetos de ordem superior em metano primário. Quanto um reator como esse é usado como um pré-reformador, a quantidade de oxigênio com base no volume que é introduzido em relação à alimentação de hidrocarbonetos é um quinto ou menos. Isto pode ser comparado a um reator projetado para completa reação dos hidrocarbonetos em monóxido de carbono e hidrogênio no qual a razão seria meio ou mais. Como tal, dispositivos que são descritos nas patentes supralistadas e que todos dependem de aprisionamento não funcionarão com tal pequena proporção de oxigênio. De qualquer maneira, o mecanismo de possível combustão dos hidrocarbonetos é completamente diferente no caso de pré-reforma em que, à medida que os reagentes vão se misturando, uma mistura inflamável é produzida. Entretanto, uma vez que a mistura esteja completa, não existe oxigênio bastante para produzir uma mistura inflamável. Conseqüentemente, a combustão pode ser produzida mediante mistura, mas existe pouco perigo de combustão uma vez que a mistura é completa. Tipicamente, em tais aplicações, o oxigênio é introduzido como um jato de alta velocidade projetado para aprisionar o gás inflamável rapidamente, de forma que a zona de mistura inflamável seja minimizada. Detentores de chama podem também ser colocados depois da zona de mistura para reduzir o efeito do superaquecimento no caso de a mistura inflamar acidentalmente. Esses detentores de chama consistem em um feixe de passagens estreitas que permite o fluxo apenas axial.

Um problema adicional em qualquer reator contendo um catalisador é que, eventualmente, o catalisador terá que ser substituído. Isto pode ser uma tarefa bastante difícil que pode levar dias para terminar. Na U.S. 4.865.820, é feita uma tentativa de segregar o catalisador do isolamento que serve para isolar as paredes do reator das reações a altas temperaturas que ocorrem dentro de tal reator pela provisão de um reator com um vaso de pressão externo que contém isolamento, um refratário interno e uma blindagem de metal que contém o catalisador. A seção de mistura superior pode ser removida para permitir recuperação e reinstalação do catalisador quando é necessária a substituição. Mesmo que o catalisador seja formado de blocos monolíticos, a recuperação e recarregamento do catalisador são ainda problemáticos.

Conforme será discutido, a presente invenção fornece um reator catalítico no qual propagação de chama estável dentro da câmara de mistura é inibida, e que é projetado de maneira tal que o catalisador possa ser facilmente instalado e substituído.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com a presente invenção, é revelado um reator catalítico que tem uma seção de mistura para misturar um gás contendo oxigênio com um gás contendo hidrocarboneto e uma seção de reação conectada na seção de mistura para reagir uma mistura de gás contendo oxigênio e o gás contendo hidrocarbonetos para gerar um produto.

A seção de mistura inclui uma câmara de mistura com uma entrada para o gás contendo hidrocarbonetos, um injetor de oxigênio localizado na câmara de mistura para injetar o gás contendo oxigênio no gás contendo hidrocarbonetos. Um detentor de chama fica localizado pelo menos abaixo do injetor de oxigênio. O detentor de chama é formado de uma massa de material poroso que permite a mistura tanto na direção radial quanto axial da dita câmara de mistura para promover a mistura do gás contendo oxigênio

e do gás contendo hidrocarbonetos. O detentor de chama fica em contato com as paredes da dita câmara de mistura de maneira tal que o fluxo do dito gás contendo oxigênio e do dito gás contendo hidrocarbonetos fique impedido de passar através do dito detentor de chama antes de entrar na seção de reação. Assim, caso a combustão dos reagentes ocorra dentro da seção de mistura de um reator catalítico da presente invenção, a propagação da chama é inibida. Ao contrário dos desenhos anteriores, este detentor de chama pode ser colocado próximo à injeção de oxigênio para que pelo menos parte da mistura, que é a parte mais perigosa do processo, seja feita dentro do detentor de chama.

A seção de reação inclui uma câmara interna posicionada para receber a mistura do gás contendo oxigênio e do gás contendo hidrocarbonetos. O catalisador fica localizado dentro da câmara interna para promover as reações envolvendo a mistura. Um vaso de pressão externo é provido juntamente com isolamento térmico entre a câmara interna e o vaso de pressão externo. Uma saída penetra no vaso de pressão externo e comunica com a câmara interna para descarregar um gás produto contendo o produto. A vantagem de um arranjo como esse é que o catalisador e a reação que ocorre nele é isolada do isolamento para impedir reação entre o isolamento e o catalisador. Adicionalmente, o vaso de pressão externo sendo isolado da câmara interna na qual reações estão ocorrendo opera a uma menor temperatura para permitir o uso de materiais mais baratos para tal vaso de pressão, e um ambiente mais seguro para o pessoal e equipamento em volta do reator catalítico.

Preferivelmente, o detentor de chama é fabricado de um monolito de espuma metálica. O monolito de espuma metálica pode consistir em camadas do monolito de espuma metálica e a câmara de mistura pode adicionalmente ser provida com elementos defletores localizados entre as ditas camadas para promover ainda mais a mistura do gás contendo oxigênio e

do gás contendo hidrocarbonetos. O injetor de oxigênio pode compreender um tubo de entrada que projeta-se até a câmara de mistura e um distribuidor circular com aberturas para descarregar o gás contendo oxigênio. Se necessário, um misturador estático pode ficar localizado abaixo do detentor de chama para promover ainda mais a mistura do gás contendo oxigênio e do gás contendo hidrocarbonetos.

A fim de facilitar a instalação e recuperação do catalisador do vaso interno, o catalisador pode compreender uma pilha de blocos monolíticos localizada dentro de um conjunto compreendendo um tubo cerâmico e um acessório para reter a pilha de blocos monolíticos dentro do tubo cerâmico como uma unidade simples, para que o conjunto possa ser instalado e recuperado do vaso interno como uma unidade simples. Preferivelmente, o catalisador é de configuração substancialmente cilíndrica e o acessório compreende duas placas de extremidade opostas de configuração anular e tirantes que conectam as duas placas de extremidade. As placas de extremidade são configuradas para reter o tubo cerâmico entre as placas de extremidade e, portanto, a pilha de blocos monolíticos dentro do tubo cerâmico e entre as placas de extremidade. A este respeito, o tubo cerâmico pode ser separado ao longo de seu comprimento para facilitar a instalação da pilha dos blocos monolíticos e a anexação das placas de extremidade pelos tirantes.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

Embora a especificação conclua com as reivindicações apontando distintamente para a matéria em questão que os requerentes consideram sua invenção, acredita-se que a invenção será mais bem entendida quando considerada com relação aos desenhos anexos, em que:

A figura 1 é uma vista seccional esquemática de um reator catalítico de acordo com a presente invenção;

A figura 2 é uma vista plana de base de um injetor de oxigênio

para uso em uma seção de mistura do reator catalítico da figura 1;

A figura 3 é uma vista em perspectiva de um conjunto de um tubo cerâmico contendo catalisador e acessório que deve ser usado em relação ao reator catalítico mostrado na figura 1;

A figura 4 é uma vista elevacional esquemática das seções do catalisador monolítico retidas no tubo catalisador e um acessório que retém o tubo catalisador e, portanto, a seção do catalisador monolítico como uma montagem unitária; e

A figura 4A é uma vista fragmentada explodida e vista das metades do tubo catalisador, mostrando porções de borda rebaixadas para a recepção dos tirantes.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Com referência à figura 1, está ilustrado um reator catalítico 1 de acordo com a presente invenção. O reator catalítico 1 é de configuração cilíndrica e é provido com uma seção de mistura 10 e uma seção de reação 12. A seção de mistura 10 funciona para misturar um gás contendo oxigênio que pode ser, por exemplo, oxigênio ou ar enriquecido com oxigênio, com um gás contendo hidrocarbonetos, tal como gás natural. A mistura resultante é então reagida dentro da seção de reagente 12. Contempla-se que o reator catalítico funciona a temperaturas, pressões e níveis de produção muito altos, a saber, até cerca de 860 °C, 40 bar manométrica e velocidades espaciais de até 200.000 h-1. Entretanto, isto é apenas com propósitos exemplares, e um reator substancialmente na forma de reator catalítico 1 poderia ser usado em condições operacionais menos severas.

A seção de mistura 10 é provida com uma entrada 14 para introdução do gás contendo hidrocarbonetos em uma câmara de mistura 16 da seção de mistura 10. Um distribuidor de fluxo conhecido 18 pode ser provido para distribuir o gás contendo hidrocarbonetos na câmara de mistura 16. O distribuidor de fluxo 18 pode ser na forma de uma placa circular com

aberturas suspensas por pernas 19 por um flange superior 20. O flange superior 20 pode ser conectado por prendedores rosqueados conhecidos, não mostrados, em um flange inferior 22, por sua vez conectado a uma parte inferior 24 da seção de mistura 10 para permitir que a câmara de mistura 16 seja aberta com propósito de manutenção.

Um injetor de oxigênio 26 é também provido na câmara de mistura 16 para injetar gás contendo oxigênio como correntes, indicadas pela seta "A". O injetor de oxigênio 26 é suspenso pelo tubo de entrada 28 e também conectado no flange superior 20 e passando através de um recesso tipo entalhe (não mostrado) provido com o distribuidor de fluxo 18.

Com referência à figura 2, o injetor de oxigênio 26 é formado por um distribuidor tipo anel com aberturas 29 para distribuir o gás contendo oxigênio por toda a câmara de mistura 16. Outras configurações, tais como arranjos cruciformes de tubos, conectados centralmente, e com aberturas é uma outra configuração possível.

Um detentor de chama 30 fica subjacente ao injetor de oxigênio 20 para impedir a formação de uma chama estável antes do término da mistura do oxigênio e hidrocarbonetos, e em um estágio de mistura no qual uma mistura inflamável é de fato formada. Preferivelmente, o detentor de chama 30 é formado de um material esponja metálico tal como o que pode ser obtido pela Porvair Advanced Materials em 700 Shepherd Street, Hendersonville, NC, USA. Tais materiais têm uma estrutura muito aberta e tamanhos de poros relativamente pequenos, entre cerca de 10 e cerca de 100 poros por 6,45 centímetros quadrados, com poros que têm diâmetros de menos de 1 mm. Preferivelmente, o material deve ter cerca de 80 poros por 6,45 centímetros quadrados, e um diâmetro de poro de cerca de 0,25 mm. O material selecionado pode ser uma liga alto níquel, tais como Inconel 600 ou Hastelloy C-276. O material esponja conferirá um padrão de fluxo que é tanto radial quanto axial para ajudar promover a mistura em tais direções.

Em certos regimes de fluxo, o detentor de chama que está sendo formado de um material esponja pode ser suficiente para misturar o gás contendo oxigênio e o gás contendo hidrocarbonetos. O detentor de chama 30 para o tipo de condições de alta vazão para o qual o reator catalítico 1 é projetado seja preferivelmente formado de seis a doze camadas de 2,54 centímetros (ilustradas como seis camadas, 30a, 30b, 30c, 30d, 30e e 30f) para permitir que as placas defletoras 32 sejam colocadas entre tal seção para promover ainda mais o fluxo radial e melhorar a mistura do oxigênio e hidrocarbonetos. Na ilustração, as placas defletoras 32 se alternam entre um tipo anular de placa que deflete o fluxo para dentro, em direção a uma abertura central da mesma, e uma placa tipo disco, que deflete o fluxo para fora em torno de tal placa tipo disco. Outras configurações são possíveis, que agem para defletir o fluxo e assim melhorar a mistura. Adicionalmente, é possível que uma camada do material detentor de chama de qualquer tipo fique posicionado acima do ponto de injeção de oxigênio.

Opcionalmente, para promover também uma mistura ainda maior, um elemento de mistura estático 34 pode ser provido para misturar ainda mais o gás contendo oxigênio e o gás contendo hidrocarbonetos. Deve-se notar que existem muitos diferentes tipos de elementos de mistura estático que poderiam funcionar na presente invenção, e todos são facilmente obtidos de muitos diferentes fabricantes. Em qualquer misturador estático, elementos tipo defletor fazem com que a mistura escoe para mudar de direção e, assim, se misturar ainda mais. Deve-se salientar que um misturador estático adequado poderia ser os misturadores estáticos da Chemineer's Kenics®, série KM da North Andover, MA, EUA. Tal misturador estático é na forma de uma camisa cilíndrica com elementos defletores tipo pá que projetam-se para dentro para prover uma melhor mistura.

Um recurso opcional é prover portais de instrumentos 35, 36 e 38 nos quais termopares e portas de amostragem podem ser providas para

medir composição e temperatura do gás.

Os reagentes, depois de ter sido misturados da maneira supradescrita, então escoam para a seção de reação 12. A seção de reação 12 inclui uma câmara interna 42 que contém um conjunto catalisador 44 localizado na câmara interna 42. A câmara interna 42 pode ser formada de um aço-liga que é adequada para atmosferas carburantes a altas temperaturas, tal como a liga RA 602 CA obtidas pela Rolled Alloys of Temperance, MI, EUA. A câmara interna 42 não é um vaso de pressão, mas pode ser exposta a altos níveis de temperatura e pressão e velocidades espaciais supradescritas.

Com referência às figuras 3 e 4, o conjunto catalisador 44 pode conter um catalisador feito de seções monolíticas 46 de configuração substancialmente cilíndrica que são retidas dentro da montagem formada de um tubo cerâmico removível 48 e um acessório que consiste em placas de extremidade 49 e 50 de configuração anular e tirantes 51a e 51b que serão discutidos com mais detalhes a seguir. Preferivelmente, no topo e na base da pilha de seções de catalisador monolítico 46, blocos de blindagem 53 são providos para reter calor no catalisador. Esses são bem conhecidos na tecnologia e são tipicamente fabricados de uma cerâmica, tais como alumina, cordierita, ou de uma espuma metálica. As seções do catalisador monolítico 46 são tipicamente fabricadas de cordierita ou outro material de alta temperatura que suporta um catalisador de metal precioso adequado para promover as reações catalíticas de interesse, por exemplo, reações de oxidação parcial de um gás contendo hidrocarbonetos.

O tubo cerâmico 48 é preferivelmente formado por duas seções 48a e 48b que podem ser divididas ao longo de um eixo longitudinal de tal tubo. Na prática, seções de catalisador monolítico 46 são posicionadas dentro de metade do tubo 48, por exemplo, 48a, junto com blocos de blindagem 53. As duas seções 48a e 48b do tubo 48 são então montadas. As placas de extremidade 49 e 50 são então posicionadas em qualquer

extremidade do tubo, e os tirantes 51a e 51b são aparafusados na placa de extremidade 50 pelas provisões de extremidades rosqueadas 52 e 54. As extremidades rosqueadas 55 e 56 dos tirantes 51a e 51b são então estendidas através das aberturas providas em uma placa de extremidade 49 e mantidas no lugar por porcas 57 e 58 que são rosqueadas nos tirantes para manter as placas de extremidade 49 e 50 na posição. Placas de extremidade 49 e 50 são providas com paredes laterais 59 e 60, respectivamente, recebem as extremidades das metades 48a e 48b do tubo 48 e mantêm assim as duas metades 48a e 48b em um estado montado como tubo 48. Com referência específica à figura 4, as bordas longitudinais de cada uma das metades 48a e 48b do tubo 48 são providas com um recesso alongado de seção transversal semicircular 62 ao longo das suas bordas longitudinais para receber tirantes 51a e 51b aninhados e entre as bordas longitudinais das metades 48a e 48b do tubo 48. Deve-se notar que as placas de extremidade 49 e 50 poderiam ser projetadas para posicionar os tirantes 51a e 51b no lado de fora do tubo 48, agrupando assim as metades 48a e 48b do tubo 48. Entretanto, isto seria uma instalação menos robusta do que a ilustrada. Adicionalmente, um tubo que não é formado de meias seções é possível. Entretanto, tal tubo seria mais difícil de carregar com o catalisador.

Toda a montagem de componentes como o conjunto do catalisador 44 pode então ser inserido como uma unidade na câmara interna 42, com a placa de extremidade 49 localizada por cima da câmara interna 42. Conforme pode-se perceber, isto é vantajoso em virtude de os catalisadores terem que ser removidos e substituídos como uma unidade após a vida útil do catalisador e, portanto, ter depois de ele ter sido gasto.

Deve-se notar que o tubo cerâmico 48 é preferivelmente fabricado de pirolita disponível pela Rex Materials Group of Fowlerville, MI, EUA, e pode ter uma espessura de cerca de 1,25 cm. Além disso, uma manta isolante cerâmica poderia ser usada, envolvendo a seções de catalisador

monolítico 46 e o conjunto catalisador 44. Deve-se notar ainda que, embora a montagem apresentada seja preferida, as modalidades da presente invenção podem ser praticadas sem o uso de tal tubo cerâmico 48 e componentes de acessório. De fato, a presente invenção contempla que um catalisador de pelota possa ser usado no lugar do catalisador monolítico aqui ilustrado e descrito.

Uma vantagem adicional no reator catalítico 1 é que o catalisador contido nas seções do catalisador monolítico 46 são isoladas por um material isolante 60 que envolve a câmara interna 42. Em muitos reatores, isto não é o caso, e o isolamento que é em geral novamente formado de alumina se degrada com o tempo. Adicionalmente, reações entre os reagentes e a alumina podem degradar o próprio catalisador. O isolamento provido por tubo cerâmico 48 e a câmara interna 42 ajuda impedir isto. Conforme pode-se perceber, a câmara interna 42 não é hermética ao ar, e pode ocorrer vazamento.

Com referência específica novamente à figura 1, a fim de reter a integridade do reator catalítico 1, um vaso de pressão externo 63 é provido para conter o isolamento 64 e a câmara interna 42. Preferivelmente, o isolamento 64 é uma cerâmica de baixa densidade, tal como FIBERFRAX® LDS que pode ser obtida da Unifrax of Niagara Falls, NY, EUA. A grosso modo, 15 centímetros de tal isolamento em um reator que opera a cerca de 860 °C devem ser suficientes para produzir temperaturas de menos de cerca de 200 °C na superfície externa do vaso de pressão externo 63. Uma vez que o vaso de pressão externo 63 é isolado da câmara interna 42 onde ocorre a reação, ele pode ser fabricado de aço inoxidável, tais como 316 e 304. Para altas pressões manométricas de cerca de 40 bar dentro do vaso de pressão externo 63, espessuras de parede de menos de 2,54 cm são possíveis por causa de tais temperaturas operacionais relativamente baixas. A base do vaso de pressão externo 63 pode ser cheia com isolamento PLICAST® LWI 22 65 que é disponível pela Plibrico Company of Chicago, IL EUA, que é cerâmica fundida dura que é mais adequada para suportar o peso da câmara interna 42.

Um conjunto de flanges 66 e 68 é provido para conectar a seção de reação 12 na seção de mistura 10 por conectores de rosca, não mostrados no desenho, mas bem conhecidos na tecnologia. Também, conforme é bem conhecido, um material de gaxeta de alta temperatura pode ser provido para selar a conexão entre a seção de mistura 10 e a seção de reação 12. Tal gaxeta pode ser uma gaxeta de alta temperatura FLEXITALLIC disponível pela Flexitallic Group Inc. de Houston TX, EUA. Quando um catalisador tem que ser removido ou instalado, flanges 66 e 68 são separados e o conjunto do catalisador 44 é simplesmente removido.

Preferivelmente, uma plataforma 70, suportada pelos suportes 72, 74 e 76, é soldada dentro do vaso de pressão 58, e as seções de suporte tipo L 78 são por sua vez soldadas na plataforma 70 para suportar o vaso interno 42. Embora duas seções de suporte 78 estejam ilustradas, na prática são usadas três, igualmente separadas em torno da câmara interna 44. O reator catalítico 1 em si pode ser suportado por um suporte 80 conectado no vaso de pressão externo 63.

Uma saída 82 é provida para descarregar um gás produto indicado pela seta "B". A saída 82 inclui seção frustocônica 84 estabelecida dentro do vaso de pressão externo 63, um joelho 86 e uma seção reta 88. Isto fornece comunicação entre a câmara interna 42 e penetra no vaso de pressão externo 63. Uma seção de saída 90 do vaso de pressão 63 de configuração cilíndrica é provida para encerrar a seção reta 88. A seção de saída 90 encerra uma seção de isolamento 60 que também envolve a seção reta 88. Um flange de conexão 92 pode ser provido para conectar o reator catalítico 1 no equipamento de processamento a jusante.

Embora a presente invenção tenha sido descrita com referência a uma modalidade preferida, conforme ocorrerá aos versados na técnica, inúmeras modificações, adições e omissões podem ser feitas sem fugir do espírito e escopo da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Reator catalítico, caracterizado pelo fato de que compreende:

uma seção de mistura para misturar um gás contendo oxigênio com um gás contendo hidrocarbonetos, e uma seção de reação conectada na seção de mistura para reagir a mistura do gás contendo oxigênio e do gás contendo hidrocarbonetos para gerar um produto;

a dita seção de mistura incluindo uma câmara de mistura com uma entrada para gás contendo hidrocarbonetos, um injetor de oxigênio localizado dentro da câmara de mistura para injetar o gás contendo oxigênio no gás contendo hidrocarbonetos, e um detentor de chama localizado pelo menos abaixo do injetor de oxigênio;

o detentor de chama sendo formado de uma massa de material poroso que permite mistura tanto na direção radial quanto axial da dita câmara de mistura para promover a mistura do gás contendo oxigênio e do gás contendo hidrocarbonetos, e o detentor de chama em contato com as paredes da dita câmara de mistura, de maneira tal que o fluxo do dito gás contendo oxigênio e o dito gás contendo hidrocarbonetos seja impedido de passar através do dito detentor de chama antes de entrar na seção de reação; e

a dita seção de reação incluindo uma câmara interna posicionada para receber a mistura do gás contendo oxigênio e do gás contendo hidrocarbonetos, um catalisador localizado dentro da dita câmara interna para promover as reações envolvendo a dita mistura, e um vaso de pressão externo, isolamento térmico entre a dita câmara interna e o dito vaso de pressão externo, e uma saída que penetra na câmara externa e em comunicação com a câmara interna para descarregar um gás produto contendo o produto.

2. Reator de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito detentor de chama é fabricado de um monolito de espuma

metálica.

3. Reator de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o dito monolito de espuma metálica consiste em duas camadas do dito monolito de espuma metálica e a dita câmara de mistura tem adicionalmente elementos defletores localizados entre as ditas camadas para promover ainda a mistura do gás contendo oxigênio e do gás contendo hidrocarbonetos.

4. Reator de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito injetor de oxigênio compreende um tubo de entrada que projeta-se para o interior da dita câmara de mistura e um distribuidor circular que tem aberturas para descarregar o gás contendo oxigênio.

5. Reator de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um misturador estático localizado abaixo do detentor de chama.

6. Reator de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o catalisador compreende uma pilha de blocos monolíticos localizada dentro de uma montagem compreendendo um tubo cerâmico e um acessório para reter a pilha de blocos monolíticos dentro do tubo cerâmico como uma unidade simples, de forma que a montagem possa ser instalada e recuperada do vaso interno como uma unidade simples.

7. Reator de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o catalisador é de configuração substancialmente cilíndrica e o acessório compreende duas placas de extremidade opostas de configuração anular e tirantes que conectam as duas placas de extremidade opostas, as placas de extremidade dimensionadas para reter o tubo cerâmico entre as placas de extremidade e, portanto, a pilha de blocos monolíticos dentro do tubo cerâmico e entre as placas de extremidade.

8. Reator de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o tubo cerâmico é separável ao longo de seu comprimento para

facilitar a formação da pilha dos blocos monolíticos e a anexação das placas de extremidade pelos tirantes.

9. Reator de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o dito detentor de chama é formado por camadas de monolitos de espuma metálica e a dita câmara de mistura tem adicionalmente elementos defletores localizados antes as ditas camadas para promover a mistura do gás contendo oxigênio e do gás contendo hidrocarbonetos.

10. Reator de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um misturador estático localizado abaixo do detentor de chama.

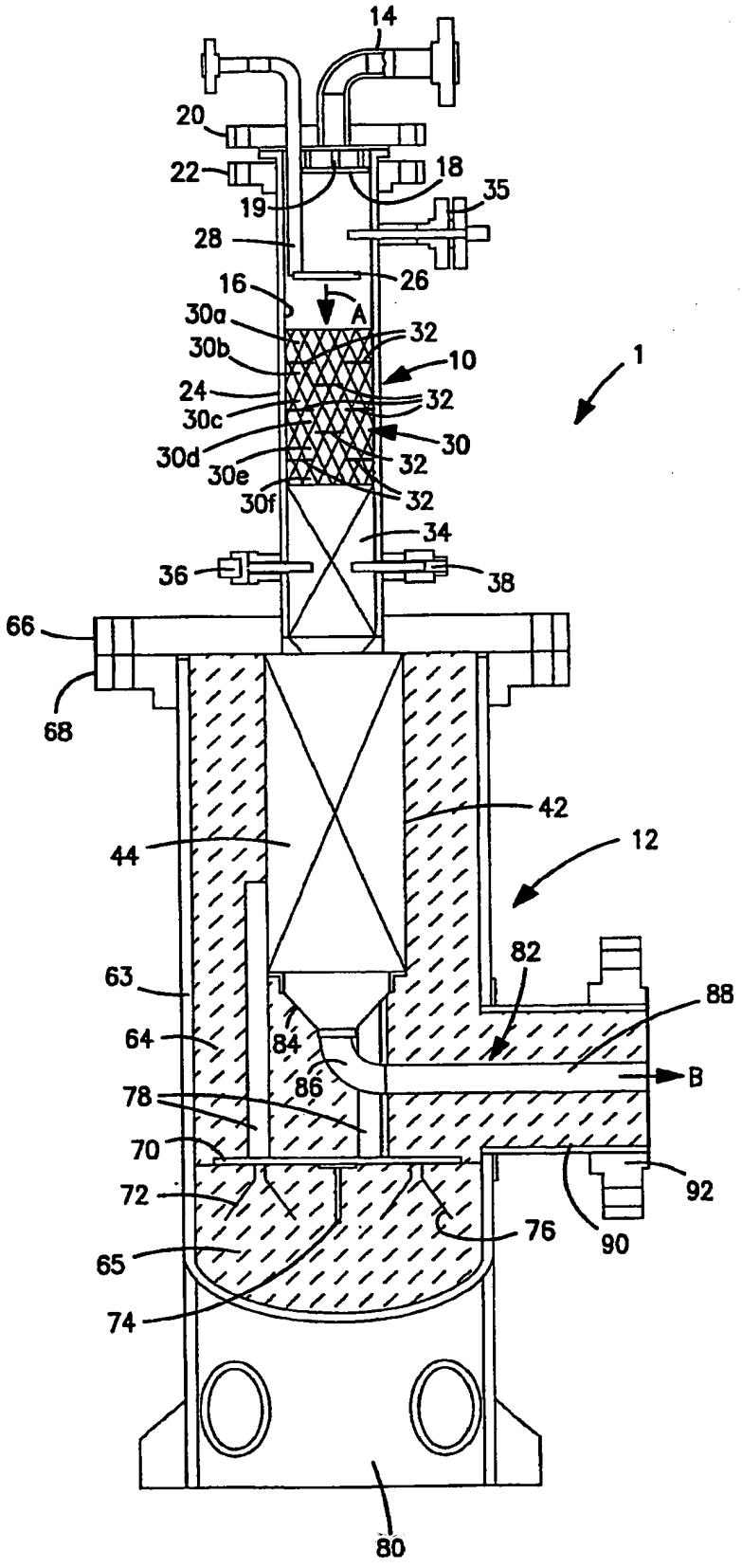

14
20
22
19
18
35
28
26
16
A
30a
32
30b
10
1
24
32
30c
30
30d
32
30e
32
30f
34
36
38
66
68
42
44
12
82
63
88
64
84
B
86
78
70
92
72
76
90
65
74
80

FIG. 1

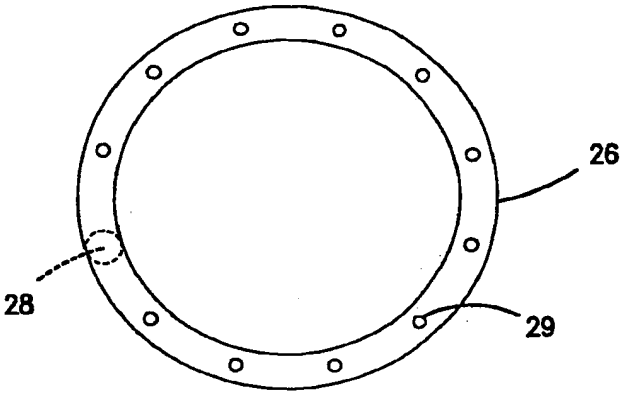


FIG. 2

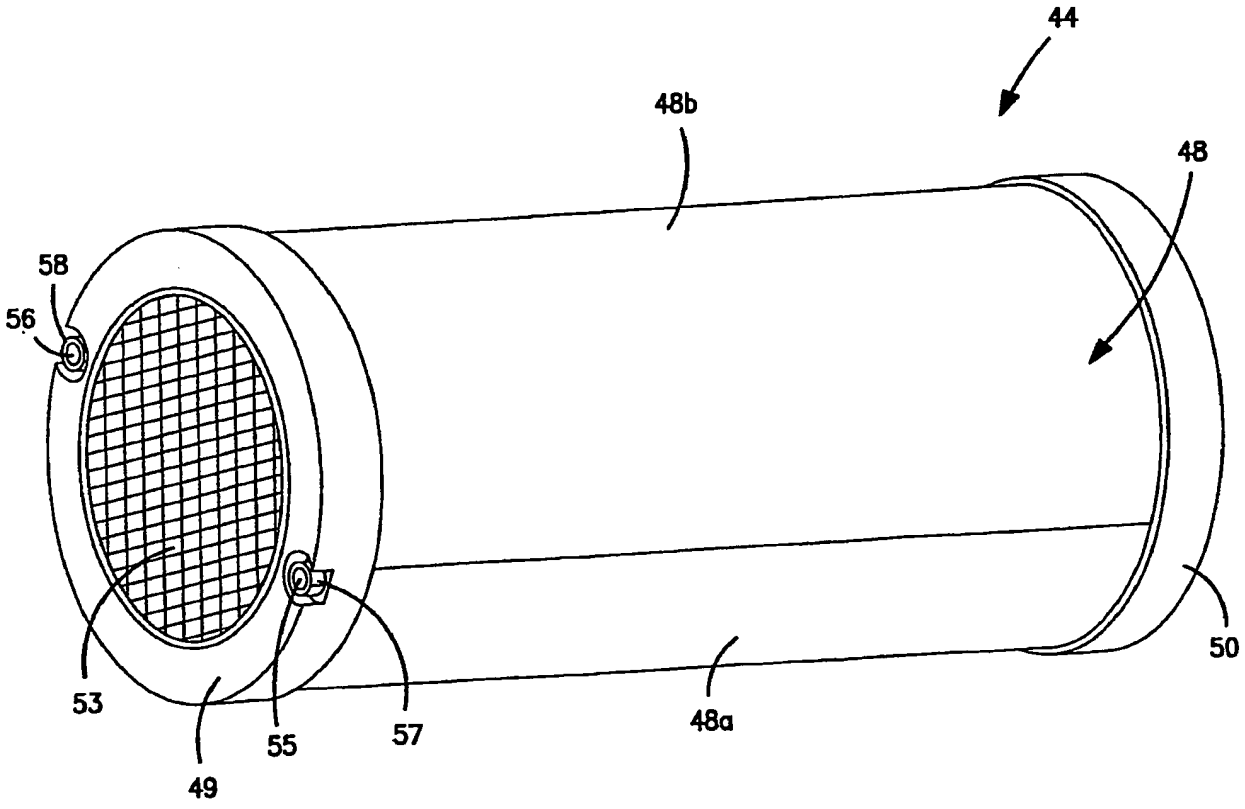


FIG. 3

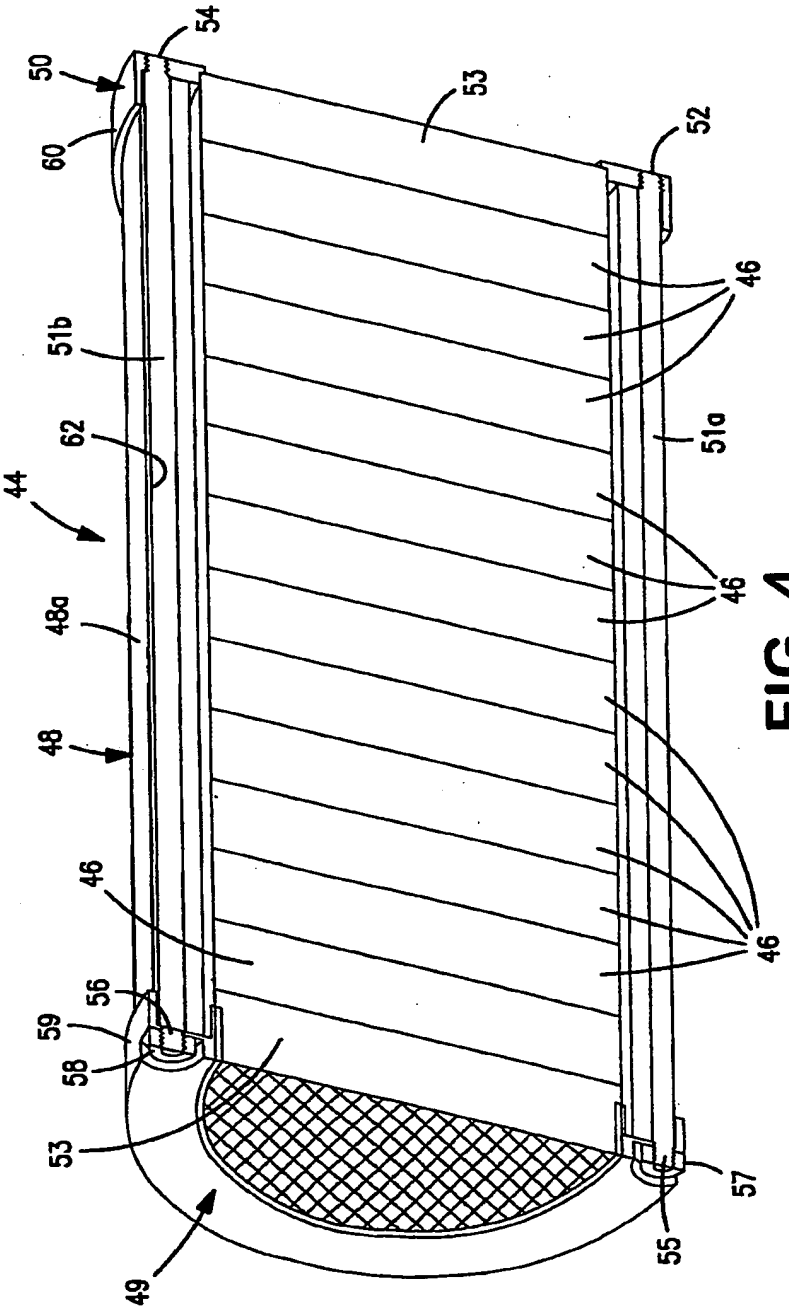

50
54
53
52
60
46
51b
51a
62
44
48a
48
46
46
56
59
58
53
57
55
49

FIG. 4

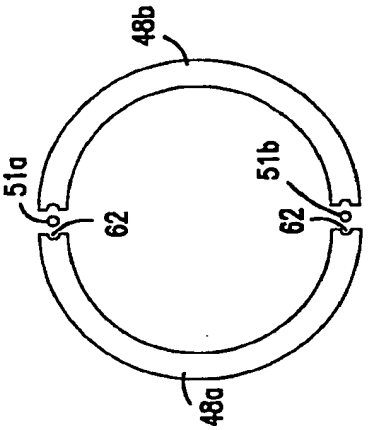

48b
51a
51b
62
62
48a

FIG. 4A

RESUMO

"REATOR CATALÍTICO"

É descrito um reator catalítico que tem uma seção de mistura (10) conectada a uma seção de reação a jusante (12) contendo um catalisador (44) para promover uma reação de oxidação e um leito de hidrocarboneto para o reator catalítico. A seção de mistura (10) é provida com um detentor de chama (30) para impedir que uma chama estável se propague, caso ocorra qualquer reação de oxigênio e hidrocarboneto durante a mistura. O detentor de chama (30) permite o fluxo tanto na direção axial quanto radial para promover a mistura. Elementos defletores (32) e um misturador estático a jusante (34) podem também ser usados. O catalisador (44) é preferivelmente na forma de blocos monolíticos (46) encerrados por um tubo cerâmico (48) que é mantido como um conjunto catalisador unitário (44) que pode ser removido para substituição e instalação do catalisador (44) como uma unidade simples.