

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

(21) **PI0608541-5 A2**

(22) Data de Depósito: 17/03/2006  
(43) Data da Publicação: 16/11/2010  
(RPI 2080)



★ B R P I O 6 0 8 5 4 1 A 2 ★

(51) *Int.Cl.:*  
B01J 8/22  
B01J 19/24  
C10G 2/00

(54) Título: **MÉTODOS PARA OPERAR UM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO BIFÁSICO E PARA OPERAR UM REATOR DE LAMA TRIFÁSICO, E, REATORES DE LEITO FLUIDIZADO BIFÁSICO E DE LAMA TRIFÁSICO**

(30) Prioridade Unionista: 17/03/2005 ZA 2005/02263

(73) Titular(es): SASOL TECHNOLOGY (PROPRIETARY) LIMITED

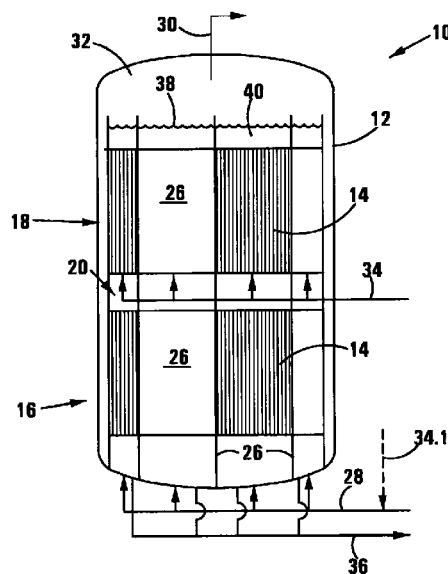
(72) Inventor(es): Andre Peter Steynberg, Berthold Berend Breman, Derk Willem Frederick Brillman

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

(86) Pedido Internacional: PCT IB2006050835 de 17/03/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/097904 de 21/09/2006

(57) Resumo: METODOS PARA OPERAR UM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO BIFÁSICO E PARA OPERAR UM REATOR DE LAMA TRIFÁSICO, E, REATORES DE LEITO FLUIDIZADO BIFÁSICO E DE LAMA TRIFÁSICO. Um método para operar um reator de lama trifásico inclui alimentar a um baixo nível pelo menos um reagente gasoso em um corpo de lama de partículas sólidas se estendendo verticalmente suspensas em um líquido de suspensão, o corpo de lama estando contido em pelo menos dois eixos se estendendo verticalmente alojados dentro de um envoltório de reator comum, cada eixo sendo dividido em uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo de lama e o corpo de lama estando presente em pelo menos alguns dos canais. O reagente gasoso é permitido reagir quando passa ascendentemente pelo corpo de lama presente em pelo menos alguns dos canais dos eixos, por esse meio para formar um produto não gasoso e/ou gasoso. Produto gasoso, se presente, e/ou reagente gasoso não reagido é permitido desprender do corpo de lama em um espaço superior acima do corpo de lama.



“MÉTODOS PARA OPERAR UM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO BIFÁSICO E PARA OPERAR UM REATOR DE LAMA TRIFÁSICO, E, REATORES DE LEITO FLUIDIZADO BIFÁSICO E DE LAMA TRIFÁSICO”

5                    Esta invenção relaciona-se a um método para operar um reator de leito de fluido e a um reator de leito de fluido.

                    Risco considerável é encontrado quando tecnologia é aumentada de escala de planta piloto para escala de planta comercial a fim de colher os benefícios de economia de escala. Reatores de leito de fluido, tais  
10                   como reatores de lama de trifásicos e reatores de leito fluidizado bifásicos, tipicamente exibem efeitos de macro-mistura dependentes de escala e o risco acima mencionado é assim aplicável quando reatores de leito de fluido são aumentados. Será assim uma vantagem se um método puder ser achado que possa reduzir significativamente o risco associado com aumento de reatores  
15                   de leito de fluido. Além disso, projetos de reator nos quais os padrões de mistura dentro do reator podem ser modelados ou preditos mais prontamente de experimentação têm o benefício que a extensão de retro-mistura normalmente indesejável pode ser limitado por esse meio permitindo potencialmente uma combinação ótima de características de fluxo tampão  
20                   desejáveis (normalmente boa produtividade e boa seletividade) e características bem misturadas (freqüentemente requeridas para distribuição de sólidos desejável e perfis de temperatura uniformes).

                    De acordo com um aspecto da invenção, é provido um método para operar um reator de leito fluidizado bifásico, o método incluindo:

25                   alimentar a um nível baixo pelo menos um reagente gasoso em um corpo fluidizado de partículas sólidas se estendendo verticalmente, o corpo fluidizado estando contido em pelo menos dois eixos se estendendo verticalmente alojados dentro de um envoltório de reator comum, cada eixo sendo dividido em pelo menos uma pluralidade de canais se estendendo

verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo e o corpo fluidizado estando presente em pelo menos alguns dos canais;

5 permitir ao reagente gasoso reagir quando passa ascendentemente pelo corpo fluidizado presente em pelo menos alguns dos canais dos eixos, por esse meio para formar um produto gasoso;

permitir a produto gasoso e/ou reagente gasoso não reagido desprender do corpo fluidizado em um espaço superior acima do corpo fluidizado; e

10 retirar produto gasoso e reagente gasoso não reagido, se presente, do espaço superior.

Tipicamente, o produto gasoso retirado e reagente gasoso não reagido incluem partículas sólidas do corpo fluidizado. O método pode assim incluir separar as partículas sólidas dos gases, por exemplo por meio de ciclones. O método também pode incluir retornar as partículas sólidas separadas ao corpo fluidizado.

15 O método pode incluir manter o corpo fluidizado a um nível desejável adicionando ou removendo partículas sólidas, por exemplo por meio de métodos pneumáticos. Preferivelmente, um gás de arraste é usado em tais métodos pneumáticos para fluidificar as partículas sólidas se elas forem para ser adicionadas ao corpo fluidizado.

20 A invenção se estende a um método para operar um reator de lama trifásico como descrito em seguida. Ao descrevendo a invenção ademais, referência é feita assim a um corpo de lama em vez de um corpo fluidizado. É porém para ser apreciado que o que é declarado a respeito da invenção com referência a um corpo de lama ou lama também é aplicável à  
25 invenção com referência a um corpo fluidizado de partículas sólidas, a menos que fosse claramente entendido não ser aplicável por uma pessoa qualificada na técnica de reatores de leito de fluido.

Assim, de acordo com outro aspecto da invenção, é provido

um método para operar um reator de lama trifásico, o método incluindo:

alimentar a um nível baixo pelo menos um reagente gasoso em um corpo de lama de partículas sólidas se estendendo verticalmente suspensas em um líquido de suspensão, o corpo de lama estando contido em pelo menos dois eixos se estendendo verticalmente alojados dentro de um envoltório de reator comum, cada eixo sendo dividido em uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo de lama e o corpo de lama estando presente em pelo menos alguns dos canais;

permitir ao reagente gasoso reagir quando passa ascendentemente pelo corpo de lama presente em pelo menos alguns dos canais dos eixos, por esse meio para formar um produto não gasosos ou gasoso;

permitir a produto gasoso, se presente, e/ou reagente gasoso não reagido desprender do corpo de lama em um espaço superior acima do corpo de lama;

retirar produto gasoso, se presente, e/ou reagente gasoso não reagido do espaço superior; e

se necessário, manter o corpo de lama a um nível desejado retirando líquido de suspensão, incluindo produto não gasoso se presente, ou adicionando líquido de suspensão.

O método pode incluir passar por um meio de transferência de calor por alguns dos canais dos eixos, os canais contendo meio de transferência de calor de um eixo estando em comunicação de fluxo.

Os canais de um eixo podem estar em planos paralelos e podem conter alternadamente o corpo de lama e o meio de transferência de calor.

Ao invés, o método pode incluir cercar os canais de um eixo com meio de transferência de calor. Os canais podem estar assim na forma de

tubos se estendendo verticalmente, com os eixos sendo definidos estendendo verticalmente paredes laterais dividindo o reator. As paredes laterais podem formar cordas do envoltório quando a envoltório é circular cilíndrico e quando visto em seção horizontal.

5 Superfícies de transferência de calor do reator, tais como aquelas do tubos e/ou das paredes laterais, podem opcionalmente ser formadas ou texturizadas para aumentar sua área de superfície de transferência de calor ou melhorar coeficientes de transferência de calor, comparados àqueles de tubos cilíndricos lisos ou paredes laterais lisas. A  
10 formação ou texturização pode incluir, entre outros métodos conhecidos a pessoas qualificadas na técnica, o uso de tubos ou placas onduladas, nervuradas ou aletadas.

Comunicação de fluxo de lama entre canais em um eixo preferivelmente só ocorre a extremidades de e topo /ou fundo de tais canais.

15 Como será apreciado, cada eixo com seus canais atua como um reator de bolha de lama ou reator de lama trifásico (ou no caso de um reator de leito fluidizado, como um reator de leito fluidizado bifásico). Projeto e teste de um único eixo em uma escala piloto é possível, com um reator de escala comercial então incluindo uma pluralidade dos eixos, por esse meio  
20 reduzindo substancialmente o risco de escala aumento.

Enquanto é acreditado que o método de acordo com o segundo aspecto da invenção pode, pelo menos em princípio, ter aplicação mais ampla, é idealizado que as partículas sólidas normalmente serão partículas de catalisador para catalisar a reação do reagente gasoso ou reagentes gasosos  
25 em um produto, isto é, um produto líquido e/ou um produto gasoso. O líquido de suspensão normalmente, mas não necessariamente sempre, será produto líquido, com fase líquida assim sendo retirada do corpo de lama para manter o corpo de lama a um nível desejado.

Além disso, enquanto também é acreditado que, em princípio,

o método de acordo com o segundo aspecto da invenção pode ter aplicação mais ampla, é idealizado que terá aplicação particular em síntese de hidrocarbonetos, onde os reagentes gasosos são capazes de reagir exotermicamente e cataliticamente no corpo de lama para formar produto de hidrocarboneto líquido e, opcionalmente, produto de hidrocarboneto gasoso. Em particular, a reação ou síntese de hidrocarboneto podem ser síntese de Fischer-Tropsch, com os reagentes gasosos estando na forma de um fluxo de gás de síntese incluindo principalmente monóxido de carbono e hidrogênio, e com ambos produtos de hidrocarboneto líquidos e gasosos sendo produzidos e o meio de transferência de calor sendo um meio de esfriamento, por exemplo água de alimentação de caldeira.

O método pode incluir permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama para um nível mais baixo dele, usando um ou mais canais nos eixos. Isto pode incluir prevenir reagente gasoso ou a reagentes de entrarem em um ou mais canais nos eixos, por exemplo provendo um defletor, por esse meio permitindo a estes canais atuarem como tubos descendentes, e/ou podem incluir desgasificar a lama no canal, por exemplo, adicionando um desgasificador a uma extremidade superior do canal.

O processo pode incluir esfriar o gás do espaço superior para condensar produto líquido, por exemplo hidrocarbonetos líquidos e água de reação, separar o produto líquido dos gases para prover gás de arraste, e reciclar pelo menos algum do gás de arraste ao corpo de lama como um fluxo de gás de ciclo.

Pelo menos alguns eixos individuais podem cada um ter uma entrada de reagente gasoso. O método pode incluir alimentar o reagente ou reagentes gasosos, ou reciclar gás, para estes eixos individuais. O reagente ou reagentes gasosos podem ser alimentados independentemente da alimentação para outro eixo, particularmente outro eixo na mesma elevação.

Pelo menos alguns dos eixos podem cada um ter uma saída ou entrada de lama ou de líquido de suspensão. O método pode incluir manter o nível de corpo de lama nestes eixos adicionando ou retirando lama ou líquido de suspensão pela entrada ou saída de líquido. O líquido de suspensão ou lama pode ser adicionada ou retirada de um eixo independentemente de outro eixo, particularmente outro eixo na mesma elevação.

Pelo menos alguns dos eixos podem cada um incluir ou definir uma zona de filtração para a remoção de fase líquida do reator. A fase líquida pode ser retirada de um eixo independentemente de outro eixo.

Pelo menos dois dos eixos se estendendo verticalmente podem ser espaçados verticalmente, com uma extremidade superior de um eixo inferior estando abaixo de uma extremidade inferior de um eixo superior. O método pode incluir permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama no eixo superior para um nível inferior dele, e o método pode incluir permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama do eixo inferior para um nível inferior dele. O método da invenção assim permite a redistribuição de lama ou reciclo através de regiões se estendendo verticalmente selecionadas do reator, que é menos prejudicial para comportamento de fluxo tampão que reciclo de lama através da altura de reator total. Ao mesmo tempo, como resultado do uso dos canais, as características desejáveis de uma alta relação de aspecto (relação de comprimento/diâmetro) para o reator são realizadas. Porém, se desejado, o método pode incluir permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama no eixo superior para um nível baixo no corpo de lama no eixo inferior, por exemplo tendo canais que estão verticalmente em registro, ou que estão conectados verticalmente para estarem em comunicação fluida, atuando como "tubos descendentes".

O método pode incluir alimentar gás de reciclo a um nível elevado no corpo de lama, de forma que dito gás de reciclo só passe pelo eixo

superior ou eixos superiores e desvie o eixo inferior ou eixos inferiores.

O método pode incluir prevenir a comunicação de fluxo de lama entre eixos adjacentes, ou entre todos os eixos na mesma elevação. Ao invés, o método pode permitir a comunicação de lama entre eixos adjacentes a  
 5 uma elevação entre as extremidades superiores e extremidades inferiores dos eixos, ou o método pode incluir permitir a comunicação de fluxo de lama entre eixos nas extremidades inferiores dos eixos, particularmente entre as extremidades inferiores de eixos inferiores. O método pode incluir também permitir a comunicação de fluxo de lama entre eixos em uma região vertical,  
 10 mas prevenir comunicação de fluxo de lama em uma região vertical diferente entre os mesmos eixos para impedir o estabelecimento de padrões de macro-mistura.

De acordo com um aspecto adicional da invenção, é provido um reator de leito fluidizado bifásico, o reator incluindo:

15 um envoltório de reator alojando pelo menos dois sub-reatores se estendendo verticalmente, cada um definindo uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo e que definem uma zona de leito fluidizado que, em uso, conterá um corpo fluidizado de partículas sólidas;

20 uma entrada de gás no envoltório de reator para introduzir um reagente gasoso ou reagentes gasosos no reator; e

uma saída de gás no envoltório de reator para retirar gás de um espaço superior no envoltório de reator acima de um ou mais dos sub-reatores.

25 O reator de leito fluidizado pode incluir uma entrada ou saída de partículas sólidas para adicionar ou retirar partículas sólidas para ou do reator.

De acordo com ainda outro aspecto da invenção, é provido um reator de lama trifásico, o reator incluindo:



um envoltório de reator alojando pelo menos dois sub-reatores se estendendo verticalmente, cada um definindo uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo de lama e que definem uma zona de lama que, em uso, conterà um lama de partículas sólidas suspensas em um líquido de suspensão;

uma entrada de gás no envoltório de reator para introduzir um reagente gasoso ou reagentes gasosos no reator;

uma saída de gás no envoltório de reator para retirar gás de um espaço superior no envoltório de reator acima de um ou mais dos sub-reatores; e

se necessário, uma entrada de líquido ou uma saída de líquido para adicionar ou retirar lama ou líquido de suspensão para ou do reator.

Tipicamente, pelo menos alguns dos sub-reatores do reator de lama incluem ou definem uma zona de filtração para a remoção de fase líquida do reator.

Os sub-reatores podem incluir uma pluralidade de paredes de divisor se estendendo verticalmente, que entre elas definem os canais se estendendo verticalmente. Uma ou mais paredes laterais se estendendo verticalmente de um sub-reator podem ser definidas por uma parede de divisor de um ou mais sub-reatores adjacentes.

Tipicamente, pelo menos alguns dos canais são canais de fluxo de meio de transferência de calor, tendo superfícies de transferência de calor.

Ao invés, os sub-reatores podem incluir uma pluralidade de tubos se estendendo verticalmente, cada tubo definindo um canal. Defletores se estendendo verticalmente ou paredes laterais podem definir lados dos sub-reatores. Dois sub-reatores adjacentes podem compartilhar um defletor comum ou parede lateral. As paredes laterais podem ser como descrito aqui antes.

Tipicamente, os tubos têm um diâmetro de pelo menos 10 cm.

Superfícies de transferência de calor do reator, tais como aquelas dos tubos e/ou paredes laterais, podem opcionalmente ser formadas ou texturizadas para aumentar sua área de superfície de transferência de calor ou melhorar coeficientes de transferência de calor comparados àqueles de tubos cilíndricos lisos ou paredes laterais lisas. A formação ou texturização pode incluir, entre outros métodos conhecidos a pessoas qualificadas na técnica, o uso de tubos ou placas onduladas, nervuradas ou aletadas.

Quando os sub-reatores incluem uma pluralidade de paredes de divisor se estendendo verticalmente, que entre elas definem os canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos canais podem ser canais de fluxo de meio de transferência de calor. Quando os sub-reatores incluem uma pluralidade de tubos se estendendo verticalmente, um espaço de fluxo de meio transferência de calor pode ser definido entre as defletores ou paredes laterais de um sub-reator, o espaço de fluxo de meio de transferência de calor assim cercado os tubos.

Tipicamente, os canais de fluxo de meio de transferência de calor ou o espaço de fluxo meio de transferência de calor estão comunicação de fluxo com um arranjo de entrada de meio transferência de calor e um arranjo de saída de meio de transferência de calor. O arranjo de entrada de meio de transferência de calor e o arranjo de saída de meio de transferência de calor podem servir todos os canais de fluxo meio de transferência de calor em um sub-reator. O arranjo de entrada ou saída de meio de transferência de calor de um sub-reator podem estar em comunicação de fluxo respectivamente com o arranjo de entrada ou saída de meio de transferência de calor de outro sub-reator.

Os canais de fluxo de meio de transferência de calor e os canais definindo zonas de lama ou leito fluidizado podem ser arranjos alternadamente.

O reator pode incluir um ou mais dos sub-reatores arranjos a

um nível inferior no envoltório e um ou mais sub-reatores arran­jados a um nível mais alto no envoltório, tal que extremidades inferiores de canais dos sub-reatores superiores estejam acima de extremidades superiores dos canais dos sub-reatores inferiores.

5                   O reator pode incluir uma zona intermediária entre os sub-reatores superiores e os sub-reatores inferiores. A zona intermediária pode estar em comunicação de fluxo com canais de zona de lama ou leito fluidizado de um sub-reator superior ou sub-reatores superiores e com canais de zona de lama ou leito fluidizado de um sub-reator inferior ou sub-reatores  
10                   inferiores.

                  A entrada de gás pode ser arran­jada para alimentar um reagente gasoso ou reagentes gasosos diretamente em pelo menos alguns dos sub-reatores, a baixas elevações nos sub-reatores. Tipicamente, a entrada de gás é arran­jada para alimentar um reagente gasoso ou reagentes gasosos  
15                   diretamente em cada um dos sub-reatores inferiores, a baixas elevações nestes sub-reatores inferiores.

                  O reator pode incluir uma entrada de gás de reciclo. A entrada de gás de reciclo pode ser arran­jada para alimentar gás de reciclo diretamente em pelo menos alguns dos sub-reatores. A entrada de gás de reciclo pode ser  
20                   arran­jada para alimentar gás de reciclo diretamente em cada um dos sub-reatores inferiores e/ou cada um dos sub-reatores superiores. Ao ser arran­jada para alimentar gás de reciclo diretamente aos sub-reatores superiores, a entrada de gás de reciclo pode ser arran­jada para alimentar o gás de reciclo na zona intermediária.

25                   Um ou mais canais de um sub-reator podem ser um canal de tubo descendente. Um canal de tubo descendente pode ser provido a sua extremidade inferior com um dispositivo de prevenção de gasificação, por exemplo um defletor, e/ou pode ser provido em sua extremidade superior com um desgasificador. Um canal de tubo descendente em um sub-reator superior

pode estar em registro ou em comunicação de fluxo com um canal de tubo descendente em um sub-reator inferior. Ao invés, um canal de tubo descendente em um sub-reator superior pode ser espaçado horizontalmente ou alternado de um canal de tubo descendente em um sub-reator inferior diretamente em baixo do sub-reator superior.

Preferivelmente, cada sub-reator tem um lado verticalmente se estendendo enfrentando o envoltório ou sendo definido pelo envoltório. Isto permite arranjo de tubulação para ou de cada sub-reator.

Sub-reatores adjacentes a uma elevação particular no envoltório podem ser isolados um do outro até onde comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado está relacionada. Porém, em uma concretização da invenção, comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado entre sub-reatores adjacentes é provida abaixo dos sub-reatores inferiores, isto é, em um fundo do reator. Também, em uma concretização da invenção, comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado é provida entre sub-reatores superiores adjacentes, abaixo dos sub-reatores superiores, mas acima dos sub-reatores inferiores. Tipicamente, isto é alcançado permitindo fluxo de lama ou de corpo fluidizado entre sub-reatores superiores adjacentes na zona intermediária.

Tipicamente, onde comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado entre sub-reatores na mesma elevação foi permitida, comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado não é permitida entre sub-reatores que estão em registro com os sub-reatores entre os quais comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado foi permitida, mas que estão localizados em outra elevação.

Tipicamente, comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado entre extremidades superiores de sub-reatores superiores adjacentes é prevenida. Assim, embora o espaço superior acima dos sub-reatores superiores seja comum aos sub-reatores superiores, lama ou corpo fluidizado

é tipicamente impedido de fluir da extremidade superior de um canal de um sub-reator para outro sub-reator adjacente, por exemplo por meio de paredes laterais dos sub-reatores se estendendo no espaço superior acima de um nível de lama ou leito fluidizado normal em cada sub-reator superior.

5                   A invenção será descrita agora em mais detalhe com referência aos desenhos acompanhantes, em que:

Figura 1 mostra esquematicamente uma vista de elevação seccional de um reator de lama trifásico de acordo com a invenção;

10                   Figura 2 mostra uma vista de cima seccional do reator de lama da Figura 1;

Figura 3 mostra uma vista seccional de elevação de outra concretização de um reator de lama trifásico de acordo com a invenção; e

Figura 4 mostra uma vista de cima seccional do reator de lama da Figura 3.

15                   Se referindo às Figuras 1 e 2 dos desenhos, numeral de referência 10 indica geralmente um reator de fase de lama trifásico de acordo com a invenção. O reator 10 é adequado para síntese de hidrocarbonetos em um processo no qual reagentes gasosos na forma de um gás de síntese são reagidos em um corpo de lama ou leito de lama incluindo um líquido de  
20                   suspensão de produto e partículas de catalisador.

O reator 10 inclui uma envoltório de reator 12 alojando vinte e quatro sub-reatores em forma de paralelepípedo 14. Os sub-reatores 14 estão agrupados em grupos de doze cada, com um grupo indicado geralmente por numeral de referência 16 sendo sub-reatores inferiores e outro grupo, indicado  
25                   geralmente por numeral de referência 18 sendo sub-reatores superiores. Os sub-reatores superiores estão espaçados verticalmente dos sub-reatores inferiores deixando uma zona intermediária 20 entre os sub-reatores superiores 18 e os sub-reatores inferiores 16.

Cada sub-reator 14 inclui uma pluralidade de paredes ou

placas de divisor de metal se estendendo verticalmente 22, que entre elas definem canais se estendendo verticalmente 24. Os sub-reatores 14 também têm paredes laterais 26. Como pode ser visto claramente na Figura 2, as paredes laterais 26 de alguns dos sub-reatores 14 estão definidas por uma  
5 parede de divisor 22 de um sub-reator adjacente 14, com as paredes de divisor 22 destes dois sub-reatores 14 sendo arranjados perpendicularmente.

Embora não mostrado nas Figuras 1 e 2, pelo menos algumas das paredes de divisor ou placas 22 podem ser formadas ou texturizadas para aumentar sua área de superfície de transferência de calor ou melhorar  
10 coeficientes de transferência de calor. A formação ou texturização pode incluir, entre outros métodos conhecidos a pessoas qualificadas na técnica, o uso de placas onduladas, nervuradas ou aletadas.

O reator 10 também inclui uma entrada de gás 28 a uma elevação baixa, abaixo dos sub-reatores inferiores 16 e uma saída de gás 30 a  
15 uma elevação alta. A saída de gás 30 está em comunicação de fluxo com um espaço superior 32 no envoltório 12 acima dos sub-reatores superiores 18. Uma entrada de gás de reciclo 34 conduz a zona intermediária 20 e uma saída de líquido ou lama 36 conduz de abaixo dos sub-reatores inferiores 16.

Os canais 24 de cada sub-reator 14 são alternadamente canais  
20 de lama e canais de esfriamento. Em outras palavras, em uso, os canais 24 de um sub-reator 14 contêm tanto lama, ou água de alimentação de caldeira como um meio de transferência de calor ou esfriamento, com a lama e água de alimentação de caldeira estando presentes em sub-canais. Cada sub-reator 14 é assim provido com um arranjo de entrada de meio de transferência de  
25 calor (não mostrado) e um arranjo de saída de meio de transferência de calor (não mostrado). O arranjo de entrada de meio transferência de calor de um sub-reator 14 em uso alimenta água de alimentação de caldeira em todos os canais de esfriamento do sub-reator 14, a uma extremidade dele. O arranjo de saída de meio de transferência de calor retira a água de alimentação de

caldeira de todos os canais de esfriamento, na outra extremidade do sub-reator 14. O fluxo da água de alimentação de caldeira pelos canais de esfriamento pode ser tanto para cima ou abaixo, isto é, concorrente ou contra-corrente em uso para reagentes gasosos e bolhas de produto gasoso subindo pelos canais de lama.

Os canais de lama são de extremidade aberta. Ao contrário dos canais de lama, os canais de esfriamento têm extremidades superiores e inferiores fechadas, mas estão comunicação de fluxo entre si em suas extremidades e com os arranjos de entrada e saída de meio de transferência de calor, em uma construção lembrando trocador de calor de placa.

Na concretização da invenção mostrada nas Figuras 1 e 2, as paredes laterais 26 dos sub-reatores inferiores 16 se estendem para baixo ao envoltório 12, onde elas são seladas contra o envoltório 12. Em outras palavras, abaixo dos canais 24 dos sub-reatores inferiores 16, os sub-reatores inferiores 16 não estão em comunicação de fluxo. A entrada de gás 28 assim alimenta cada um dos sub-reatores inferiores 16 individualmente. Tipicamente, um controlador de fluxo de reagente gasoso (não mostrado) será provido para cada um dos sub-reatores inferiores 16. Semelhantemente, a saída de líquido 36 é arranjada para retirar líquido de debaixo de cada um dos sub-reatores inferiores 16 individualmente. Tipicamente, um controlador de nível de corpo de lama ou leito de lama (não mostrado) está associado com cada um dos sub-reatores superiores 18, para controlar a retirada de líquido ou lama dos sub-reatores inferiores 16.

Como pode ser visto na Figura 1 dos desenhos, na zona intermediária 20, também não há nenhuma comunicação de fluxo de lama horizontal entre os sub-reatores inferiores 16 ou entre os sub-reatores superiores 18, em virtude das paredes laterais 26 de qualquer dos sub-reatores superiores ou inferiores 16, 18 formando barreiras no zona intermediária 20. Porém, os sub-reatores inferiores 16 estão em comunicação de fluxo de lama

com os sub-reatores superiores 18 imediatamente acima deles. Em outras palavras, um sub-reator 14, que é um sub-reator inferior e que está verticalmente em registro com um sub-reator 14, que é um sub-reator superior, está em comunicação de fluxo com o sub-reator superior.

5                   As paredes laterais 26 dos sub-reatores superiores 18 se estendem para cima no espaço superior 32 para se projetarem para cima, acima de um nível de lama normal indicado por numeral de referência 38. Como resultado, em suas extremidades superiores, os sub-reatores superiores 18 também não estão em comunicação de fluxo de lama horizontal, embora  
10 eles compartilhem o espaço superior comum 32.

                  A entrada de gás de reciclo 34 alimenta cada sub-reator superior 18 individualmente como mostrado esquematicamente na Figura 1. Se desejado, um controlador de fluxo de gás de reciclo pode ser provido para cada um dos sub-reatores superiores 18. O arranjo da entrada de gás de reciclo  
15 34 na Figura 1 é mostrado só esquematicamente. Na prática, como resultado do fato que cada um dos sub-reatores 14 tipicamente tem pelo menos uma parede lateral 26 enfrentando o envoltório 12, tipicamente é fácil prover cada um dos sub-reatores superiores 18 com uma entrada de gás de reciclo individual se estendendo pelo envoltório 12. Semelhantemente, para a saída  
20 de líquido 36 e a entrada de gás 28, se não for desejado entrar pelo fundo do envoltório 12, estes arranjos de tubulação podem entrar pelo envoltório cilíndrico circular 12 como os sub-reatores inferiores 16 também cada um tem pelo menos uma parede lateral 26 enfrentando o envoltório 12.

                  Pelo menos algum dos canais de lama 24 dos sub-reatores  
25 superiores 18 e dos sub-reatores inferiores 16 são configurados para funcionar como canais de tubo descendente. Estes canais são providos a suas extremidades inferiores com um dispositivo de prevenção de gasificação, tal como um defletor (não mostrado), e/ou em suas extremidades superiores com um desgasificador (não mostrado). Um canal de tubo descendente em um sub-



reator superior 16 pode estar localizado diretamente acima ou pode estar em registro com um canal de tubo descendente de um sub-reator inferior 16. Se desejado, estes dois canais de tubo descendente também podem estar conectados fisicamente de forma que eles estejam em comunicação de fluxo direta entre si. Ao invés, um canal de tubo descendente em um sub-reator superior 18 pode ser espaçado horizontalmente ou alternado de um canal de tubo descendente em um sub-reator inferior 16.

O reator 10 é adequado para muitos processos requerendo um reator de lama trifásico e requerendo transferência de calor para ou da lama. Porém, só um uso, isto é síntese de hidrocarbonetos, será descrito agora.

Em uso, gás de síntese fresco incluindo principalmente monóxido de carbono e hidrogênio como reagentes gasosos, é alimentado no fundo do reator 10 pela entrada de gás 28. O gás de síntese é alimentado individualmente em cada um dos sub-reatores inferiores 16 e é tipicamente distribuído uniformemente por um sistema de borrifador (não mostrado) dentro de cada um dos sub-reatores inferiores 16. Simultaneamente, um fluxo de gás de reciclo (tipicamente esfriado) incluindo tipicamente hidrogênio, monóxido de carbono, metano e dióxido de carbono é retornado ao reator 10 pela entrada de gás de reciclo 34. Todo do fluxo de gás de reciclo pode ser alimentado nos sub-reatores superiores 18 por meio da entrada de gás de reciclo 34 ou, se desejado, uma porção do fluxo de gás de reciclo pode ser retornada ao fundo do reator 10 como mostrado pela linha 34.1 entrando na entrada de gás 28.

Como com o gás de síntese fresco, o gás de reciclo é alimentado a cada um dos sub-reatores superiores 18 individualmente e é tipicamente distribuído uniformemente dentro dos sub-reatores superiores 18 por meio de um sistema de borrifador (não mostrado) dentro de cada um dos sub-reatores superiores 18. Usando a entrada de gás de reciclo 34, é assim possível permitir a uma porção do gás de reciclo desviar a lama localizada nos

sub-reatores inferiores 16. Deste modo, a interrupção de gás global no reator 10 pode ser reduzida, por esse meio aumentando surpreendentemente a capacidade de reator.

Os reagentes gasosos, incluindo o gás de síntese fresco e qualquer gás de reciclo, passam para cima por um corpo de lama 40, que ocupa os canais de lama dos sub-reatores superiores e inferiores 18, 16 e que se estende do fundo do reator 10 ao nível 38. O corpo de lama 40 inclui partículas de catalisador de Fischer-Tropsch, tipicamente um catalisador baseado em ferro ou cobalto, suspensas em produto líquido. O corpo de lama 40 é controlado para ter o nível de lama 38 acima das extremidades superiores abertas dos canais de lama 24 dos sub-reatores superiores 18, mas abaixo das extremidades superiores das paredes laterais 26 dos sub-reatores superiores 18, que se estendem no espaço superior 32.

Quando o gás de síntese borbulha pelo corpo de lama 40, os reagentes gasosos nele reagem cataliticamente e exotermicamente para formar produto líquido, que assim faz parte do corpo de lama 40. De vez em quando, ou continuamente, fase líquida ou lama incluindo produto líquido é retirada pela saída de líquido 36, com o nível de lama 38 em cada um dos sub-reatores superiores 18 assim sendo controlado individualmente. As partículas de catalisador são separadas do produto líquido em um sistema de separação interno ou externo adequado, por exemplo usando filtros (não mostrado). Se o sistema de separação estiver localizado externamente ao reator 10, um sistema adicional (não mostrado) para retornar as partículas de catalisador separadas ao reator 10 é então provido.

O gás de alimentação de síntese fresco e o gás de reciclo são introduzidos no reator 10 a uma taxa suficiente para agitar e suspender todas as partículas de catalisador dentro do reator 10 sem sedimentação. A taxa de fluxo de gás será selecionada dependendo da concentração de lama, densidade de catalisador, densidade e viscosidade de meio de suspensão, e tamanho de

partícula particular usado. Taxas de fluxo de gás adequadas incluem, por exemplo, de cerca de 5 cm/s a cerca de 50 cm/s. Porém, velocidades de gás até cerca de 85 cm/s foram testadas em colunas de bolhas. O uso de velocidades mais altas tem a desvantagem que é acompanhado por uma interrupção de gás mais alta no reator deixando relativamente menos espaço para acomodar a lama contendo catalisador. Qualquer que seja a taxa de fluxo de gás selecionada porém, deveria ser suficiente para evitar sedimentação de partícula e aglomeração nos sub-reatores 14.

Alguma lama passa continuamente para baixo pelos canais de tubo descendente por esse meio para alcançar redistribuição de partículas de catalisador dentro do corpo de lama e promover redistribuição de calor uniforme ao longo do corpo de lama 40. Como será apreciado, dependendo do arranjo dos canais de tubo descendente nos sub-reatores superiores e seus sub-reatores inferiores associados, redistribuição de lama através de regiões se estendendo verticalmente selecionadas do reator é possível.

Cada sub-reator 14 é operado de forma que o leito de lama 40 esteja nele em um regime de fluxo heterogêneo ou turbulento agitado e inclui uma fase diluída consistindo em bolhas maiores ascendentes rápidas de reagentes gasosos e produto gasoso que atravessam o corpo de lama 40 virtualmente de modo de fluxo tampão e uma fase densa que inclui produto líquido, partículas de catalisador sólidas e bolhas menores arrastadas de reagentes gasosos e produto gasoso. Por meio do uso dos sub-reatores 14, o comportamento de fluxo tampão do reator inteiro é promovido, desde que cada sub-reator 14 tem uma relação de aspecto alta de bem mais da relação de aspecto do envoltório 12.

O corpo de lama 40 está presente em canais alternados ou de extremidade aberta, em cada sub-reator 14. Água de alimentação de caldeira como meio de esfriamento é circulada pelos canais de extremidade aberta restantes para remover o calor das reações exotérmicas.

Como será apreciado, as paredes de divisor 22 provêm grandes áreas de superfície de transferência de calor para remover calor do corpo de lama 40.

Produtos de hidrocarbonetos leves, tal como um  $C_{20}$  e abaixo de fração são retirados do reator 10 pela saída de gás 30 e passados a uma unidade de separação (não mostrada). Tipicamente, a unidade de separação inclui uma série de esfriadores e um separador de vapor-líquido e pode opcionalmente incluir esfriadores e separadores adicionais e possivelmente também uma unidade criogênica para remoção de hidrogênio, monóxido de carbono, metano e dióxido de carbônico do  $C_{20}$  e abaixo de fração de hidrocarbonetos. Outras tecnologias de separação tais como unidades de membrana, unidades de adsorção de troca de pressão e/ou unidades para a remoção seletiva de dióxido de carbono, podem ser empregadas. Os gases separados incluindo nitrogênio, monóxido de carbono e outros gases são comprimidos e reciclados por meio de um compressor (não mostrado) para prover o fluxo de gás de reciclo. Hidrocarbonetos líquidos condensados e água de reação são retirados da unidade de separação para processamento adicional.

É para ser apreciado que, embora o reator 10, como ilustrado, permita o reciclo de gás ao reator 10, não é necessariamente de forma que um fluxo de gás de reciclo será empregado em todas as concretizações.

Na concretização da invenção mostrada nas Figuras 1 e 2, nenhuma comunicação de fluxo de lama é possível entre os sub-reatores 14 na mesma elevação. É porém bastante fácil modificar o comportamento de reator para obter comunicação de fluxo de lama transversal ou horizontal a elevações selecionadas dentro do reator 10. Assim, por exemplo, removendo ou modificando as porções das paredes laterais 26 dos sub-reatores inferiores 16 se estendendo para baixo abaixo dos sub-reatores inferiores 16, é possível permitir comunicação de fluxo de lama entre os sub-reatores inferiores 16 no fundo do reator 10. De um modo semelhante, comunicação de fluxo de lama

entre os sub-reatores inferiores 16 ou entre os sub-reatores superiores 18 também pode ser estabelecida na zona intermediária 20.

Se referindo às Figuras 3 e 4 dos desenhos, outra concretização de um reator de lama trifásico de acordo com a invenção é indicada geralmente por numeral de referência 100. O reator 100 concretiza os mesmos conceitos como o reator 10 e assim inclui muitas partes ou características que são as mesmas ou semelhantes. Estas partes ou características estão indicadas pelos mesmos numerais de referência nas Figuras 3 e 4 como nas Figuras 1 e 2, a menos que caso contrário indicado.

No reator 100, as paredes laterais 26 de cada sub-reator definem cordas do envoltório 12, como pode ser visto claramente na Figura 4. Em vez de ter paredes de divisor como as paredes de divisor 22 do reator 10, o reator 100, em cada um dos sub-reatores 14, tem uma pluralidade de tubos se estendendo verticalmente 102 arranjados entre placas de tubo superior e inferior 104. Entre as paredes laterais 26 e cercando os tubos 102, um espaço de fluxo de meio de transferência de calor (espaço de fluxo de água de alimentação de caldeira) 106 é definido.

O reator 100 é operado de modo semelhante ao reator 10, com o corpo de lama 40 ocupando os tubos 102. Na concretização mostrada nas Figuras 3 e 4, como é o caso com o reator 10, não há nenhuma comunicação de fluxo de lama permitida, entre sub-reatores inferiores 16 adjacentes, no fundo do reator 100, ou entre sub-reatores superiores 18 adjacentes, acima dos sub-reatores superiores 18 no espaço superior 32. Porém, na zona intermediária 20, comunicação de fluxo de lama entre sub-reatores 14 adjacentes é permitida.

Embora não mostrado nas Figuras 3 e 4, pelo menos alguns dos tubos 102 podem ser formados ou texturizados para aumentar sua área de superfície de transferência de calor ou melhorar coeficientes de transferência de calor. A formação ou texturização pode incluir, entre outros métodos

conhecidos a pessoas qualificadas na técnica, o uso de tubos ondulados, nervurados ou aletados.

Em uso, água de alimentação de caldeira é circulada pelos espaços de fluxo de água de alimentação de caldeira 106, tipicamente entrando em cada sub-reator 14 a uma baixa elevação e saindo a uma alta elevação.

Como com o reator 10, cada sub-reator 14 do reator 100 pode ser provido facilmente com arranjos de tubulação como cada sub-reator 14 tem uma parede lateral definida pelo envoltório 12.

É acreditado que os reatores 10, 100, como ilustrado, são de projetos que reduzem substancialmente o risco de aumento de escala de planta piloto para escala de planta comercial, exibindo efeitos de macro-mistura dependentes de escala reduzidos. Também é acreditado que estes projetos de reator podem ser modelados mais prontamente ou preditos de experimentação permitindo melhores combinações de características de fluxo tampão desejáveis e características bem misturadas de reagentes e produtos. Projeto e teste de um único sub-reator em uma escala piloto é possível, com aumento envolvendo agora somente adicionar sub-reatores. Os projetos de reator ilustrados também provêem altas áreas de superfície de transferência de calor e serviços compartilhados tal como filtração através de um sub-reator utilizável. Estes projetos também permitem 'tubos descendentes' arranjados verticalmente, reduzindo o efeito prejudicial sobre comportamento de fluxo tampão de 'tubos descendentes' atuando através da altura de reator inteira. Catalisadores também podem ser segregados verticalmente a uma maior extensão que em projetos de reator da técnica anterior de quais o Requerente está ciente. Isto pode ser usado vantajosamente, especificamente para catalisadores de ferro, para expor menos do catalisador a áreas no reator com alta pressão parcial de água que afeta negativamente a atividade de catalisador, conduzindo a produtividade de reator aumentada.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para operar um reator de leito fluidizado bifásico, caracterizado pelo fato de que inclui:

5 alimentar a um nível baixo pelo menos um reagente gasoso em um corpo fluidizado de partículas sólidas se estendendo verticalmente, o corpo fluidizado estando contido em pelo menos dois eixos se estendendo verticalmente alojados dentro de um envoltório de reator comum, cada eixo sendo dividido em uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo e o corpo  
10 fluidizado estando presente em pelo menos alguns dos canais;

permitir ao reagente gasoso reagir quando passa ascendentemente pelo corpo fluidizado presente em pelo menos alguns dos canais dos eixos, por esse meio para formar um produto gasoso;

15 permitir ao produto gasoso e/ou reagente gasoso não reagido desprender do corpo fluidizado em um espaço superior acima do corpo fluidizado; e

retirar produto gasoso e reagente gasoso não reagido, se presente, do espaço superior.

20 2. Método para operar um reator de lama trifásico, caracterizado pelo fato de que inclui:

25 alimentar a um nível baixo pelo menos um reagente gasoso em um corpo de lama de partículas sólidas se estendendo verticalmente suspensas em um líquido de suspensão, o corpo de lama estando contido em pelo menos dois eixos se estendendo verticalmente alojados dentro de um envoltório de reator comum, cada eixo sendo dividido em uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo de lama e o corpo de lama estando presente em pelo menos alguns dos canais;

permitir ao reagente gasoso reagir quando passa

ascendentemente pelo corpo de lama presente em pelo menos alguns dos canais dos eixos, por esse meio para formar um produto não gasoso e/ou gasoso;

5 permitir ao produto gasoso, se presente, e/ou reagente gasoso não reagido desprender do corpo de lama em um espaço superior acima do corpo de lama;

retirar produto gasoso, se presente, e/ou reagente gasoso não reagido do espaço superior; e

10 se necessário, manter o corpo de lama a um nível desejado retirando lama ou líquido de suspensão, incluindo produto não gasoso se presente, ou adicionando lama ou líquido de suspensão.

15 3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os canais de um eixo estão em planos paralelos, e em que um meio de transferência de calor é passado por alguns dos canais dos eixos.

20 4. Método de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os canais estão na forma de tubos se estendendo verticalmente, com os eixos sendo definidos por paredes laterais se estendendo verticalmente dividindo o reator, e em que os canais de um eixo são cercados por meio de transferência de calor.

5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a comunicação de fluxo de lama entre canais em um eixo contendo o corpo fluidizado ou de lama só ocorre nas extremidades de topo e/ou fundo de tais canais.

25 6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que as partículas sólidas são partículas de catalisador para catalisar a reação do reagente gasoso ou reagentes gasosos em um produto.

7. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo



fato de que a reação é síntese de hidrocarbonetos de Fischer-Tropsch.

8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos alguns eixos individuais, cada um tem uma entrada de reagente gasoso, o método incluindo  
5 alimentar o reagente ou reagentes gasosos, ou um gás de reciclo a estes eixos individuais independentemente da alimentação a outro eixo.

9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos dois dos eixos se estendendo verticalmente são espaçados verticalmente, com uma extremidade  
10 superior de um eixo inferior estando abaixo de uma extremidade inferior de um eixo superior.

10. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o reator é um reator de lama trifásico, e que inclui permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama no eixo superior  
15 para um nível inferior de dito eixo superior, e/ou que inclui permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama do eixo inferior para um nível inferior de dito eixo inferior.

11. Método de acordo com a reivindicação 9 ou reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que inclui alimentar gás de reciclo a um nível  
20 elevado no reator, de forma que dito gás de reciclo passe somente pelo eixo superior ou eixos superiores e desvie o eixo inferior ou eixos inferiores.

12. Reator de leito fluidizado bifásico, caracterizado pelo fato de que inclui:

um envoltório de reator alojando pelo menos dois sub-reatores  
25 se estendendo verticalmente, cada um definindo uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo e que definem uma zona de leito fluidizado que, em uso, conterà um corpo fluidizado de partículas sólidas;

uma entrada de gás no envoltório de reator para introduzir um

reagente gasoso ou reagentes gasosos no reator; e

uma saída de gás no envoltório de reator para retirar gás de um espaço superior no envoltório de reator acima de um ou mais dos sub-reatores.

5                    13. Reator de lama trifásico, caracterizado pelo fato de que inclui:

10                    um envoltório de reator alojando pelo menos dois sub-reatores se estendendo verticalmente, cada um definindo uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo de lama e que definem uma zona de lama que, em uso, conterà uma lama de partículas sólidas suspensas em um líquido de suspensão;

uma entrada de gás no envoltório de reator para introduzir um reagente gasoso ou reagentes gasosos no reator;

15                    uma saída de gás no envoltório de reator para retirar gás de um espaço superior no envoltório de reator acima de um ou mais dos sub-reatores; e se necessário, uma entrada de líquido ou uma saída de líquido para adicionar ou retirar lama ou líquido de suspensão para ou do reator.

20                    14. Reator de acordo com a reivindicação 12 ou reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que pelo menos alguns dos sub-reatores incluem uma pluralidade de paredes de divisor se estendendo verticalmente, que entre elas definem os canais se estendendo verticalmente.

25                    15. Reator de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que pelo menos alguns dos canais são canais de fluxo de meio de transferência de calor.

16. Reator de acordo com a reivindicação 12 ou reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que os sub-reatores incluem uma pluralidade de tubos se estendendo verticalmente, cada tubo definindo um canal e com defletores se estendendo verticalmente ou paredes laterais definindo os lados

dos sub-reatores.

17. Reator de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que um espaço de fluxo de meio de transferência de calor é definido entre os defletores ou paredes laterais de um sub-reator, o espaço de  
5 fluxo de meio de transferência de calor assim cercando os tubos.

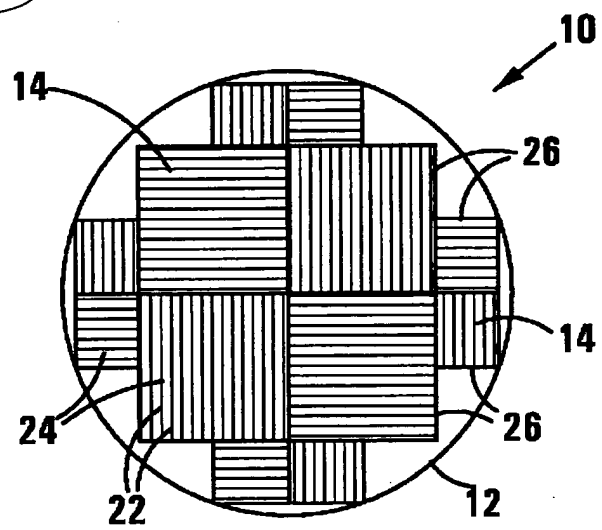
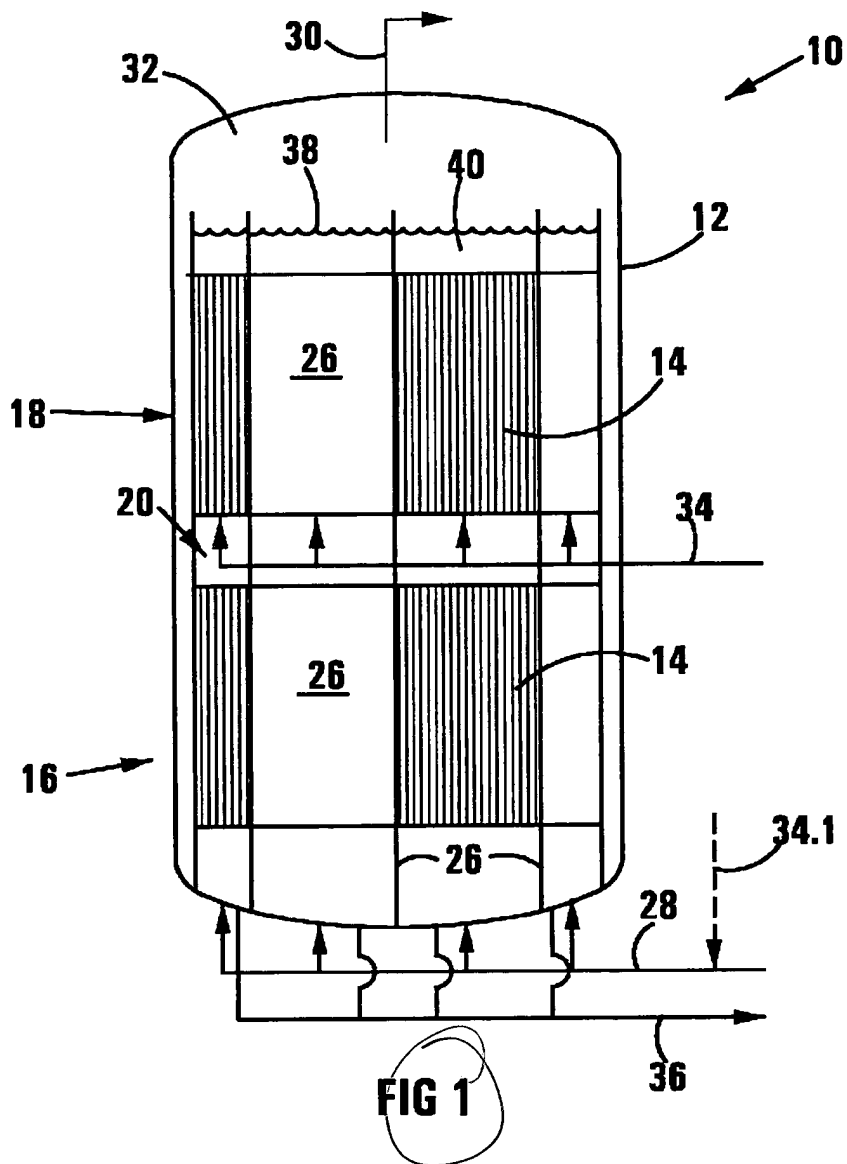
18. Reator de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 17 inclusive, caracterizado pelo fato de que inclui um ou mais dos sub-reatores arranjados a um nível inferior no envoltório e um ou mais sub-reatores arranjados a um nível mais alto no envoltório, tal que extremidades  
10 inferiores de canais dos sub-reatores superiores estejam acima de extremidades superiores dos canais dos sub-reatores inferiores.

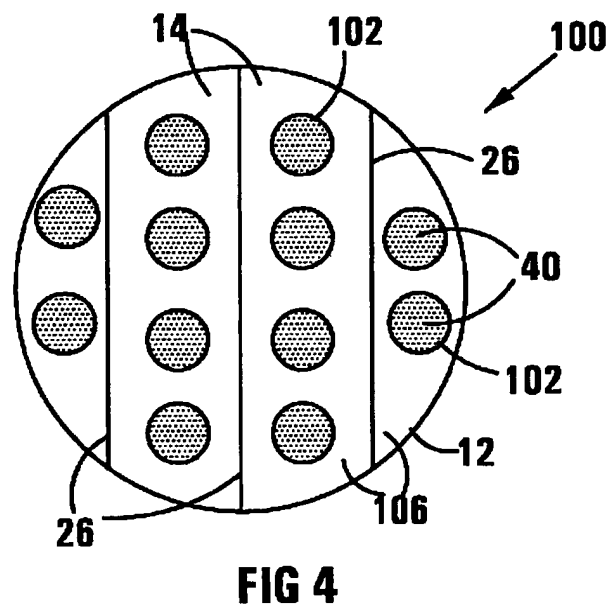
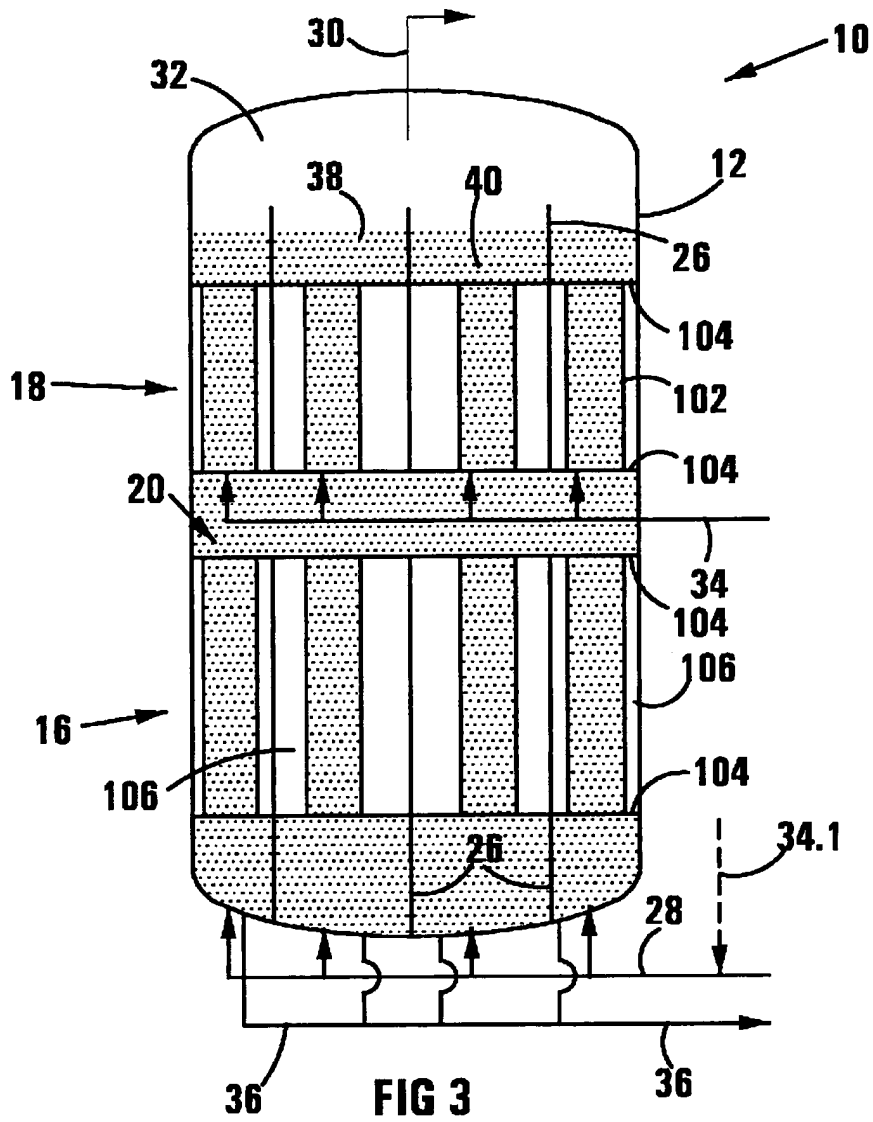
19. Reator de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que inclui uma zona intermediária entre os sub-reatores superiores e os sub-reatores inferiores, dita zona intermediária estando em  
15 comunicação de fluxo com canais de zona de lama ou de leito fluidizado de um sub-reator superior ou sub-reatores superiores e com canais de zona de lama ou de leito fluidizado de um sub-reator inferior ou sub-reatores inferiores.

20. Reator de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 19 inclusive, caracterizado pelo fato de que a entrada de gás é arranjada para  
20 alimentar um reagente gasoso ou reagentes gasosos diretamente em pelo menos alguns dos sub-reatores, a baixas elevações nos sub-reatores.

21. Reator de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 20 inclusive, caracterizado pelo fato de que cada sub-reator tem um lado se estendendo verticalmente enfrentando o envoltório ou sendo definido pelo  
25 envoltório.

22. Reator de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 21 inclusive, caracterizado pelo fato de que comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado entre extremidades superiores de sub-reatores adjacentes, ou pelo menos extremidades superiores de sub-reatores superiores adjacentes,  
30 se presente, é prevenida.





RESUMO

“MÉTODOS PARA OPERAR UM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO BIFÁSICO E PARA OPERAR UM REATOR DE LAMA TRIFÁSICO, E, REATORES DE LEITO FLUIDIZADO BIFÁSICO E DE LAMA TRIFÁSICO”

Um método para operar um reator de lama trifásico inclui alimentar a um baixo nível pelo menos um reagente gasoso em um corpo de lama de partículas sólidas se estendendo verticalmente suspensas em um líquido de suspensão, o corpo de lama estando contido em pelo menos dois eixos se estendendo verticalmente alojados dentro de um envoltório de reator comum, cada eixo sendo dividido em uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo de lama e o corpo de lama estando presente em pelo menos alguns dos canais. O reagente gasoso é permitido reagir quando passa ascendentemente pelo corpo de lama presente em pelo menos alguns dos canais dos eixos, por esse meio para formar um produto não gasoso e/ou gasoso. Produto gasoso, se presente, e/ou reagente gasoso não reagido é permitido desprender do corpo de lama em um espaço superior acima do corpo de lama.

A requerente apresenta novas vias do relatório descritivo, bem como novas vias das reivindicações para conformar o pedido com o Relatório Preliminar Internacional sobre Patenteabilidade.

“MÉTODOS PARA OPERAR UM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO BIFÁSICO E PARA OPERAR UM REATOR DE LAMA TRIFÁSICO, E, REATORES DE LEITO FLUIDIZADO BIFÁSICO E DE LAMA TRIFÁSICO”

5                   Esta invenção relaciona-se a um método para operar um reator de leito de fluido e a um reator de leito de fluido.

                  Risco considerável é encontrado quando tecnologia é aumentada de escala de planta piloto para escala de planta comercial a fim de colher os benefícios de economia de escala. Reatores de leito de fluido, tais  
10                   como reatores de lama de trifásicos e reatores de leito fluidizado bifásicos, tipicamente exibem efeitos de macro-mistura dependentes de escala e o risco acima mencionado é assim aplicável quando reatores de leito de fluido são aumentados. Será assim uma vantagem se um método puder ser achado que possa reduzir significativamente o risco associado com aumento de reatores  
15                   de leito de fluido. Além disso, projetos de reator nos quais os padrões de mistura dentro do reator podem ser modelados ou preditos mais prontamente de experimentação têm o benefício que a extensão de retro-mistura normalmente indesejável pode ser limitado por esse meio permitindo potencialmente uma combinação ótima de características de fluxo tampão  
20                   desejáveis (normalmente boa produtividade e boa seletividade) e características bem misturadas (freqüentemente requeridas para distribuição de sólidos desejável e perfis de temperatura uniformes).

                  A Requerente está ciente da US 6.3754.921, WO 99/00191, FR 1603546, US 2.853.369 e GB 728543. A US 6,375.921 descreve um vaso  
25                   de lama trifásico com bandejas perfuradas com uma distribuição substancialmente uniforme de furos, que pode ser usado para operação em contra-corrente. O WO 99/00191 está envolvido com métodos para regeneração in situ de catalisadores parcialmente e reversivelmente desativados usados em reatores de coluna de bolhas. Este documento propõe



prover um envoltório de reator no qual é colocado um tubo de extração localizado coaxialmente dentro do envoltório do reator. A FR 1603546 lida com problemas associados com crescimento de leveduras em uma escala industrial, mais particularmente com problemas em relação a assegurar bom  
5 contato da levedura com gás oxidante e duas fases líquidas imiscíveis. A FR 1603546 propõe um reator definindo um trajeto de fluxo tendo canais intercalados de fluxo ascendente e fluxo descendente concentricamente arranjados. A US 2.853.369 tenta resolver o problema de retro-mistura subdividindo um reator dentro de uma pluralidade de canais. A GB 728543  
10 está envolvido com síntese de hidrocarboneto melhorada em um reator de lama. Este documento ensina o uso de um reator tipo torre com resfriamento sendo realizado em um número de estágios verticalmente espaçados no reator. Nenhum desses documentos lida especificamente com modos para reduzir o risco encontrado quando a tecnologia é escalonada da escala de planta piloto  
15 para escala de planta comercial, ou propõe projetos de reator no qual os padrões de mistura dentro do reator pode ser mais rapidamente modelado ou previsto a partir da experimentação.

De acordo com um aspecto da invenção, é provido um método para operar um reator de leito fluidizado bifásico, o método incluindo:

20 alimentar a um nível baixo pelo menos um reagente gasoso em um corpo fluidizado de partículas sólidas se estendendo verticalmente, o corpo fluidizado estando contido em pelo menos dois eixos se estendendo verticalmente alojados dentro de um envoltório de reator comum, cada eixo sendo dividido em pelo menos uma pluralidade de canais se estendendo  
25 verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo e o corpo fluidizado estando presente em pelo menos alguns dos canais;

permitir ao reagente gasoso reagir quando passa ascendentemente pelo corpo fluidizado presente em pelo menos alguns dos canais dos eixos, por esse meio para formar um produto gasoso;

permitir a produto gasoso e/ou reagente gasoso não reagido desprender do corpo fluidizado em um espaço superior acima do corpo fluidizado; e

5 retirar produto gasoso e reagente gasoso não reagido, se presente, do espaço superior.

Tipicamente, o produto gasoso retirado e reagente gasoso não reagido incluem partículas sólidas do corpo fluidizado. O método pode assim incluir separar as partículas sólidas dos gases, por exemplo por meio de ciclones. O método também pode incluir retornar as partículas sólidas  
10 separadas ao corpo fluidizado.

O método pode incluir manter o corpo fluidizado a um nível desejável adicionando ou removendo partículas sólidas, por exemplo por meio de métodos pneumáticos. Preferivelmente, um gás de arraste é usado em tais métodos pneumáticos para fluidificar as partículas sólidas se elas forem para  
15 ser adicionadas ao corpo fluidizado.

A invenção se estende a um método para operar um reator de lama trifásico como descrito em seguida. Ao descrevendo a invenção ademais, referência é feita assim a um corpo de lama em vez de um corpo fluidizado. É porém para ser apreciado que o que é declarado a respeito da  
20 invenção com referência a um corpo de lama ou lama também é aplicável à invenção com referência a um corpo fluidizado de partículas sólidas, a menos que fosse claramente entendido não ser aplicável por uma pessoa qualificada na técnica de reatores de leito de fluido.

Assim, de acordo com outro aspecto da invenção, é provido  
25 um método para operar um reator de lama trifásico, o método incluindo:

alimentar a um nível baixo pelo menos um reagente gasoso em um corpo de lama de partículas sólidas se estendendo verticalmente suspensas em um líquido de suspensão, o corpo de lama estando contido em pelo menos dois eixos se estendendo verticalmente alojados dentro de um envoltório de

reator comum, cada eixo sendo dividido em uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo de lama e o corpo de lama estando presente em pelo menos alguns dos canais;

5                    permitir ao reagente gasoso reagir quando passa ascendentemente pelo corpo de lama presente em pelo menos alguns dos canais dos eixos, por esse meio para formar um produto não gasosos ou gasoso;

10                   permitir a produto gasoso, se presente, e/ou reagente gasoso não reagido desprender do corpo de lama em um espaço superior acima do corpo de lama;

                    retirar produto gasoso, se presente, e/ou reagente gasoso não reagido do espaço superior; e

15                   se necessário, manter o corpo de lama a um nível desejado retirando líquido de suspensão, incluindo produto não gasoso se presente, ou adicionando líquido de suspensão.

                    O método pode incluir passar por um meio de transferência de calor por alguns dos canais dos eixos, os canais contendo meio de transferência de calor de um eixo estando em comunicação de fluxo.

20                   Os canais de um eixo podem estar em planos paralelos e podem conter alternadamente o corpo de lama e o meio de transferência de calor.

25                   Ao invés, o método pode incluir cercar os canais de um eixo com meio de transferência de calor. Os canais podem estar assim na forma de tubos se estendendo verticalmente, com os eixos sendo definidos estendendo verticalmente paredes laterais dividindo o reator. As paredes laterais podem formar cordas do envoltório quando a envoltório é circular cilíndrico e quando visto em seção horizontal.

                    Superfícies de transferência de calor do reator, tais como

aquelas do tubos e/ou das paredes laterais, podem opcionalmente ser formadas ou texturizadas para aumentar sua área de superfície de transferência de calor ou melhorar coeficientes de transferência de calor, comparados àqueles de tubos cilíndricos lisos ou paredes laterais lisas. A formação ou texturização pode incluir, entre outros métodos conhecidos a 5 pessoas qualificadas na técnica, o uso de tubos ou placas onduladas, nervuradas ou aletadas.

Comunicação de fluxo de lama entre canais em um eixo preferivelmente só ocorre a extremidades de e topo /ou fundo de tais canais.

10 Como será apreciado, cada eixo com seus canais atua como um reator de bolha de lama ou reator de lama trifásico (ou no caso de um reator de leito fluidizado, como um reator de leito fluidizado bifásico). Projeto e teste de um único eixo em uma escala piloto é possível, com um reator de escala comercial então incluindo uma pluralidade dos eixos, por esse meio 15 reduzindo substancialmente o risco de escala aumento.

Enquanto é acreditado que o método de acordo com o segundo aspecto da invenção pode, pelo menos em princípio, ter aplicação mais ampla, é idealizado que as partículas sólidas normalmente serão partículas de catalisador para catalisar a reação do reagente gasoso ou reagentes gasosos 20 em um produto, isto é, um produto líquido e/ou um produto gasoso. O líquido de suspensão normalmente, mas não necessariamente sempre, será produto líquido, com fase líquida assim sendo retirada do corpo de lama para manter o corpo de lama a um nível desejado.

Além disso, enquanto também é acreditado que, em princípio, 25 o método de acordo com o segundo aspecto da invenção pode ter aplicação mais ampla, é idealizado que terá aplicação particular em síntese de hidrocarbonetos, onde os reagentes gasosos são capazes de reagir exotermicamente e cataliticamente no corpo de lama para formar produto de hidrocarboneto líquido e, opcionalmente, produto de hidrocarboneto gasoso.

Em particular, a reação ou síntese de hidrocarboneto podem ser síntese de Fischer-Tropsch, com os reagentes gasosos estando na forma de um fluxo de gás de síntese incluindo principalmente monóxido de carbono e hidrogênio, e com ambos produtos de hidrocarboneto líquidos e gasosos sendo produzidos e o meio de transferência de calor sendo um meio de esfriamento, por exemplo água de alimentação de caldeira.

O método pode incluir permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama para um nível mais baixo dele, usando um ou mais canais nos eixos. Isto pode incluir prevenir reagente gasoso ou a reagentes de entrarem em um ou mais canais nos eixos, por exemplo provendo um defletor, por esse meio permitindo a estes canais atuarem como tubos descendentes, e/ou podem incluir desgasificar a lama no canal, por exemplo, adicionando um desgasificador a uma extremidade superior do canal.

O processo pode incluir esfriar o gás do espaço superior para condensar produto líquido, por exemplo hidrocarbonetos líquidos e água de reação, separar o produto líquido dos gases para prover gás de arraste, e reciclar pelo menos algum do gás de arraste ao corpo de lama como um fluxo de gás de ciclo.

Pelo menos alguns eixos individuais podem cada um ter uma entrada de reagente gasoso. O método pode incluir alimentar o reagente ou reagentes gasosos, ou reciclar gás, para estes eixos individuais. O reagente ou reagentes gasosos podem ser alimentados independentemente da alimentação para outro eixo, particularmente outro eixo na mesma elevação.

Pelo menos alguns dos eixos podem cada um ter uma saída ou entrada de lama ou de líquido de suspensão. O método pode incluir manter o nível de corpo de lama nestes eixos adicionando ou retirando lama ou líquido de suspensão pela entrada ou saída de líquido. O líquido de suspensão ou lama pode ser adicionada ou retirada de um eixo independentemente de outro

eixo, particularmente outro eixo na mesma elevação.

Pelo menos alguns dos eixos podem cada um incluir ou definir uma zona de filtração para a remoção de fase líquida do reator. A fase líquida pode ser retirada de um eixo independentemente de outro eixo.

- 5                   Pelo menos dois dos eixos se estendendo verticalmente podem ser espaçados verticalmente, com uma extremidade superior de um eixo inferior estando abaixo de uma extremidade inferior de um eixo superior. O método pode incluir permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama no eixo superior para um nível inferior dele, e o método pode
- 10                   incluir permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama do eixo inferior para um nível inferior dele. O método da invenção assim permite a redistribuição de lama ou reciclo através de regiões se estendendo verticalmente selecionadas do reator, que é menos prejudicial para comportamento de fluxo tampão que reciclo de lama através da altura de
- 15                   reator total. Ao mesmo tempo, como resultado do uso dos canais, as características desejáveis de uma alta relação de aspecto (relação de comprimento/diâmetro) para o reator são realizadas. Porém, se desejado, o método pode incluir permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama no eixo superior para um nível baixo no corpo de lama no eixo
- 20                   inferior, por exemplo tendo canais que estão verticalmente em registro, ou que estão conectados verticalmente para estarem em comunicação fluida, atuando como "tubos descendentes".

- O método pode incluir alimentar gás de reciclo a um nível elevado no corpo de lama, de forma que dito gás de reciclo só passe pelo eixo
- 25                   superior ou eixos superiores e desvie o eixo inferior ou eixos inferiores.

O método pode incluir prevenir a comunicação de fluxo de lama entre eixos adjacentes, ou entre todos os eixos na mesma elevação. Ao invés, o método pode permitir a comunicação de lama entre eixos adjacentes a uma elevação entre as extremidades superiores e extremidades inferiores dos

eixos, ou o método pode incluir permitir a comunicação de fluxo de lama entre eixos nas extremidades inferiores dos eixos, particularmente entre as extremidades inferiores de eixos inferiores. O método pode incluir também permitir a comunicação de fluxo de lama entre eixos em uma região vertical, mas prevenir comunicação de fluxo de lama em uma região vertical diferente entre os mesmos eixos para impedir o estabelecimento de padrões de macro-mistura.

De acordo com um aspecto adicional da invenção, é provido um reator de leito fluidizado bifásico, o reator incluindo:

um envoltório de reator alojando pelo menos dois sub-reatores se estendendo verticalmente, cada um definindo uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo e que definem uma zona de leito fluidizado que, em uso, conterà um corpo fluidizado de partículas sólidas;

uma entrada de gás no envoltório de reator para introduzir um reagente gasoso ou reagentes gasosos no reator; e

uma saída de gás no envoltório de reator para retirar gás de um espaço superior no envoltório de reator acima de um ou mais dos sub-reatores.

O reator de leito fluidizado pode incluir uma entrada ou saída de partículas sólidas para adicionar ou retirar partículas sólidas para ou do reator.

De acordo com ainda outro aspecto da invenção, é provido um reator de lama trifásico, o reator incluindo:

um envoltório de reator alojando pelo menos dois sub-reatores se estendendo verticalmente, cada um definindo uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo de lama e que definem uma zona de lama que, em uso, conterà um lama de partículas sólidas suspensas em um líquido de suspensão;

uma entrada de gás no envoltório de reator para introduzir um reagente gasoso ou reagentes gasosos no reator;

uma saída de gás no envoltório de reator para retirar gás de um espaço superior no envoltório de reator acima de um ou mais dos sub-reatores; e

se necessário, uma entrada de líquido ou uma saída de líquido para adicionar ou retirar lama ou líquido de suspensão para ou do reator.

Tipicamente, pelo menos alguns dos sub-reatores do reator de lama incluem ou definem uma zona de filtração para a remoção de fase líquida do reator.

Os sub-reatores podem incluir uma pluralidade de paredes de divisor se estendendo verticalmente, que entre elas definem os canais se estendendo verticalmente. Uma ou mais paredes laterais se estendendo verticalmente de um sub-reator podem ser definidas por uma parede de divisor de um ou mais sub-reatores adjacentes.

Tipicamente, pelo menos alguns dos canais são canais de fluxo de meio de transferência de calor, tendo superfícies de transferência de calor.

Ao invés, os sub-reatores podem incluir uma pluralidade de tubos se estendendo verticalmente, cada tubo definindo um canal. Defletores se estendendo verticalmente ou paredes laterais podem definir lados dos sub-reatores. Dois sub-reatores adjacentes podem compartilhar um defletor comum ou parede lateral. As paredes laterais podem ser como descrito aqui antes.

Tipicamente, os tubos têm um diâmetro de pelo menos 10 cm.

Superfícies de transferência de calor do reator, tais como aquelas dos tubos e/ou paredes laterais, podem opcionalmente ser formadas ou texturizadas para aumentar sua área de superfície de transferência de calor ou melhorar coeficientes de transferência de calor comparados àqueles de tubos cilíndricos lisos ou paredes laterais lisas. A formação ou texturização



pode incluir, entre outros métodos conhecidos a pessoas qualificadas na técnica, o uso de tubos ou placas onduladas, nervuradas ou aletadas.

Quando os sub-reatores incluem uma pluralidade de paredes de divisor se estendendo verticalmente, que entre elas definem os canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos canais podem ser canais de fluxo de meio de transferência de calor. Quando os sub-reatores incluem uma pluralidade de tubos se estendendo verticalmente, um espaço de fluxo de meio transferência de calor pode ser definido entre as defletores ou paredes laterais de um sub-reator, o espaço de fluxo de meio de transferência de calor assim cercando os tubos.

Tipicamente, os canais de fluxo de meio de transferência de calor ou o espaço de fluxo meio de transferência de calor estão comunicação de fluxo com um arranjo de entrada de meio transferência de calor e um arranjo de saída de meio de transferência de calor. O arranjo de entrada de meio de transferência de calor e o arranjo de saída de meio de transferência de calor podem servir todos os canais de fluxo meio de transferência de calor em um sub-reator. O arranjo de entrada ou saída de meio de transferência de calor de um sub-reator podem estar em comunicação de fluxo respectivamente com o arranjo de entrada ou saída de meio de transferência de calor de outro sub-reator.

Os canais de fluxo de meio de transferência de calor e os canais definindo zonas de lama ou leito fluidizado podem ser arranjos alternadamente.

O reator pode incluir um ou mais dos sub-reatores arranjos a um nível inferior no envoltório e um ou mais sub-reatores arranjos a um nível mais alto no envoltório, tal que extremidades inferiores de canais dos sub-reatores superiores estejam acima de extremidades superiores dos canais dos sub-reatores inferiores.

O reator pode incluir uma zona intermediária entre os sub-

reatores superiores e os sub-reatores inferiores. A zona intermediária pode estar em comunicação de fluxo com canais de zona de lama ou leito fluidizado de um sub-reator superior ou sub-reatores superiores e com canais de zona de lama ou leito fluidizado de um sub-reator inferior ou sub-reatores inferiores.

A entrada de gás pode ser arranjada para alimentar um reagente gasoso ou reagentes gasosos diretamente em pelo menos alguns dos sub-reatores, a baixas elevações nos sub-reatores. Tipicamente, a entrada de gás é arranjada para alimentar um reagente gasoso ou reagentes gasosos diretamente em cada um dos sub-reatores inferiores, a baixas elevações nestes sub-reatores inferiores.

O reator pode incluir uma entrada de gás de reciclo. A entrada de gás de reciclo pode ser arranjada para alimentar gás de reciclo diretamente em pelo menos alguns dos sub-reatores. A entrada de gás de reciclo pode ser arranjada para alimentar gás de reciclo diretamente em cada um dos sub-reatores inferiores e/ou cada um dos sub-reatores superiores. Ao ser arranjada para alimentar gás de reciclo diretamente aos sub-reatores superiores, a entrada de gás de reciclo pode ser arranjada para alimentar o gás de reciclo na zona intermediária.

Um ou mais canais de um sub-reator podem ser um canal de tubo descendente. Um canal de tubo descendente pode ser provido a sua extremidade inferior com um dispositivo de prevenção de gasificação, por exemplo um defletor, e/ou pode ser provido em sua extremidade superior com um desgasificador. Um canal de tubo descendente em um sub-reator superior pode estar em registro ou em comunicação de fluxo com um canal de tubo descendente em um sub-reator inferior. Ao invés, um canal de tubo descendente em um sub-reator superior pode ser espaçado horizontalmente ou alternado de um canal de tubo descendente em um sub-reator inferior diretamente em baixo do sub-reator superior.

Preferivelmente, cada sub-reator tem um lado verticalmente se estendendo enfrentando o envoltório ou sendo definido pelo envoltório. Isto permite arranjo de tubulação para ou de cada sub-reator.

Sub-reatores adjacentes a uma elevação particular no envoltório podem ser isolados um do outro até onde comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado está relacionada. Porém, em uma concretização da invenção, comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado entre sub-reatores adjacentes é provida abaixo dos sub-reatores inferiores, isto é, em um fundo do reator. Também, em uma concretização da invenção, comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado é provida entre sub-reatores superiores adjacentes, abaixo dos sub-reatores superiores, mas acima dos sub-reatores inferiores. Tipicamente, isto é alcançado permitindo fluxo de lama ou de corpo fluidizado entre sub-reatores superiores adjacentes na zona intermediária.

Tipicamente, onde comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado entre sub-reatores na mesma elevação foi permitida, comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado não é permitida entre sub-reatores que estão em registro com os sub-reatores entre os quais comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado foi permitida, mas que estão localizados em outra elevação.

Tipicamente, comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado entre extremidades superiores de sub-reatores superiores adjacentes é prevenida. Assim, embora o espaço superior acima dos sub-reatores superiores seja comum aos sub-reatores superiores, lama ou corpo fluidizado é tipicamente impedido de fluir da extremidade superior de um canal de um sub-reator para outro sub-reator adjacente, por exemplo por meio de paredes laterais dos sub-reatores se estendendo no espaço superior acima de um nível de lama ou leito fluidizado normal em cada sub-reator superior.

A invenção será descrita agora em mais detalhe com referência

aos desenhos acompanhantes, em que:

Figura 1 mostra esquematicamente uma vista de elevação seccional de um reator de lama trifásico de acordo com a invenção;

Figura 2 mostra uma vista de cima seccional do reator de lama da Figura 1;

Figura 3 mostra uma vista seccional de elevação de outra concretização de um reator de lama trifásico de acordo com a invenção; e

Figura 4 mostra uma vista de cima seccional do reator de lama da Figura 3.

Se referindo às Figuras 1 e 2 dos desenhos, numeral de referência 10 indica geralmente um reator de fase de lama trifásico de acordo com a invenção. O reator 10 é adequado para síntese de hidrocarbonetos em um processo no qual reagentes gasosos na forma de um gás de síntese são reagidos em um corpo de lama ou leito de lama incluindo um líquido de suspensão de produto e partículas de catalisador.

O reator 10 inclui uma envoltório de reator 12 alojando vinte e quatro sub-reatores em forma de paralelepípedo 14. Os sub-reatores 14 estão agrupados em grupos de doze cada, com um grupo indicado geralmente por numeral de referência 16 sendo sub-reatores inferiores e outro grupo, indicado geralmente por numeral de referência 18 sendo sub-reatores superiores. Os sub-reatores superiores estão espaçados verticalmente dos sub-reatores inferiores deixando uma zona intermediária 20 entre os sub-reatores superiores 18 e os sub-reatores inferiores 16.

Cada sub-reator 14 inclui uma pluralidade de paredes ou placas de divisor de metal se estendendo verticalmente 22, que entre elas definem canais se estendendo verticalmente 24. Os sub-reatores 14 também têm paredes laterais 26. Como pode ser visto claramente na Figura 2, as paredes laterais 26 de alguns dos sub-reatores 14 estão definidas por uma parede de divisor 22 de um sub-reator adjacente 14, com as paredes de divisor

22 destes dois sub-reatores 14 sendo arranados perpendicularmente.

Embora não mostrado nas Figuras 1 e 2, pelo menos algumas das paredes de divisor ou placas 22 podem ser formadas ou texturizadas para aumentar sua área de superfície de transferência de calor ou melhorar  
5 coeficientes de transferência de calor. A formação ou texturização pode incluir, entre outros métodos conhecidos a pessoas qualificadas na técnica, o uso de placas onduladas, nervuradas ou aletadas.

O reator 10 também inclui uma entrada de gás 28 a uma elevação baixa, abaixo dos sub-reatores inferiores 16 e uma saída de gás 30 a  
10 uma elevação alta. A saída de gás 30 está em comunicação de fluxo com um espaço superior 32 no envoltório 12 acima dos sub-reatores superiores 18. Uma entrada de gás de reciclo 34 conduz a zona intermediária 20 e uma saída de líquido ou lama 36 conduz de abaixo dos sub-reatores inferiores 16.

Os canais 24 de cada sub-reator 14 são alternadamente canais  
15 de lama e canais de esfriamento. Em outras palavras, em uso, os canais 24 de um sub-reator 14 contêm tanto lama, ou água de alimentação de caldeira como um meio de transferência de calor ou esfriamento, com a lama e água de alimentação de caldeira estando presentes em sub-canais. Cada sub-reator 14 é assim provido com um arranjo de entrada de meio de transferência de  
20 calor (não mostrado) e um arranjo de saída de meio de transferência de calor (não mostrado). O arranjo de entrada de meio transferência de calor de um sub-reator 14 em uso alimenta água de alimentação de caldeira em todos os canais de esfriamento do sub-reator 14, a uma extremidade dele. O arranjo de saída de meio de transferência de calor retira a água de alimentação de  
25 caldeira de todos os canais de esfriamento, na outra extremidade do sub-reator 14. O fluxo da água de alimentação de caldeira pelos canais de esfriamento pode ser tanto para cima ou abaixo, isto é, concorrente ou contra-corrente em uso para reagentes gasosos e bolhas de produto gasoso subindo pelos canais de lama.

Os canais de lama são de extremidade aberta. Ao contrário dos canais de lama, os canais de esfriamento têm extremidades superiores e inferiores fechadas, mas estão comunicação de fluxo entre si em suas extremidades e com os arranjos de entrada e saída de meio de transferência de calor, em uma construção lembrando trocador de calor de placa.

Na concretização da invenção mostrada nas Figuras 1 e 2, as paredes laterais 26 dos sub-reatores inferiores 16 se estendem para baixo ao envoltório 12, onde elas são seladas contra o envoltório 12. Em outras palavras, abaixo dos canais 24 dos sub-reatores inferiores 16, os sub-reatores inferiores 16 não estão em comunicação de fluxo. A entrada de gás 28 assim alimenta cada um dos sub-reatores inferiores 16 individualmente. Tipicamente, um controlador de fluxo de reagente gasoso (não mostrado) será provido para cada um dos sub-reatores inferiores 16. Semelhantemente, a saída de líquido 36 é arranjada para retirar líquido de debaixo de cada um dos sub-reatores inferiores 16 individualmente. Tipicamente, um controlador de nível de corpo de lama ou leito de lama (não mostrado) está associado com cada um dos sub-reatores superiores 18, para controlar a retirada de líquido ou lama dos sub-reatores inferiores 16.

Como pode ser visto na Figura 1 dos desenhos, na zona intermediária 20, também não há nenhuma comunicação de fluxo de lama horizontal entre os sub-reatores inferiores 16 ou entre os sub-reatores superiores 18, em virtude das paredes laterais 26 de qualquer dos sub-reatores superiores ou inferiores 16, 18 formando barreiras no zona intermediária 20. Porém, os sub-reatores inferiores 16 estão em comunicação de fluxo de lama com os sub-reatores superiores 18 imediatamente acima deles. Em outras palavras, um sub-reator 14, que é um sub-reator inferior e que está verticalmente em registro com um sub-reator 14, que é um sub-reator superior, está em comunicação de fluxo com o sub-reator superior.

As paredes laterais 26 dos sub-reatores superiores 18 se

estendem para cima no espaço superior 32 para se projetarem para cima, acima de um nível de lama normal indicado por numeral de referência 38. Como resultado, em suas extremidades superiores, os sub-reatores superiores 18 também não estão em comunicação de fluxo de lama horizontal, embora eles compartilhem o espaço superior comum 32.

A entrada de gás de reciclo 34 alimenta cada sub-reator superior 18 individualmente como mostrado esquematicamente na Figura 1. Se desejado, um controlador de fluxo de gás de reciclo pode ser provido para cada um dos sub-reatores superiores 18. O arranjo da entrada de gás de reciclo 34 na Figura 1 é mostrado só esquematicamente. Na prática, como resultado do fato que cada um dos sub-reatores 14 tipicamente tem pelo menos uma parede lateral 26 enfrentando o envoltório 12, tipicamente é fácil prover cada um dos sub-reatores superiores 18 com uma entrada de gás de reciclo individual se estendendo pelo envoltório 12. Semelhantemente, para a saída de líquido 36 e a entrada de gás 28, se não for desejado entrar pelo fundo do envoltório 12, estes arranjos de tubulação podem entrar pelo envoltório cilíndrico circular 12 como os sub-reatores inferiores 16 também cada um tem pelo menos uma parede lateral 26 enfrentando o envoltório 12.

Pelo menos algum dos canais de lama 24 dos sub-reatores superiores 18 e dos sub-reatores inferiores 16 são configurados para funcionar como canais de tubo descendente. Estes canais são providos a suas extremidades inferiores com um dispositivo de prevenção de gasificação, tal como um defletor (não mostrado), e/ou em suas extremidades superiores com um desgasificador (não mostrado). Um canal de tubo descendente em um sub-reator superior 16 pode estar localizado diretamente acima ou pode estar em registro com um canal de tubo descendente de um sub-reator inferior 16. Se desejado, estes dois canais de tubo descendente também podem estar conectados fisicamente de forma que eles estejam em comunicação de fluxo direta entre si. Ao invés, um canal de tubo descendente em um sub-reator

superior 18 pode ser espaçado horizontalmente ou alternado de um canal de tubo descendente em um sub-reator inferior 16.

O reator 10 é adequado para muitos processos requerendo um reator de lama trifásico e requerendo transferência de calor para ou da lama.

5 Porém, só um uso, isto é síntese de hidrocarbonetos, será descrito agora.

Em uso, gás de síntese fresco incluindo principalmente monóxido de carbono e hidrogênio como reagentes gasosos, é alimentado no fundo do reator 10 pela entrada de gás 28. O gás de síntese é alimentado individualmente em cada um dos sub-reatores inferiores 16 e é tipicamente  
10 distribuído uniformemente por um sistema de borrifador (não mostrado) dentro de cada um dos sub-reatores inferiores 16. Simultaneamente, um fluxo de gás de reciclo (tipicamente esfriado) incluindo tipicamente hidrogênio, monóxido de carbono, metano e dióxido de carbono é retornado ao reator 10 pela entrada de gás de reciclo 34. Todo do fluxo de gás de reciclo pode ser  
15 alimentado nos sub-reatores superiores 18 por meio da entrada de gás de reciclo 34 ou, se desejado, uma porção do fluxo de gás de reciclo pode ser retornada ao fundo do reator 10 como mostrado pela linha 34.1 entrando na entrada de gás 28.

Como com o gás de síntese fresco, o gás de reciclo é  
20 alimentado a cada um dos sub-reatores superiores 18 individualmente e é tipicamente distribuído uniformemente dentro dos sub-reatores superiores 18 por meio de um sistema de borrifador (não mostrado) dentro de cada um dos sub-reatores superiores 18. Usando a entrada de gás de reciclo 34, é assim possível permitir a uma porção do gás de reciclo desviar a lama localizada nos  
25 sub-reatores inferiores 16. Deste modo, a interrupção de gás global no reator 10 pode ser reduzida, por esse meio aumentando surpreendentemente a capacidade de reator.

Os reagentes gasosos, incluindo o gás de síntese fresco e qualquer gás de reciclo, passam para cima por um corpo de lama 40, que



ocupa os canais de lama dos sub-reatores superiores e inferiores 18, 16 e que se estende do fundo do reator 10 ao nível 38. O corpo de lama 40 inclui partículas de catalisador de Fischer-Tropsch, tipicamente um catalisador baseado em ferro ou cobalto, suspensas em produto líquido. O corpo de lama 40 é controlado para ter o nível de lama 38 acima das extremidades superiores abertas dos canais de lama 24 dos sub-reatores superiores 18, mas abaixo das extremidades superiores das paredes laterais 26 dos sub-reatores superiores 18, que se estendem no espaço superior 32.

Quando o gás de síntese borbulha pelo corpo de lama 40, os reagentes gasosos nele reagem cataliticamente e exotermicamente para formar produto líquido, que assim faz parte do corpo de lama 40. De vez em quando, ou continuamente, fase líquida ou lama incluindo produto líquido é retirada pela saída de líquido 36, com o nível de lama 38 em cada um dos sub-reatores superiores 18 assim sendo controlado individualmente. As partículas de catalisador são separadas do produto líquido em um sistema de separação interno ou externo adequado, por exemplo usando filtros (não mostrado). Se o sistema de separação estiver localizado externamente ao reator 10, um sistema adicional (não mostrado) para retornar as partículas de catalisador separadas ao reator 10 é então provido.

O gás de alimentação de síntese fresco e o gás de reciclo são introduzidos no reator 10 a uma taxa suficiente para agitar e suspender todas as partículas de catalisador dentro do reator 10 sem sedimentação. A taxa de fluxo de gás será selecionada dependendo da concentração de lama, densidade de catalisador, densidade e viscosidade de meio de suspensão, e tamanho de partícula particular usado. Taxas de fluxo de gás adequadas incluem, por exemplo, de cerca de 5 cm/s a cerca de 50 cm/s. Porém, velocidades de gás até cerca de 85 cm/s foram testadas em colunas de bolhas. O uso de velocidades mais altas tem a desvantagem que é acompanhado por uma interrupção de gás mais alta no reator deixando relativamente menos espaço

para acomodar a lama contendo catalisador. Qualquer que seja a taxa de fluxo de gás selecionada porém, deveria ser suficiente para evitar sedimentação de partícula e aglomeração nos sub-reatores 14.

Alguma lama passa continuamente para baixo pelos canais de tubo descendente por esse meio para alcançar redistribuição de partículas de catalisador dentro do corpo de lama 40 e promover redistribuição de calor uniforme ao longo do corpo de lama 40. Como será apreciado, dependendo do arranjo dos canais de tubo descendente nos sub-reatores superiores 18 e seus sub-reatores inferiores 16 associados, redistribuição de lama através de regiões se estendendo verticalmente selecionadas do reator 10 é possível.

Cada sub-reator 14 é operado de forma que o leito de lama 40 esteja nele em um regime de fluxo heterogêneo ou turbulento agitado e inclui uma fase diluída consistindo em bolhas maiores ascendentes rápidas de reagentes gasosos e produto gasoso que atravessam o corpo de lama 40 virtualmente de modo de fluxo tampão e uma fase densa que inclui produto líquido, partículas de catalisador sólidas e bolhas menores arrastadas de reagentes gasosos e produto gasoso. Por meio do uso dos sub-reatores 14, o comportamento de fluxo tampão do reator inteiro 10 é promovido, desde que cada sub-reator 14 tem uma relação de aspecto alta de bem mais da relação de aspecto do envoltório 12.

O corpo de lama 40 está presente em canais 24 alternados ou de extremidade aberta, em cada sub-reator 14. Água de alimentação de caldeira como meio de esfriamento é circulada pelos canais 24 de extremidade aberta restantes para remover o calor das reações exotérmicas. Como será apreciado, as paredes de divisor 22 provêem grandes áreas de superfície de transferência de calor para remover calor do corpo de lama 40.

Produtos de hidrocarbonetos leves, tal como um  $C_{20}$  e abaixo de fração são retirados do reator 10 pela saída de gás 30 e passados a uma unidade de separação (não mostrada). Tipicamente, a unidade de separação

inclui uma série de esfriadores e um separador de vapor-líquido e pode opcionalmente incluir esfriadores e separadores adicionais e possivelmente também uma unidade criogênica para remoção de hidrogênio, monóxido de carbono, metano e dióxido de carbônico do C<sub>20</sub> e abaixo de fração de hidrocarbonetos. Outras tecnologias de separação tais como unidades de membrana, unidades de adsorção de troca de pressão e/ou unidades para a remoção seletiva de dióxido de carbono, podem ser empregadas. Os gases separados incluindo nitrogênio, monóxido de carbono e outros gases são comprimidos e reciclados por meio de um compressor (não mostrado) para prover o fluxo de gás de reciclo. Hidrocarbonetos líquidos condensados e água de reação são retirados da unidade de separação para processamento adicional.

É para ser apreciado que, embora o reator 10, como ilustrado, permita o reciclo de gás ao reator 10, não é necessariamente de forma que um fluxo de gás de reciclo será empregado em todas as concretizações.

Na concretização da invenção mostrada nas Figuras 1 e 2, nenhuma comunicação de fluxo de lama é possível entre os sub-reatores 14 na mesma elevação. É porém bastante fácil modificar o comportamento de reator para obter comunicação de fluxo de lama transversal ou horizontal a elevações selecionadas dentro do reator 10. Assim, por exemplo, removendo ou modificando as porções das paredes laterais 26 dos sub-reatores inferiores 16 se estendendo para baixo abaixo dos sub-reatores inferiores 16, é possível permitir comunicação de fluxo de lama entre os sub-reatores inferiores 16 no fundo do reator 10. De um modo semelhante, comunicação de fluxo de lama entre os sub-reatores inferiores 16 ou entre os sub-reatores superiores 18 também pode ser estabelecida na zona intermediária 20.

Se referindo às Figuras 3 e 4 dos desenhos, outra concretização de um reator de lama trifásico de acordo com a invenção é indicada geralmente por numeral de referência 100. O reator 100 concretiza os mesmos

conceitos como o reator 10 e assim inclui muitas partes ou características que são as mesmas ou semelhantes. Estas partes ou características estão indicadas pelos mesmos numerais de referência nas Figuras 3 e 4 como nas Figuras 1 e 2, a menos que caso contrário indicado.

5                   No reator 100, as paredes laterais 26 de cada sub-reator definem cordas do envoltório 12, como pode ser visto claramente na Figura 4. Em vez de ter paredes de divisor como as paredes de divisor 22 do reator 10, o reator 100, em cada um dos sub-reatores 14, tem uma pluralidade de tubos se estendendo verticalmente 102 arranjados entre placas de tubo superior e inferior 104. Entre as paredes laterais 26 e cercando os tubos 102, um espaço de fluxo de meio de transferência de calor (espaço de fluxo de água de alimentação de caldeira) 106 é definido.

15                   O reator 100 é operado de modo semelhante ao reator 10, com o corpo de lama 40 ocupando os tubos 102. Na concretização mostrada nas Figuras 3 e 4, como é o caso com o reator 10, não há nenhuma comunicação de fluxo de lama permitida, entre sub-reatores inferiores 16 adjacentes, no fundo do reator 100, ou entre sub-reatores superiores 18 adjacentes, acima dos sub-reatores superiores 18 no espaço superior 32. Porém, na zona intermediária 20, comunicação de fluxo de lama entre sub-reatores 14 adjacentes é permitida.

25                   Embora não mostrado nas Figuras 3 e 4, pelo menos alguns dos tubos 102 podem ser formados ou texturizados para aumentar sua área de superfície de transferência de calor ou melhorar coeficientes de transferência de calor. A formação ou texturização pode incluir, entre outros métodos conhecidos a pessoas qualificadas na técnica, o uso de tubos ondulados, nervurados ou aletados.

Em uso, água de alimentação de caldeira é circulada pelos espaços de fluxo de água de alimentação de caldeira 106, tipicamente entrando em cada sub-reator 14 a uma baixa elevação e saindo a uma alta

elevação.

Como com o reator 10, cada sub-reator 14 do reator 100 pode ser provido facilmente com arranjos de tubulação como cada sub-reator 14 tem uma parede lateral definida pelo envoltório 12.

5                   É acreditado que os reatores 10, 100, como ilustrado, são de projetos que reduzem substancialmente o risco de aumento de escala de planta piloto para escala de planta comercial, exibindo efeitos de macro-mistura dependentes de escala reduzidos. Também é acreditado que estes projetos de reator podem ser modelados mais prontamente ou preditos de experimentação  
10 permitindo melhores combinações de características de fluxo tampão desejáveis e características bem misturadas de reagentes e produtos. Projeto e teste de um único sub-reator em uma escala piloto é possível, com aumento envolvendo agora somente adicionar sub-reatores. Os projetos de reator ilustrados também provêem altas áreas de superfície de transferência de calor  
15 e serviços compartilhados tal como filtração através de um sub-reator utilizável. Estes projetos também permitem 'tubos descendentes' arranjados verticalmente, reduzindo o efeito prejudicial sobre comportamento de fluxo tampão de 'tubos descendentes' atuando através da altura de reator inteira. Catalisadores também podem ser segregados verticalmente a uma maior  
20 extensão que em projetos de reator da técnica anterior de quais o Requerente está ciente. Isto pode ser usado vantajosamente, especificamente para catalisadores de ferro, para expor menos do catalisador a áreas no reator com alta pressão parcial de água que afeta negativamente a atividade de catalisador, conduzindo a produtividade de reator aumentada.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para operar um reator de leito fluidizado bifásico, caracterizado pelo fato de que inclui:

5 alimentar a um nível baixo pelo menos um reagente gasoso em um corpo fluidizado de partículas sólidas se estendendo verticalmente, o corpo fluidizado estando contido em pelo menos dois eixos se estendendo verticalmente alojados lado a lado dentro de um envoltório de reator comum, cada eixo sendo dividido em uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo e  
10 o corpo fluidizado estando presente em pelo menos alguns dos canais, e pelo menos alguns dos eixos e/ou canais sendo pelo menos parcialmente definidos por superfícies de troca de calor;

15 permitir ao reagente gasoso reagir quando passa ascendentemente pelo corpo fluidizado presente em pelo menos alguns dos canais dos eixos, por esse meio para formar um produto gasoso;

permitir ao produto gasoso e/ou reagente gasoso não reagido desprender do corpo fluidizado em um espaço superior acima do corpo fluidizado; e

20 retirar produto gasoso e reagente gasoso não reagido, se presente, do espaço superior.

25 2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os canais de um eixo são definidos estendendo-se verticalmente paredes divisórias, com as paredes divisórias de um eixo sendo geralmente paralelas entre si, e as paredes divisórias de eixos adjacentes sendo geralmente perpendiculares entre si.

3. Método para operar um reator de lama trifásico, caracterizado pelo fato de que inclui:

alimentar a um nível baixo pelo menos um reagente gasoso em um corpo de lama de partículas sólidas se estendendo verticalmente suspensas

em um líquido de suspensão, o corpo de lama estando contido em pelo menos dois eixos se estendendo verticalmente alojados lado a lado dentro de um envoltório de reator comum, cada eixo sendo dividido em uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo de lama e o corpo de lama estando presente em pelo menos alguns dos canais, pelo menos alguns dos eixos e/ou canais sendo pelo menos parcialmente definidos por superfícies de troca de calor;

permitir ao reagente gasoso reagir quando passa ascendentemente pelo corpo de lama presente em pelo menos alguns dos canais dos eixos, por esse meio para formar um produto não gasoso e/ou gasoso;

permitir ao produto gasoso, se presente, e/ou reagente gasoso não reagido desprender do corpo de lama em um espaço superior acima do corpo de lama;

retirar produto gasoso, se presente, e/ou reagente gasoso não reagido do espaço superior; e

se necessário, manter o corpo de lama a um nível desejado retirando lama ou líquido de suspensão, incluindo produto não gasoso se presente, ou adicionando lama ou líquido de suspensão.

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os canais de um eixo são definidos estendendo-se verticalmente paredes divisórias, com as paredes divisórias de um eixo sendo geralmente paralelas entre si, e as paredes divisórias de eixos adjacentes sendo geralmente perpendiculares entre si.

5. Método de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os canais de um eixo estão em planos paralelos, e em que um meio de transferência de calor é passado por alguns dos canais dos eixos.

6. Método de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2,

caracterizado pelo fato de que os canais estão na forma de tubos se estendendo verticalmente, com os eixos sendo definidos por paredes laterais se estendendo verticalmente dividindo o reator, e em que os canais de um eixo são cercados por meio de transferência de calor.

5                   7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a comunicação de fluxo de lama entre canais em um eixo contendo o corpo fluidizado ou de lama só ocorre nas extremidades de topo e/ou fundo de tais canais.

10                   8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que as partículas sólidas são partículas de catalisador para catalisar a reação do reagente gasoso ou reagentes gasosos em um produto.

                    9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a reação é síntese de hidrocarbonetos de Fischer-Tropsch.

15                   10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos alguns eixos individuais, cada um tem uma entrada de reagente gasoso, o método incluindo alimentar o reagente ou reagentes gasosos, ou um gás de reciclo a estes eixos individuais independentemente da alimentação a outro eixo.

20                   11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos dois dos eixos se estendendo verticalmente são espaçados verticalmente, com uma extremidade superior de um eixo inferior estando abaixo de uma extremidade inferior de um eixo superior.

25                   12. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que pelo menos dois dos eixos se estendendo verticalmente são verticalmente espaçados, com uma extremidade superior de um eixo inferior estando abaixo de uma extremidade inferior de um eixo superior, e que inclui permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama no eixo



superior para um nível inferior de dito eixo superior, e/ou que inclui permitir a lama passar para baixo de um nível alto no corpo de lama do eixo inferior para um nível inferior de dito eixo inferior.

13. Método de acordo com a reivindicação 11 ou reivindicação 5 12, caracterizado pelo fato de que inclui alimentar gás de reciclo a um nível elevado no reator, de forma que dito gás de reciclo passe somente pelo eixo superior ou eixos superiores e desvie o eixo inferior ou eixos inferiores.

14. Reator de leito fluidizado bifásico, caracterizado pelo fato de que inclui:

10 um envoltório de reator alojando pelo menos dois sub-reatores se estendendo verticalmente lado a lado, cada um definindo uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo e que definem uma zona de leito fluidizado que, em uso, conterà um corpo fluidizado de partículas sólidas, pelo menos alguns dos 15 sub-reatores e/ou canais sendo parcialmente definidos por superfícies de troca de calor;

uma entrada de gás no envoltório de reator para introduzir um reagente gasoso ou reagentes gasosos no reator; e

20 uma saída de gás no envoltório de reator para retirar gás de um espaço superior no envoltório de reator acima de um ou mais dos sub-reatores.

15. Reator de lama trifásico, caracterizado pelo fato de que inclui:

25 um envoltório de reator alojando pelo menos dois sub-reatores se estendendo verticalmente lado a lado, cada um definindo uma pluralidade de canais se estendendo verticalmente, pelo menos alguns dos quais estão em comunicação de fluxo de lama e que definem uma zona de lama que, em uso, conterà uma lama de partículas sólidas suspensas em um líquido de suspensão, pelo menos alguns dos sub-reatores e/ou canais sendo

parcialmente definidos por superfícies de troca de calor;

uma entrada de gás no envoltório de reator para introduzir um reagente gasoso ou reagentes gasosos no reator;

5 uma saída de gás no envoltório de reator para retirar gás de um espaço superior no envoltório de reator acima de um ou mais dos sub-reatores; e  
se necessário, uma entrada de líquido ou uma saída de líquido para adicionar ou retirar lama ou líquido de suspensão para ou do reator.

10 16. Reator de acordo com a reivindicação 14 ou reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que pelo menos alguns dos sub-reatores incluem uma pluralidade de paredes de divisor se estendendo verticalmente, que entre elas definem os canais se estendendo verticalmente.

15 17. Reator de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que as paredes divisórias de um sub-reator são geralmente paralelas entre si, e em que as paredes divisórias de sub-reatores adjacentes são geralmente perpendiculares entre si.

18. Reator de acordo com a reivindicação 16 ou reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que pelo menos alguns dos canais são canais de fluxo de meio de transferência de calor.

20 19. Reator de acordo com a reivindicação 14 ou reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que os sub-reatores incluem uma pluralidade de tubos se estendendo verticalmente, cada tubo definindo um canal e com defletores se estendendo verticalmente ou paredes laterais definindo os lados dos sub-reatores.

25 20. Reator de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que um espaço de fluxo de meio de transferência de calor é definido entre os defletores ou paredes laterais de um sub-reator, o espaço de fluxo de meio de transferência de calor assim cercando os tubos.

21. Reator de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 19 inclusive, caracterizado pelo fato de que inclui um ou mais dos sub-

reatores arranados a um nível inferior no envoltório e um ou mais sub-reatores arranados a um nível mais alto no envoltório, tal que extremidades inferiores de canais dos sub-reatores superiores estejam acima de extremidades superiores dos canais dos sub-reatores inferiores.

5                    22. Reator de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que inclui uma zona intermediária entre os sub-reatores superiores e os sub-reatores inferiores, dita zona intermediária estando em comunicação de fluxo com canais de zona de lama ou de leito fluidizado de um sub-reator superior ou sub-reatores superiores e com canais de zona de lama ou  
10 de leito fluidizado de um sub-reator inferior ou sub-reatores inferiores.

23. Reator de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 22 inclusive, caracterizado pelo fato de que a entrada de gás é arranada para alimentar um reagente gasoso ou reagentes gasosos diretamente em pelo menos alguns dos sub-reatores, a baixas elevações nos sub-reatores.

15                    24. Reator de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 23 inclusive, caracterizado pelo fato de que cada sub-reator tem um lado se estendendo verticalmente enfrentando o envoltório ou sendo definido pelo envoltório.

20                    25. Reator de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 24 inclusive, caracterizado pelo fato de que comunicação de fluxo de lama ou corpo fluidizado entre extremidades superiores de sub-reatores adjacentes, ou pelo menos extremidades superiores de sub-reatores superiores adjacentes, se presente, é prevenida.