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

(11) PI 1011148-4 B1

(22) Data do Depósito: 02/06/2010

(45) Data de Concessão: 06/02/2018

(54) Título: PROCESSO PARA SEPARAR LÍQUIDO A PARTIR DE UMA MISTURA MULTIFÁSICA CONTIDA EM UM VASO, USO DO PROCESSO, E, PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO.

(51) Int.Cl.: B01J 8/00; B01J 8/22; C01B 15/023

(30) Prioridade Unionista: 05/06/2009 EP 09162095.5

(73) Titular(es): SOLVAY

(72) Inventor(es): JAL RUSTOM DADADHOY; MASSIMO FEDELI; PATRICK MARKUS DHAESE; YVAN FRANS VAN HOOF

"PROCESSO PARA SEPARAR LÍQUIDO A PARTIR DE UMA MISTURA MULTIFÁSICA CONTIDA EM UM VASO, USO DO PROCESSO, E, PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO"

O presente pedido reivindica o benefício do pedido Europeu no. 09162095.5 depositado em 5 de Junho de 2009, aqui incorporado como referência.

A presente invenção se relaciona a um processo para separar líquido a partir de uma mistura multifásica contida em um vaso e que compreende partículas sólidas e pelo menos uma fase líquida formando juntas pelo menos uma suspensão, e uma fase gasosa escoando ascendentemente através da suspensão. A presente invenção também se relaciona a um processo para a fabricação de peróxido de hidrogênio que compreende o dito processo de separação.

Reatores de pastas fluidas trifásicas, que compreendem uma mistura de partículas sólidas e pelo menos uma fase líquida formando juntas pelo menos uma suspensão e uma fase gasosa escoando ascendentemente através da suspensão, são bem conhecidos por aqueles mais versados na técnica. Nesses reatores, as partículas de catalisador sólido estão dispersas ou mantidas em suspensão na fase líquida pela fase gasosa borbulhando através da fase líquida. Em operação, os ditos reatores tipicamente compreendem uma zona de pasta fluida e uma zona livre, a zona de pasta fluida compreendendo as partículas sólidas em suspensão no líquido, reagentes gasosos borbulhando através da pasta, e a zona livre, localizada acima da pasta, que compreende primariamente os produtos gasosos e/ou reagentes.

Exemplos de processos químicos que são realizados em um reator de pasta fluida de três fases são aqueles que fazem uso de partículas catalisadoras sólidas e pelo menos um reagente gasoso e produz um produto que é líquido sob as condições da reação. Exemplos desses processos incluem processos de hidrogenação, hidroformilação, síntese de alcanol, a preparação

de uretanos aromáticos usando monóxido de carbono, síntese Kölbel-Engelhardt, síntese de poliolefinas, e síntese de Fischer-Tropsch.

Várias formas têm sido propostas para separar pelo menos parte do líquido de uma mistura multifásica.

Por exemplo, na EP 0609079, uma zona de filtragem está localizada no leito de pasta fluida, próxima à sua superfície superior. O produto líquido é separado das partículas sólidas ao passar através de um meio filtrante em uma primeira direção, o que forma uma pasta de partículas sólidas no meio filtrante. Entretanto, tal impasse na filtragem impõe um fluxo regular de retorno no meio filtrante, em uma segunda direção, oposta à primeira, para remover a pasta do meio filtrante. O líquido usado no fluxo de retorno constitui uma carga adicional que também terá que ser filtrada. A produtividade global do processo será, portanto, diminuída devido ao fluxo de retorno.

Na WO 94/16807, a zona de filtragem rodeia o vaso do reator e o meio filtrante pode ser fornecido por uma parte da parede do próprio reator, que é composta de um material filtrante. Com tal desenho, não há formação de material sólido no meio filtrante, por causa do movimento turbulento da pasta. Ainda, tal sistema de filtragem é sofisticado e, portanto, caro e de difícil implantação. Ainda mais, tal sistema de filtragem interna implica na parada do vaso para manutenção, por exemplo, se o filtro necessitar de limpeza química.

US 5.900.159 revela a desgaseificação da mistura multifásica usando um hidrociclone ou um método de desprendimento contínuo de separação e a separação subsequente da pasta resultante em um líquido e em um concentrado da pasta fluida via um filtro de fluxo cruzado localizado fora do vaso, dita lama sendo trazida para o filtro de fluxo cruzado por meio de uma bomba. A principal vantagem do sistema de filtragem de fluxo cruzado é evitar a formação de material sólido no meio filtrante.

A filtragem de fluxo cruzado é um método de filtragem bem conhecido, onde o resíduo (retido) é continuamente removido do filtro pelo cisalhamento da pasta fluida que escoa ao longo do filtro, por um fluxo tangencial ao meio filtrante. O cisalhamento pode ser produzido por elementos rotativos como filtros rotativos ou rotores, mas o cisalhamento é usualmente produzido pela velocidade relativa da pasta em relação ao meio filtrante. Uma visão geral da filtragem-cruzada pode ser encontrada na Enciclopédia de Tecnologia Química Kirk-Othmer, (2003), Capítulo"Filtragem", páginas383-388, (DOI 10.1002/0471238961.0609122019220118.a01.pub2) que é aqui incorporada como referência.

O método da US 5.900.159 requer o uso de uma bomba entre o meio de degaseificação e o filtro de fluxo cruzado. A primeira desvantagem associada ao uso da dita bomba é introduzir pelo menos algum atrito das partículas sólidas ou, se as partículas não são de todo sensíveis ao atrito, a erosão da bomba. Uma segunda desvantagem é que a bomba é sensível ao gás e tende a funcionar menos apropriadamente na presença de gás, o que impõe uma perfeita desgaseificação da pasta a montante da bomba. Uma terceira desvantagem é que a bomba consome energia.

O propósito da presente invenção é fornecer um novo processo que não apresente as desvantagens acima. Especialmente, o propósito da presente invenção é fornecer um processo que permita a separação do líquido da mistura multifásica que compreende partículas sólidas e pelo menos uma fase líquida formando juntas pelo menos uma suspensão, e uma fase gasosa escoando ascendentemente através da suspensão.

A presente invenção, portanto, se relaciona a um processo para separar líquido de uma mistura multifásica contida em um vaso e que compreende partículas sólidas, e pelo menos uma fase líquida formando juntas pelo menos uma suspensão, e uma fase gasosa escoando

ascendentemente através da suspensão de tal forma que um efeito de levantamento de gás ocorre no interior do vaso, e que pelo menos parte da mistura, opcionalmente pelo menos desgaseificada parcialmente, é circulada através de pelo menos um filtro de fluxo cruzado localizado fora do vaso, portanto, separando a dita parte da mistura em um líquido e um concentrado, a saber, a parte reminiscente da mistura multifásica empobrecida em líquido, onde a dita parte da mistura circula através do filtro de fluxo cruzado usando a recirculação natural fornecida pelo efeito de levantamento de gás que ocorre no interior do vaso, e a velocidade tangencial da mistura multifásica, continuamente empobrecida no líquido, ao longo do meio de filtração é de 400 a 2000 vezes a velocidade trans-média do líquido filtrado através do meio de filtração.

De fato, isto foi surpreendentemente achado, na estrutura da presente invenção, que a recirculação natural fornecida pelo efeito de levantamento de gás que ocorre no interior do vaso pode ser usada para fazer com que pelo menos parte da mistura circule fora do vaso, através de um filtro de fluxo cruzado. Um efeito de levantamento de gás ocorre nos reatores de pasta fluida ainda por motivo da diferença da retenção do gás entre a corrente ascendente e a corrente descendente. Esta diferença fornece uma diferença de densidade entre essas duas zonas e uma recirculação natural da pasta dentro do vaso. De acordo com o presente processo, a recirculação fornecida pelo efeito de levantamento de gás é usada como um fluxo tangencial no sistema de filtragem de fluxo cruzado. A circulação de pelo menos parte do fluxo descendente através do sistema de filtragem de fluxo cruzado, via tubulações e conexões, é uma função da diferença de densidade entre a corrente ascendente e a corrente descendente, a altura da mistura multifásica, e a resistência do sistema de filtragem.

Uma bomba para forçar a circulação da mistura multifásica através do filtro de fluxo cruzado é, portanto, não necessária, o que é

vantajoso. De fato, isto evita o atrito das partículas sólidas e/ou erosão da bomba. Isto também suprime a necessidade de uma operação de desgaseificação a montante da bomba. Por fim, mas não menos importante, isto economiza alguns custos e energia.

De acordo com uma modalidade especialmente preferida, a parte da mistura que circula através do filtro de fluxo cruzado circula usando somente a recirculação natural fornecida pelo efeito do gás elevador que ocorre no interior do vaso. Especialmente, a mistura é circulada através do filtro de fluxo cruzado sem o uso de uma bomba a montante do filtro de fluxo cruzado.

No presente processo, o fluxo de circulação da mistura multifásica fora do vaso e através de pelo menos um filtro de fluxo cruzado (fluxo tangencial) resulta do equilíbrio entre a queda de pressão total gerada pela velocidade do tal fluxo através do circuito externo, que inclui pelo menos um filtro de fluxo cruzado e as tubulações de alimentação e descarga do filtro de fluido cruzado, e a força de acionamento total disponível no sistema, e especialmente a força de acionamento total disponível para um dado vaso e condições de processo.

A força de acionamento total disponível é definida pela retenção do gás na fase líquida contida no vaso e a altura da mistura multifásica no vaso. A retenção do gás corresponde ao aumento de volume entre a fase líquida sem qualquer adição de gás e o volume da mistura gás-líquido expandida quando o gás é passado através da fase líquida. No presente processo, a retenção do gás no vaso (isto é, a retenção do gás na fase líquida contida no vaso) é usualmente de pelo menos 5%, preferivelmente de pelo menos 10%, por exemplo, de pelo menos 15%. A retenção do gás no vaso pode ser tão alta quanto possível, mas é geralmente de no máximo 70%, em particular de no máximo 50%, e muito particularmente de no máximo 30%. A retenção do gás, e, portanto, a força de acionamento total disponível, depende

principalmente das condições de operação tais como a velocidade do gás no fundo e no topo do vaso, a densidade do gás, a pressão no interior do vaso, e as propriedades físicas do líquido tais como tensão superficial, viscosidade e densidade, e da geometria do vaso, em particular da sua altura e do seu diâmetro. Para um dado vaso, a força de acionamento real disponível depende da razão da retenção do gás na mistura multifásica contida dentro do vaso comparada com a retenção do gás na mistura multifásica que alimenta o filtro de fluxo cruzado. Maior força de acionamento disponível significa maior fluxo tangencial através do filtro de fluxo cruzado para um mesmo sistema instalado.

Assim, para uma dada força de acionamento total disponível, o fluxo de circulação depende da geometria do circuito externo que compreende pelo menos um filtro de fluxo cruzado e as tubulações de alimentação e descarga do filtro de fluxo cruzado, e que determina as quedas de pressão relativas a este circuito.

No processo da invenção, as partículas sólidas na mistura multifásica são tipicamente, pelo menos em parte, partículas catalisadoras, a fase líquida presente na mistura multifásica é geralmente, pelo menos em parte, um produto reagente, e a fase gasosa é usualmente, pelo menos em parte, uma síntese de gás, por exemplo, hidrogênio, oxigênio, monóxido de carbono etc.

No processo da invenção, as partículas sólidas presentes na mistura multifásica são mantidas em suspensão no vaso por meio da velocidade superficial do gás e/ou do líquido. No presente processo a fase gasosa na maioria das vezes tem uma velocidade igual ou maior do que 0,1 m/s no fundo do reator, vantajosamente de 0,1 a 1 m/s, por exemplo, de 0,1 a 0,5 m/s. A velocidade do gás no topo do reator é usualmente menor, por exemplo, 0,02 a 0,1 m/s. O tamanho médio de partícula máximo possível das partículas sólidas pode *inter alia* depender da velocidade do gás e do líquido,

e da diferença de densidade entre as partículas sólidas e o líquido. Tipicamente, o tamanho médio da partícula é não maior do que 1 mm, preferivelmente não maior que 600 μm. Para permitir uma eficiente filtragem, tipicamente o tamanho médio da partícula não é menor do que 1 μm, preferivelmente não menor do que 5 μm, mais preferivelmente não menor do que 10 μm. O tamanho médio preferido da partícula é usualmente de 10 a 600 μm, preferivelmente de 60 a 250 μm. Por causa do atrito, o tamanho médio da partícula sólida pode diminuir com o tempo durante a operação das partículas. Se desejado, uma mistura de partículas catalisadoras e de outras partículas sólidas pode ser usada, por exemplo, uma mistura com material inerte como sólidos porosos ou não porosos como filetes de vidro, óxidos inorgânicos dos Grupos IIIB, IVB, VB, os lantanídeos e actinídeos, terras de diatomáceas, kieselguhr ou zeólitos, ou uma mistura com outras partículas cataliticamente ativas tendo uma diferente densidade, atividade, produtividade ou seletividade. As outras partículas sólidas podem ter um tamanho médio de partícula que seja diferente do tamanho médio de partícula das partículas catalisadoras.

O filtro de fluxo cruzado usado na presente invenção está localizado fora do vaso. Dito filtro de fluxo cruzado tipicamente compreende um ou mais tubos, onde pelo menos parte da parede de cada tubo é feita de um meio filtrante, preferivelmente quase o comprimento total dos tubos é feito de um meio filtrante. Em uma primeira modalidade, a mistura multifásica escoa através do filtro de fluxo cruzado por fora dos tubos e o líquido filtrado escoa por dentro do tubo e é coletado no interior dos tubos (de fora para dentro). Em uma segunda modalidade, a mistura multifásica escoa através do filtro de fluxo cruzado pelo interior dos tubos e o líquido filtrado é coletado por fora dos tubos (de dentro para fora). Se pelo menos um tubo opera de acordo com a primeira modalidade (de fora para dentro) ele pode ser localizado horizontalmente ou verticalmente, preferivelmente

horizontalmente. Se pelo menos um tubo opera de acordo com segunda modalidade (de dentro para fora), ele deve ser localizado verticalmente e o fluxo descendente vindo do vaso flui para baixo.

No processo da presente invenção, a mistura multifásica é circulada através de pelo menos um filtro de fluxo cruzado. Mais de um filtro de fluxo cruzado podem também estar presentes, dispostos em paralelo. Preferivelmente, a mistura multifásica é circulada através de mais de um filtro de fluxo cruzado dispostos em paralelo, especialmente em pelo menos 3 filtros de fluxo cruzado, preferivelmente em pelo menos 5 filtros de fluxo cruzado.

De acordo com a presente a presente invenção, o número de tubos é usualmente de pelo menos 1, preferivelmente de pelo menos 5, especialmente de pelo menos 10. O número de tubos não é limitado e pode ser tão elevado quanto 300. Dependendo do vaso, o número de tubos pode ser tão elevado quanto 250, especialmente tão elevado quanto 200, por exemplo, entre 100 e 200.

O diâmetro de cada tubo presente em um filtro de fluxo cruzado tipicamente está na faixa de 1 a 10 cm, preferivelmente de 1,5 a 5 cm, por exemplo, cerca de 2 a 3 cm. O comprimento de cada tubo depende da queda de pressão desejada entre a entrada do filtro de fluxo cruzado e a saída do filtro de fluxo cruzado e a desejada concentração de sólido no concentrado na saída do filtro de fluxo cruzado. O comprimento de cada tubo pode ser de 1 a 10 m, especialmente de 1 a 5 m, por exemplo, cerca de 2 ou 3 m.

O meio filtrante dos tubos presentes em um filtro de fluxo cruzado pode ser feito de qualquer material filtrante conhecido tal como cerâmicas, metal poroso tal como aço inoxidável sinterizado, ou outros. Por exemplo, o meio filtrante pode ser selecionado entre os Rigimesh K® (da Pall), Poral ® (da Federal Mogul), GKN Sinter Metals ou HyPulse®LSX da Mott Metallurgical Corporation.

De acordo com a presente invenção, as aberturas dos poros do meio filtrante têm um tamanho tal que não permitem uma passagem significativa de partículas, mesmo depois de algum atrito entre as ditas partículas. Assim, dependendo do tamanho médio das partículas e da distribuição dos tamanhos médios das partículas, as aberturas dos poros do filtro poderiam ter um diâmetro na faixa de 0.1 a 100 μm, preferivelmente de 0,5 a 50 μm, mais preferivelmente de 1 a 30 μm.

Na presente invenção, a força de acionamento na filtragem é usualmente um diferencial de pressão através do meio filtrante. A queda de pressão através do meio filtrante é usualmente de pelo menos 0,05 bar, particularmente de pelo menos 0.1 bar. A queda de pressão na maioria das vezes é de no máximo 10 bar, em particular menos do que 10 bar, especialmente de no máximo 5 bar. Tipicamente, a queda de pressão através do meio filtrante está na faixa de 0,05 a 10 bar, preferivelmente de 0,05 até menos do que 10 bar, mais preferivelmente de 0,1 a 5 bar. Dependendo do meio filtrante e da pressão no interior do vaso, a queda de pressão pode ser de 1 a 5 bar ou pode ser tão baixa quanto no máximo 1 bar, em particular menos do que 1 bar, por exemplo, de 0,1 a 0,2 bar. Sem ser limitado por alguma teoria, uma queda de pressão muito elevada através do meio filtrante, em particular uma queda de pressão acima de 10 bar pode provocar incrustações e especialmente incrustações para o interior do meio filtrante. De fato, com uma queda de pressão elevada, pequenas partículas serão dirigidas para dentro do meio filtrante e não serão removidas pelo fluxo tangencial ao meio filtrante para serem filtradas ao longo do meio filtrante.

Vantajosamente, a queda de pressão da mistura multifásica entre a entrada e a saída do filtro de fluxo cruzado (isto é a queda de pressão do fluxo escoando através do filtro de fluxo cruzado) é menor do que a queda de pressão através do meio filtrante. As quedas de pressão entre a entrada e a saída do filtro de fluxo cruzado são tipicamente de pelo menos 50%,

preferivelmente de pelo menos 60% das quedas totais de pressão do circuito externo integral que inclui o filtro de fluxo cruzado. De fato, a eficiência da filtragem está ligada à velocidade tangencial da mistura multifásica ao longo do filtro de fluxo cruzado. É, portanto, muito desejável atingir velocidades tangenciais as mais altas quanto possível, o que pode ser alcançado se a queda de pressão ao longo do circuito externo (pelo menos um filtro de fluxo cruzado e suas tubulações de alimentação e descarga) está concentrada entre a entrada e a saída do filtro de fluxo cruzado. Isto pode ser alcançado, por exemplo, pelo aumento dos diâmetros das tubulações de alimentação e de descarga dos filtros de fluxo cruzado, e pela diminuição do diâmetro dos tubos do filtro e/ou pelo aumento do comprimento dos tubos do filtro.

A velocidade tangencial da mistura multifásica, empobrecida continuamente em líquido, ao longo do meio filtrante do filtro de fluxo cruzado, é uma função da força de acionamento total disponível e da geometria do circuito externo que inclui pelo menos um filtro de fluxo cruzado e as tubulações de alimentação e descarga. No processo da presente invenção, dita velocidade tangencial está tipicamente na faixa de 0,5 a 6 m/s, em particular de 1 a 5 m/s, por exemplo de 2 a 3 m/s. Velocidades tangenciais maiores e menores são possíveis, mas a uma velocidade tangencial maior do que 6 m/s, a queda de pressão através do meio filtrante poderá ser bastante elevada para gerar um razoável fluxo de líquido através do meio filtrante. A uma velocidade tangencial menor do que 0,5 m/s, a queda de pressão através do meio filtrante deverá ser pequena o bastante para habilitar a remoção da pasta do filtro por meio de cisalhamento. Esta pequena queda de pressão por sua vez resulta um baixo fluxo de líquido através do meio filtrante.

De acordo com o processo da invenção, a velocidade trans-meio filtrante do líquido filtrado através do meio filtrante é preferivelmente mantida em um valor igual ou menor do que 15 m/h, preferivelmente igual ou menor do que 10 m/h, por exemplo, igual ou menor do que 8 m/h. Se a

velocidade trans-média filtrante do líquido filtrado for mantida abaixo desses ditos limites, o escoamento da filtragem pode ser sustentado e mantido sem necessidade de nenhuma limpeza química do meio filtrante. Assim, a velocidade trans-média filtrante tem um impacto sobre a manutenção do escoamento. A velocidade trans-média filtrante também tem um impacto sobre a mínima diferença de pressão requerida através do meio filtrante para permitir que a filtragem ocorra. Entretanto, isto não é um fator limitador na maioria dos casos. A velocidade trans-média filtrante do líquido filtrado através do meio filtrante é usualmente igual ou maior do que 0,5m/h, em particular igual ou maior do que 1 m/h, especialmente igual ou maior do que 5 m/h. Valores de velocidade trans-média filtrante do líquido filtrado abaixo desses ditos valores irão usualmente provocar um processo não eficiente por que a superfície de filtragem requerida pode aumentar desnecessariamente para realização do mesmo serviço. Assim, o sistema de filtragem desta invenção se tornará economicamente inviável e pode perder suas vantagens versus outros padrões de sistemas de filtragem. A velocidade trans-média filtrante do líquido filtrado através do meio filtrante pode ser tipicamente de 1 a 15 m/h, preferivelmente de 5 a 10 m/h.

Em uma modalidade preferida do processo da presente invenção, a velocidade tangencial da mistura multifásica, empobrecida continuamente do líquido filtrado, ao longo do meio filtrante é de 400 a 2.000 vezes, preferivelmente de 700 a 1.500 vezes, por exemplo, cerca de 1.000 vezes a velocidade trans-média filtrante do líquido filtrado através do meio filtrante.

Para uma dada velocidade trans-média filtrante do líquido filtrado através do meio filtrante dos tubos de um filtro de fluxo cruzado, ambas, a concentração de partículas sólidas no concentrado da saída do filtro de fluxo cruzado e a queda de pressão entre a alimentação e a descarga do filtro de fluxo cruzado aumentam com o aumento do comprimento dos tubos.

O limite para o comprimento dos tubos é dado pela queda máxima de pressão permissível, que é a força de acionamento do sistema, e pela concentração máxima permissível de partículas sólidas no concentrado saindo do filtro de fluxo cruzado.

De acordo com a presente invenção, para uma dada área total de filtragem em uma unidade de filtro de fluxo cruzado, o diâmetro e o número de tubos podem variar. Para atingir a área total do meio filtrante em uma unidade de filtro de fluxo cruzado, é especialmente vantajoso aumentar o número de tubos e diminuir seus diâmetros em vez de aumentar o diâmetro dos tubos e diminuir o seu número. Sem ser limitado por alguma teoria, é acreditado que a velocidade de escoamento total requerida da mistura multifásica ao longo da unidade de filtro de fluxo cruzado que possa gerar a requerida velocidade tangencial em cada tubo diminui quando o número de tubos aumenta e seus diâmetros diminuem. Desde que a queda de pressão total disponível do sistema, que é a força de acionamento da circulação da mistura multifásica através do filtro de fluxo cruzado, é fixada pela geometria e condições de processo do reator, é preferível manter o escoamento total ao longo da unidade de filtro o menor possível para reduzir a queda de pressão consumida exteriormente ao filtro. Para uma dada área total de elementos filtrantes em uma unidade de filtro de fluxo cruzado, é também preferível aumentar o comprimento dos tubos e reduzir seu número. De fato, isto irá reduzir o escoamento total da mistura multifásica ao longo da unidade de filtro cruzado e então minimizar a queda de pressão consumida no exterior do filtro. Isto também permitirá reduzir o diâmetro do vaso da unidade do filtro e, portanto, o investimento requerido para construí-lo.

Em uma modalidade particular da presente invenção, o filtro de fluxo cruzado pode ser um filtro de fluxo cruzado dinâmico, isto é um filtro de fluxo cruzado com elementos rotativos. Tais filtros de fluxo cruzado dinâmicos são descritos, por exemplo, na Enciclopédia de Tecnologia

Química Kirk-Othmer (2003), Capítulo "Filtragem", páginas 383-387 (DOI 10.1002/0471238961.0609122019220118.a01.pub2), que é incorporada aqui como referência. Em tais filtros de fluxo cruzado dinâmicos, o escoamento tangencial da suspensão sobre o meio filtrante é gerado pelo menos parcialmente por elementos rotativos que são localizados próximo do meio filtrante, gerando assim alto cisalhamento no fluido. O elevado gradiente de velocidade deste alto fluxo cruzado de cisalhamento previne que sólidos formem depósitos no filtro. Simultaneamente, a suspensão é totalmente misturada pelos elementos rotativos o que previne camadas de alta concentração de sólidos próximas do meio filtrante. Por exemplo, discos rotativos ou elemento(s) de cilindro rotativo podem ser usados. Um filtro de fluxo cruzado dinâmico tem a vantagem de alcançar um maior rendimento comparado com um filtro de fluxo cruzado convencional, visto que a velocidade do escoamento de filtragem possa ser elevada de 2 a 10 vezes. Tal filtro de fluxo cruzado dinâmico tem também a vantagem de permitir a classificação das partículas, por exemplo, removendo as minúsculas que podem estar presentes na mistura multifásica, especialmente partículas tendo um tamanho abaixo de um determinado nível, assim diminuindo ainda mais incrustações no filtro e a necessidade de limpeza do meio filtrante por fluxo reverso. Em tal caso, a filtragem compreenderá o líquido filtrado e essas minúsculas partículas (ou as partículas tendo um tamanho abaixo de um definido nível), que irão requerer uma operação adicional de purificação para recuperar o líquido filtrado. Um exemplo de filtro de fluxo cruzado dinâmico é o Dyno Filter ® da Bokela, que é construído de módulos de filtro em formato de disco (estatores) que são dispostos em séries e os rotores de discos intercalados entre os estatores, e os discos dos estatores sendo equipados com canais de drenagem para a filtragem.

Em várias modalidades da presente invenção, a separação no filtro de fluxo cruzado é usualmente realizada substancialmente na mesma

temperatura da mistura multifásica no vaso do reator. Esta separação é, em geral, realizada substancialmente na mesma pressão aplicada no vaso do reator.

A filtragem de fluxo cruzado de acordo com a presente invenção é aplicável para vários problemas de separação entre sólidos e líquidos. E tem a vantagem de minimizar incrustações no filtro (formação de pasta no filtro). A limpeza do filtro por fluxo reverso é assim significativamente reduzida, ou até suprimida.

Na presente invenção, na saída do filtro de fluxo cruzado, a mistura multifásica é separada em um líquido filtrado e um concentrado. Por "concentrado" entende-se a parte reminiscente da mistura multifásica, isto é, a mistura multifásica empobrecida de líquido ou enriquecida em partículas sólidas e opcionalmente em gás. O concentrado saindo do filtro de fluxo cruzado pode ter uma concentração em partículas sólidas (concentração final) de 5 a 35 vol%, especialmente de 10 a 20 vol%. Quando um filtro de fluxo cruzado convencional (tubular) é usado, a concentração final pode, por exemplo, ser de 10 a 20 vol%. Quando um filtro de fluxo cruzado dinâmico é usado, a concentração final pode ser, por exemplo, de até 50 vol%, por exemplo, de até 65 vol%. Se o líquido filtrado é um produto de reação pura, ele pode ser coletado como um produto acabado. Se o líquido filtrado for somente em parte um produto da reação, outras conhecidas operações adicionais de separação, como adsorção ou destilação, podem ser necessárias para isolar o produto da reação do resto do líquido. Em uma modalidade preferida do processo da presente invenção, pelo menos parte do concentrado é retornada para o vaso. Isto é especialmente preferido se pelo menos parte das partículas sólidas são partículas catalisadoras que estão ainda ativas para o processo que é realizado no vaso. A circulação do concentrado pode contribuir para manter as partículas presentes no interior do vaso em suspensão na pasta.

Em outra modalidade da presente invenção, pelo menos parte da mistura multifásica contida no vaso é pelo menos parcialmente desgaseificada antes de ser circulada através de pelo menos um filtro de fluxo cruzado. De fato, como a real força de acionamento disponível depende da razão da retenção do gás na mistura multifásica contida no interior do vaso comparada com a retenção do gás na mistura multifásica na alimentação do filtro de fluxo cruzado, isto é vantajoso para diminuir a retenção do gás na mistura multifásica na alimentação do filtro de fluxo cruzado o que resultará um aumento da real força de acionamento disponível e facilitará a circulação da mistura multifásica fora do vaso e no interior do filtro de fluxo cruzado.

Dita desgaseificação pode ocorrer naturalmente na parte superior do vaso, sem nenhum meio adicional específico. Meios de desgaseificação internos e/ou externos podem também serem usados para limitar o arrastamento do gás no escoamento descendente e especialmente no escoamento sendo enviado através do filtro de fluxo cruzado. Tais meios de desgaseificação internos e/ou externos são usualmente requeridos se a distribuição do tamanho da bolha do gás presente na mistura multifásica contida no vaso é tal que não ocorra uma suficiente desgaseificação natural no interior do vaso. Qualquer meio ou aparato ou projeto de desgaseificação interno ou externo conhecido da técnica podem ser usados. Um exemplo de meio interno é o uso de defletores. Um exemplo de meio externo é uma expansão do diâmetro da tubulação ou uma câmara externa, na qual a velocidade superficial da mistura multifásica é reduzida permitindo então que pelo menos parte do gás se desprenda e retorne para o vaso através de uma tubulação separada.

Em uma modalidade preferida, a mistura multifásica contida no vaso é pelo menos parcialmente desgaseificada, preferivelmente substancialmente e completamente desgaseificada, antes de ser circulada através do circuito externo que inclui o filtro de fluxo cruzado, usando um

meio interno, especialmente um conjunto de reator interno tal como ilustrado na Figura 2, isto é, que compreende uma parte cônica (8b) e uma parte cilíndrica (8a) no topo, que fornece uma substancial separação total entre as fases líquida e gasosa. De acordo com esta modalidade preferida, a mistura multifásica contida no vaso (líquida + gasosa + sólida) escoa para cima no interior do vaso e, quando atinge a parte cônica (8b) do defletor circular (8), a diminuição no diâmetro fornece um aumento da energia cinética e do momento do fluido axial. Depois da elevação do dito momento, a parte cilíndrica (8a) do defletor circular (8) atua para provocar um jato de fluido, e um núcleo com maior velocidade axial é criado na região interna (9a) da praça de desgaseificação (9), isto é, na parte superior do vaso, acima da parte cilíndrica do defletor circular (8a). Na região externa (9b) da praça de desgaseificação, isto é, na parte superior do vaso, ao lado da parte cilíndrica do defletor circular (8a), um fluxo para baixo da mistura desgaseificada escoa para os pulverizadores de saída do reator e para as tubulações e conexões (4) para ser admitida em pelo menos um filtro de fluxo cruzado (5). Para evitar depósitos de catalisadores na parte cilíndrica (8a) do meio de desgaseificação, algumas aberturas podem ser feitas na parte cilíndrica (8a) do meio de desgaseificação, especialmente na parte mais baixa do dito meio de desgaseificação, usualmente próxima à junção entre o meio de desgaseificação e o vaso, e então esta parte de catalisadores escoa descendentemente, de volta para o interior do vaso. Em outra modalidade, um defletor pode ser instalado abaixo das aberturas para evitar curto circuito com as bolhas advindas da mistura multifásica (que estão no interior do vaso do reator, isto é, na corrente ascendente) diretamente para os pulverizadores de saída do reator e para as tubulações e conexões (4).

O processo da presente invenção, pode ser realizado em um dispositivo para separar líquido de uma mistura multifásica que compreende partículas sólidas e pelo menos uma fase líquida formando juntas pelo menos

uma suspensão, e uma fase gasosa, e o dito dispositivo compreende:

- um vaso, que contém a mistura multifásica, equipado com uma entrada de gás no fundo do vaso e uma opcional saída de gás no topo do vaso, a fase gasosa escoando ascendentemente através da suspensão de tal forma que um efeito de levantamento de gás ocorre no interior do vaso,

- opcionalmente um meio de desgaseificação localizado no interior ou no exterior do vaso,

- pelo menos um filtro de fluxo cruzado localizado no exterior do vaso,

- Tubulações de alimentação e de descarga e conexões que ligam o vaso ao filtro de fluxo cruzado, ditas tubulações e conexões sendo projetadas de tal forma que pelo menos parte da mistura, opcionalmente pelo menos desgaseificada parcialmente, circule através do filtro de fluxo cruzado usando a recirculação natural fornecida pelo efeito de levantamento de gás que ocorre no interior do vaso.

Em uma modalidade especialmente preferida da presente invenção, as tubulações e conexões para conectar o vaso ao filtro de fluxo cruzado (tubulações de alimentação e de descarga) são projetadas de tal forma que pelo menos parte da mistura, opcionalmente pelo menos desgaseificada parcialmente, circule através do filtro de fluxo cruzado usando somente a recirculação natural fornecida pelo efeito de levantamento de gás que ocorre no interior do vaso. Especialmente, o dispositivo usado na invenção não contém nenhum meio entre a saída da mistura do vaso e a entrada do filtro de fluxo cruzado, em particular o dispositivo usado na invenção não contém uma bomba à montante do filtro de fluxo cruzado.

De acordo com a presente invenção, a geometria e as condições de operação do vaso são usualmente projetadas para que a retenção do gás no vaso seja de pelo menos 5%, preferivelmente de pelo menos 10%, mais preferivelmente de pelo menos 15%.

A retenção do gás no vaso pode ser a mais elevada possível, mas geralmente a geometria do vaso e as condições de operação do vaso são projetadas de tal forma que a retenção do gás no vaso seja no máximo de 70%, em particular no máximo de 50% e muito particularmente no máximo de 30%. A geometria do vaso inclui principalmente a sua altura e o seu diâmetro. As condições de operação incluem principalmente a velocidade do gás no fundo e no topo do vaso, a densidade do gás, a pressão no interior do vaso, e as propriedades físicas do líquido tais como a sua tensão superficial, viscosidade e densidade. A retenção do gás no vaso definirá a força de acionamento total disponível, e que por sua vez causa a circulação da mistura multifásica através de pelo menos um filtro de fluxo cruzado.

Especialmente, as tubulações e conexões na presente invenção são projetadas de tal forma que, em combinação com o filtro de fluxo cruzado, que correspondem ao circuito externo, a força de acionamento total disponível resulta em um escoamento através do sistema de modo que a queda de pressão coincide com a dita força de acionamento. Assim, tal escoamento resulta na velocidade tangencial da mistura multifásica, empobrecida continuamente em líquido, ao longo do meio filtrante do filtro de fluxo cruzado, numa faixa de 0,5 a 6 m/s. Na presente invenção, a velocidade trans-média filtrante do líquido filtrado através do meio filtrante é preferivelmente mantida em um valor igual ou menor do que 15 m/h, preferivelmente igual ou menor do que 10 m/h, por exemplo, igual ou menor do que 8 m/h e usualmente igual ou maior do que 0,5 m/h, em particular igual ou maior de que 1 m/h, especialmente igual ou maior do que 5 m/h. A velocidade trans-média filtrante do líquido filtrado através do meio filtrante pode ser tipicamente de 1 a 15 m/h, preferivelmente de 5 a 10 m/h.

Vantajosamente, as tubulações e conexões da presente invenção são projetadas de tal forma que, em combinação com o projeto do vaso e as condições de operação e com o projeto do filtro de fluxo cruzado,

em qualquer dado ponto do meio filtrante de qualquer dado tubo, a velocidade tangencial da mistura multifásica, empobrecida continuamente em líquido, ao longo do elemento do filtrante é de 400 a 2000 vezes, preferivelmente de 700 a 1.500 vezes, por exemplo, cerca de 1.000 vezes a velocidade trans-média filtrante do líquido filtrado através do meio filtrante.

Para um dado vaso, a real força de acionamento disponível depende da razão da retenção do gás na mistura multifásica contida no interior do reator comparada com a retenção do gás na mistura multifásica na alimentação do filtro de fluxo cruzado. Assim, meios de desgaseificação mecânicos no interior e/ou no exterior, tal como aqueles descritos acima, podem aperfeiçoar o processo da presente invenção uma vez que irão diminuir a retenção do gás na mistura multifásica na alimentação do filtro de fluxo cruzado e assim elevando a real força de acionamento disponível.

Em uma modalidade preferida da presente invenção, o filtro de fluxo cruzado está conectado ao vaso via pelo menos uma tubulação e/ou conexão correspondente com a saída do vaso, que alimenta o filtro de fluxo cruzado, e estando localizada na parte superior do vaso, mas ainda por baixo da parte superior da mistura multifásica. Em uma modalidade especialmente preferida, o filtro de fluxo cruzado está conectado ao vaso via pelo menos duas tubulações e/ou conexões, uma correspondente com a saída do vaso, que alimenta o filtro de fluxo cruzado, e estando localizada na parte superior do vaso, mas ainda por baixo da parte superior da mistura multifásica, e a outra correspondente a entrada do vaso, alimentada pelo concentrado da saída do filtro de fluxo cruzado, e estando localizada na parte inferior do vaso. Usualmente, ditas saída e entrada estão separadas por uma altura correspondente a pelo menos 50% da altura da mistura multifásica presente no interior do vaso, preferivelmente de pelo menos 70%, mais preferivelmente de pelo menos 80%.

Ainda em outra modalidade preferida, o filtro de fluxo cruzado

é equipado com um sistema de impulso reverso. Um impulso reverso é uma mudança instantânea na direção do fluxo do líquido filtrado através do meio filtrante (fluxo reverso), que permite a remoção das partículas em acumulação no meio filtrante. Vantajosamente, o sistema de impulso reverso é um dispositivo de limpeza em linha projetado para aperfeiçoar o comportamento do impulso e obter menos consumo de fluido de impulso, como também para atingir altas eficiências na limpeza do elemento do meio filtrante. Por exemplo, o sistema de impulso reverso pode ser projetado de tal forma que parte do líquido filtrado removido do filtro de fluxo cruzado é separada do escoamento principal do líquido filtrado e seja usada como líquido de impulso reverso. A quantidade do líquido filtrado separado do escoamento principal do líquido filtrado irá depender do projeto do sistema de impulso reverso, da frequência do impulso reverso, e especialmente do projeto do filtro de fluxo cruzado, mas é tipicamente de 0,5 a 10 vol%, especialmente de 1 a 5 vol%, por exemplo cerca de 2,5 vol%. A frequência do impulso reverso e a duração total do impulso irão depender do projeto do sistema de impulso reverso e especialmente do projeto do filtro de fluxo cruzado, mas a frequência do impulso reverso é usualmente de 0,1 a 10 impulsos por minuto, preferivelmente de 0,5 a 5 impulsos por minuto, vantajosamente cerca de um impulso por minuto, e uma duração total do impulso de cerca de 1 segundo sendo comumente usada. A pressão do impulso reverso é tipicamente de 1,5 a 10 vezes maior do que a força de filtragem do líquido filtrado através do filtro, preferivelmente de 2 a 5 vezes a força de filtragem.

Uma modalidade do processo da presente invenção, baseado no uso de dois filtros de fluxo cruzado dispostos em paralelo, está ilustrada na figura 1. Exemplos de meios de desgaseificação internos e externos estão ilustrados nas Figuras 2 e 3. Um esquema de um filtro de fluxo cruzado trabalhando no modo "de fora para dentro", apropriado ao processo da presente invenção, está mostrado na figura 4. Um exemplo de projeto de

sistema de impulso reverso está ilustrado na figura 5.

A Figura 1 é uma folha de fluxograma geral que mostra um vaso (1) que contém uma mistura multifásica (2) que compreende partículas sólidas e pelo menos uma fase líquida formando juntas pelo menos uma suspensão, e uma fase gasosa, e a fase gasosa sendo alimentada por uma entrada de gás (3) situada no fundo do vaso (1), onde a mistura multifásica flui através de tubulações e conexões (4) e circula para baixo através dos filtros de fluxo cruzado (5) que contém tubos dispostos verticalmente. Nos filtros de fluxo cruzado (5), a mistura multifásica (2) é separada em um líquido filtrado (6) que é coletado dos filtros de fluxo cruzado (5) e em um concentrado (7) que é reciclado para o vaso (1) através de tubulações e conexões (7).

A Figura 2 representa um dispositivo similar ao dispositivo da Figura 1, mas que compreende um meio de desgaseificação interno na forma de um defletor circular (8), que compreende uma parte cônica (8b) com uma parte cilíndrica (8a) no topo. De acordo com esta modalidade específica, a mistura multifásica (2) escoa para cima no interior do vaso e, quando atinge a parte cônica (8b) do defletor circular (8), a diminuição do diâmetro provoca um aumento da energia cinética e do momento do fluido axial. Depois do aumento do dito momento, a parte cilíndrica (8a) do defletor circular (8) atua para provocar um jato de fluido, e um núcleo com velocidade axial mais elevada é criado na região interior (9a) da praça de desgaseificação (9), isto é, na parte superior do vaso, acima da parte cilíndrica do defletor circular (8a). A mistura multifase pelo menos parcialmente desgaseificada escoa descendentemente da parte externa do defletor (8), na região exterior (9b) da praça de desgaseificação. Como na Figura 1, esta mistura multifásica pelo menos parcialmente desgaseificada escoa através de tubulações e conexões (4), circula para baixo através dos filtros de fluxo cruzado (5), e é separada em um líquido filtrado (6) que é coletado dos filtros de fluxo cruzado (5) e em

um concentrado (7) que é reciclado para o vaso (1) através de tubulações e conexões (7).

A Figura 3 mostra um dispositivo similar ao dispositivo da Figura 1, mas que compreende somente um filtro de fluxo cruzado (5) e que compreende um meio de desgaseificação externo (9). De acordo com esta outra modalidade específica, a mistura multifásica escoa através de tubulações e conexões (4) para dentro de um meio de desgaseificação externo (9) correspondente a uma câmara externa onde pelo menos parte do gás contido na mistura multifásica (2) é separada e reciclada para o vaso (1) através de tubulações e conexões (11). A mistura multifásica pelo menos parcialmente desgaseificada escoa através de tubulações e conexões (10), circula para baixo através do filtro de fluxo cruzado (5), e é separada em um líquido filtrado (6) que é coletado do filtro de fluxo cruzado (5) e em um concentrado (7) que é reciclado para o vaso (1) através de tubulações e conexões (7).

Figuras 4a e 4b são esquemas de filtros de fluxo cruzado trabalhando no modo "de dentro para fora" apropriado ao processo da presente invenção. Dois tipos são mostrados: Filtros de fluxo cruzado de um tubo simples (Figura 4a) e multi-tubos (Figura 4b). A Figura 4c mostra um tubo do filtro em detalhes. Em ambas as figuras 4a e 4b, o filtro de fluxo cruzado (5) contém um ou vários tubos (13) dentro da cobertura dos tubos (12). Se mais de um tubo está presente, eles podem ser dispostos em várias armações (disposição ou padrões de tubos), por exemplo, em uma armação triangular (14). A mistura multifásica escoa descendentemente, via tubulações e conexões, através do filtro de fluxo cruzado (5) e especialmente pelo interior dos tubos do filtro (13). A mistura multifásica que escoa pelo interior dos tubos (13) é progressivamente empobrecida em líquido, formando um concentrado, enquanto o líquido filtrado escoa através do elemento do filtro (15). A mistura multifásica continuamente empobrecida em líquido (ou o concentrado) escoa no interior dos tubos (13), ao longo do elemento do filtro

(15), com uma velocidade tangencial ilustrada pela seta (16). O concentrado é coletado do interior dos tubos do filtro, no fundo do filtro de fluxo cruzado (5), através de tubulações e conexões (7). O líquido filtrado flui através do meio filtrante (15), com uma velocidade, trans-meio filtrante, ilustrada pela seta (17) e é coletado no interior da parte do invólucro do filtro de fluxo cruzado (5) e sai pelos pulverizadores na lateral do invólucro.

A Figura 5 é um exemplo de um projeto de sistema de impulso reverso onde o líquido filtrado (6) sai do filtro de fluxo cruzado através de uma tubulação (18) e através de uma válvula (19). O líquido filtrado é separado em um escoamento principal (20) e em um escoamento (21), que alimenta um tanque amortecedor (22) que atua como tanque de alimentação para o sistema de impulso reverso (fluido de impulso reverso). A bomba (23) bombeia o fluido de impulso reverso do tanque amortecedor (22) para o vaso de impulso reverso (24). O vaso de impulso reverso (24) é pressurizado com um gás inerte como o nitrogênio e assim é cheio com o fluido de impulso reverso tipicamente até cerca de 50%, com a parte do topo do vaso contendo o gás inerte. Quando a válvula de impulso reverso (25) é aberta, haverá uma rápida expansão do gás inerte no interior do vaso de impulso reverso (24), o que provoca um fluxo grande e instantâneo do vaso (24) para o filtro de fluxo cruzado (5), através da tubulação (18). Para promover um eficaz impulso inverso, a válvula (19) necessita ser fechada antes de a válvula de impulso inverso (25) abrir, de modo a forçar todo o fluxo reverso no interior do filtro cruzado. Preferivelmente, as válvulas são válvulas de reação rápida para maximizar a operação do filtro e minimizar o consumo do fluido de impulso reverso. De acordo com a Figura 5 a sequência do impulso reverso é a seguinte: (a) fecha a válvula (19), (b) abre a válvula de impulso reverso (25), (c) fecha a válvula de impulso reverso (25), e (d) abre a válvula (19).

A presente invenção também se relaciona com o uso do processo da presente invenção para a separação de líquido de uma mistura

multifásica que compreende partículas sólidas e pelo menos uma fase líquida formando juntas pelo menos uma suspensão, e uma fase gasosa.

Em uma modalidade preferida da presente invenção, o processo e o dispositivo descritos acima são usados em um processo cíclico de antraquinona ou (AO) para a fabricação de peróxido de hidrogênio.

A expressão "processo alquilantraquinona" é intencionado para denotar um processo para a produção de uma solução aquosa de peróxido de hidrogênio que consiste em submeter uma solução de trabalho de pelo menos uma alquilantraquinona e/ou pelo menos uma tetrahidroalquilantraquinona a uma operação de hidrogenação, em um diluente, para produzir uma ou mais alquilantrahidroquinona e/ou alquilatetrahidroantraquinonas. O peróxido de hidrogênio formado é então separado da solução de trabalho por meio de uma operação de extração, por exemplo, usando água, sendo o peróxido de hidrogênio recuperado na forma de uma solução aquosa bruta de peróxido de hidrogênio. A solução de trabalho deixando a operação de extração é então reciclada para a operação de hidrogenação de modo a recomeçar o ciclo de produção do peróxido de hidrogênio.

O termo "alquilantraquinonas" é intencionado para denotar, por exemplo, 9,10- antraquinonas substituídas na posição 1, 2 ou 3 por pelo menos uma cadeia de alquila do tipo alifática lateral ou linear ou ramificada que contém pelo menos um átomo de carbono. Essas cadeias de alquilas usualmente contêm menos de 9 átomos de carbono e preferivelmente menos de 6 átomos de carbono. Exemplos de tais alquilantraquinonas são 2-etilantraquinonas, 2-isopropilantraquinonas, 2-sec- e 2-ter-butilantraquinonas, 1,3-,2,3-, 1,4- e 2,7-dimetilantraquinonas, e 2-tert-amilantraquinonas, e misturas destas quininas.

O termo "alquilantrahidroquinonas" é intencionado para denotar a 9,10-hidroquinona correspondentes à 9,10-alquilantraquinonas

acima especificadas.

Assim, a presente invenção também se relaciona com o uso do processo ou dispositivo da presente invenção na operação de hidrogenação de um processo de alquilantraquinona para a fabricação de peróxido de hidrogênio onde o vaso é o reator de hidrogenação, as partículas sólidas são os catalisadores da hidrogenação, a fase gasosa contém hidrogênio e a fase líquida é uma solução de trabalho hidrogenada.

De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um processo para a preparação de peróxido de hidrogênio, cujo processo contém as seguintes operações:

1. hidrogenação em um vaso do reator, contatando o gás de hidrogênio como fase gasosa com uma solução de trabalho contendo pelo menos um solvente orgânico e pelo menos um composto de antraquinona na presença de partículas de catalisador sólido, resultando em uma solução de trabalho hidrogenada como uma fase líquida, a fase gasosa escoa para cima através da fase líquida de tal modo que um efeito de levantamento de gás ocorre no interior do vaso e as partículas sólidas estando em suspensão no interior da fase líquida,

2. separação do líquido que contém a solução de trabalho hidrogenada da mistura multifásica pelo processo da presente invenção e reciclar o concentrado ao vaso de reator de hidrogenação,

3. oxidação da solução de trabalho hidrogenada recuperada da etapa b) para formar peróxido de hidrogênio,

4. extração do peróxido de hidrogênio com um meio aquoso, e

5. opcionalmente a adição de um estabilizador à solução de peróxido de hidrogênio aquoso extraído.

Uma pesquisa dos processos de antraquinonas bem conhecidos e suas numerosas modificações é dada pela "Enciclopédia Ullmann's de Química Industrial", Quinta Edição, 1989, volume 3, páginas 447-457. Para

cada uma das operações distintas do processo, a referência Ullmann revela numerosas possibilidades diferentes.

Na presente invenção, a hidrogenação da operação a) é usualmente conduzida a uma temperatura de 45 a 80^{0}C e a uma pressão de 0,2 a 5 bar. Nesta dita operação a), o hidrogênio é tipicamente alimentado no vaso a uma razão de 650 a 750 normal m3 por tonelada de peróxido de hidrogênio a ser produzida.

Em vista do acima, a presente invenção também se relaciona com o **uso** do processo da presente invenção nos processos de alquilantraquinona(s) para a fabricação de peróxido de hidrogênio.

A presente invenção é ainda ilustrada abaixo sem limitar o seu escopo.

Exemplo

O presente exemplo está baseado no dispositivo como descrito na Figura 3.

No presente exemplo, o vaso (1) foi um reator de hidrogenação e a mistura multifásica (2) contém o catalisador de hidrogenação na forma de partículas sólidas como a fase sólida, hidrogênio como a fase gasosa, e a solução de trabalho que contém um solvente e um composto de antraquinona como a fase líquida. A concentração das partículas sólidas na mistura multifásica (2) foi de 46 kg/m^3. A fase gasosa (gás de hidrogênio) foi alimentada por uma entrada de gás (3) situada no fundo do vaso. O escoamento do gás e a pressão no interior do vaso (1) são tais que a retenção média do gás na mistura multifásica (2) é de 15,5%. A altura do vaso é de 35 m.

A recirculação natural fornecida pelo efeito de levantamento de gás que ocorre no interior do vaso arrasta uma parte da mistura multifásica para fora do vaso (1), através de tubulações e conexões (4) para dentro de um meio externo de desgaseificação (9), a retenção média do gás na mistura multifásica é de 5%. O gás que foi separado da mistura multifásica (2) é

reciclado para o vaso (1) através de tubulações e conexões (11).

A mistura multifásica parcialmente desgaseificada é circulada através do filtro de fluxo cruzado (5) via tubulações e conexões (10). O filtro de fluxo cruzado é operado de acordo com o modo "de dentro para fora", especificamente, a mistura multifásica flui no interior dos tubos do filtro. O filtro de fluxo cruzado (5) contém 60 tubos de filtro dispostos verticalmente e tendo um arranjo de armação (isto é, disposição ou padrão) que é triangular. A armação dos tubos do filtro (isto é, a distância centro a centro dos tubos adjacentes) é de 52,5 mm. Os tubos do filtro têm um diâmetro interno de 25 mm e um comprimento do meio filtrante de 2.152 mm.

Ainda a respeito da circulação natural da mistura multifásica, a mistura multifásica parcialmente desgaseificada é introduzida no filtro de fluxo cruzado (5) com uma velocidade tangencial ao longo dos tubos do filtro (na entrada do filtro de fluxo cruzado) de 2,5 m/s. A velocidade trans-média filtrante do líquido filtrado na entrada do filtro de fluxo cruzado é de 8,4 m/h. A queda de pressão total do fluxo escoando através do filtro de fluxo cruzado é de 50 mbar. A queda de pressão através do meio filtrante do filtro de fluxo cruzado é de 200 mbar.

O concentrado da mistura multifásica é coletado do interior dos tubos, no fundo do filtro de fluxo cruzado (5). Dito concentrado é reciclado no vaso de hidrogenação (1) via tubulações e conexões (7). A solução de trabalho hidrogenada e filtrada é coletada enquanto escoa (6) dos pulverizadores na lateral do invólucro do filtro de fluxo cruzado.

No caso da revelação de alguma patente, aplicação de patente, e publicações que são aqui incorporadas como referência conflitar com a descrição da presente invenção ao limite de poder tornar um termo não claro, a presente descrição deve ter a precedência.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para separar líquido a partir de uma mistura multifásica contida em um vaso e compreendendo partículas sólidas e pelo menos uma fase líquida formando juntas pelo menos uma suspensão, e uma fase gasosa escoando ascendentemente, através da suspensão, de tal modo que um efeito de levantamento de gás ocorre no interior do vaso, caracterizado pelo fato de que pelo menos parte da mistura, opcionalmente pelo menos parcialmente desgaseificada, é circulada através de pelo menos um filtro de fluxo cruzado localizado fora do vaso, portanto, separando a dita parte da mistura em um líquido filtrado e em um concentrado, e onde a dita parte da mistura circula através do filtro de fluxo cruzado usando a recirculação natural fornecida pelo efeito de levantamento de gás que ocorre no interior do vaso e a velocidade tangencial da mistura multifásica, continuamente empobrecida no líquido filtrado, ao longo do meio de filtração é de 400 a 2000 vezes a velocidade trans-média do líquido filtrado através do meio de filtração.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o filtro de fluxo cruzado compreende pelo menos um tubo e onde pelo menos parte da parede do dito tubo é feita de um meio filtrante.

3. Processo de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a retenção do gás no vaso é de pelo menos 5%, preferivelmente de pelo menos 10%, mais preferivelmente de pelo menos 15%.

4. Processo de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a queda de pressão através do meio filtrante é de 0,05 a 10 bar, preferivelmente de 0,05 a menos de 10 bar, mais preferivelmente de 0,1 a 5 bar.

5. Processo de acordo com as reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a velocidade trans-média do líquido filtrado através do meio filtrante é de 1 a 15 m/h, preferivelmente de 5 a 10 m/h.

6. Processo de acordo com as reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a mistura a ser filtrada escoa através do filtro de fluxo cruzado por fora de pelo menos um tubo e o líquido filtrado é coletado dentro do tubo e onde pelo menos um tubo é localizado horizontalmente ou verticalmente, preferivelmente horizontalmente.

7. Processo de acordo com as reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a mistura a ser filtrada escoa através do filtro de fluxo cruzado por dentro de pelo menos um tubo e o líquido filtrado é coletado fora do tubo, onde pelo menos um tubo contido no filtro de fluxo cruzado é localizado verticalmente e onde a mistura a ser filtrada escoa descendentemente.

8. Processo de acordo com as reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que em qualquer dado ponto do meio filtrante de qualquer dado tubo, a velocidade tangencial do concentrado ao longo do meio filtrante é de 400 a 2.000 vezes, preferivelmente de 700 a 1.000 vezes, a velocidade trans-média do líquido filtrado através do meio filtrante.

9. Processo de acordo com as reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o filtro de fluxo cruzado é um filtro de fluxo filtrado dinâmico.

10. Processo de acordo com as reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o concentrado é reciclado no interior do vaso.

11. Processo de acordo com as reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que, a montante do filtro de fluxo cruzado, a mistura a ser filtrada é pelo menos parcialmente desgaseificada.

12. Uso do processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que é para separar um líquido a partir de uma mistura multifásica compreendendo partículas sólidas, pelo menos uma fase líquida e uma fase gasosa.

13. Uso do processo como definido em qualquer uma das

reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que é em uma etapa de hidrogenação de um processo alquilantraquinona para a fabricação de peróxido de hidrogênio, em que o vaso é o reator de hidrogenação, as partículas sólidas são um catalisador da hidrogenação, a fase gasosa contem hidrogênio, e a fase líquida é uma solução de trabalho hidrogenada.

14. Processo para a preparação de peróxido de hidrogênio caracterizado pelo fato de que compreende as seguintes etapas:

a) contatar o gás de hidrogênio, como uma fase gasosa, em um vaso de reator de hidrogenação, com a solução de trabalho que compreende pelo menos um solvente orgânico e pelo menos um composto de antraquinona na presença das partículas de catalisador sólido, resultando em uma solução de trabalho hidrogenada como uma fase líquida, a fase gasosa escoando ascendentemente através da fase líquida de tal modo que um efeito de levantamento de gás ocorra no interior do vaso e as partículas sólidas estejam em suspensão no interior da fase líquida,

b) separar o líquido que contém a solução de trabalho hidrogenada da mistura multifásica pelo processo como definido nas reivindicações 1 a 11, e reciclar o concentrado ao vaso do reator de hidrogenação

c) oxidar a solução de trabalho hidrogenada recuperada da etapa b) para formar peróxido de hidrogênio,

d) extrair o peróxido de hidrogênio com um meio aquoso, e

e) opcionalmente, a adicionar um estabilizador à solução de peróxido de hidrogênio aquoso extraído.

FIGURA 1

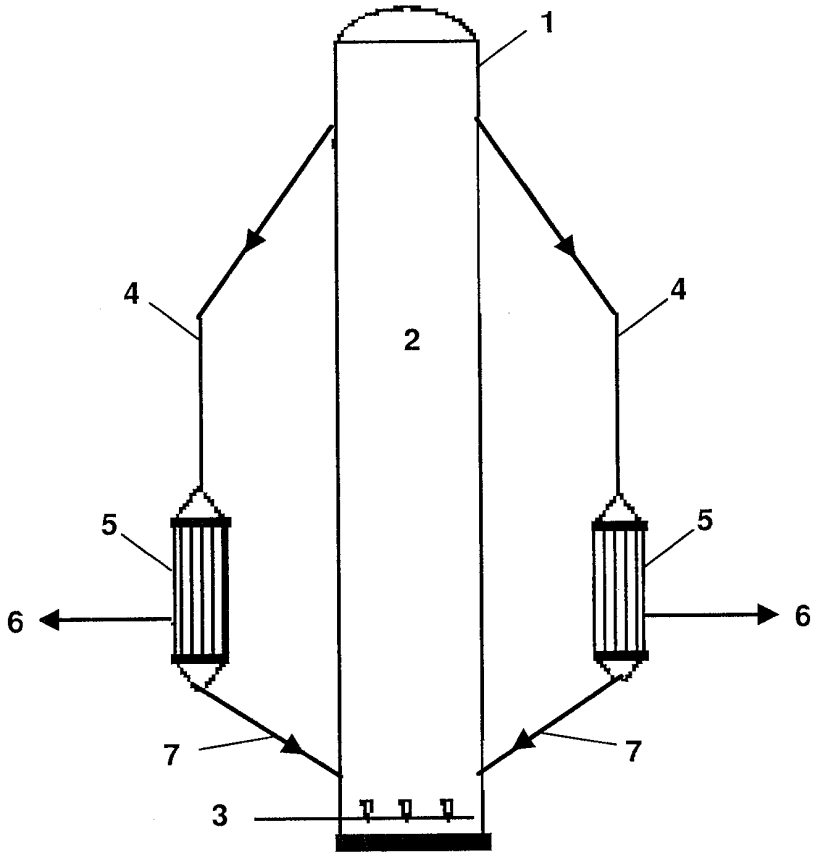


FIGURA 2

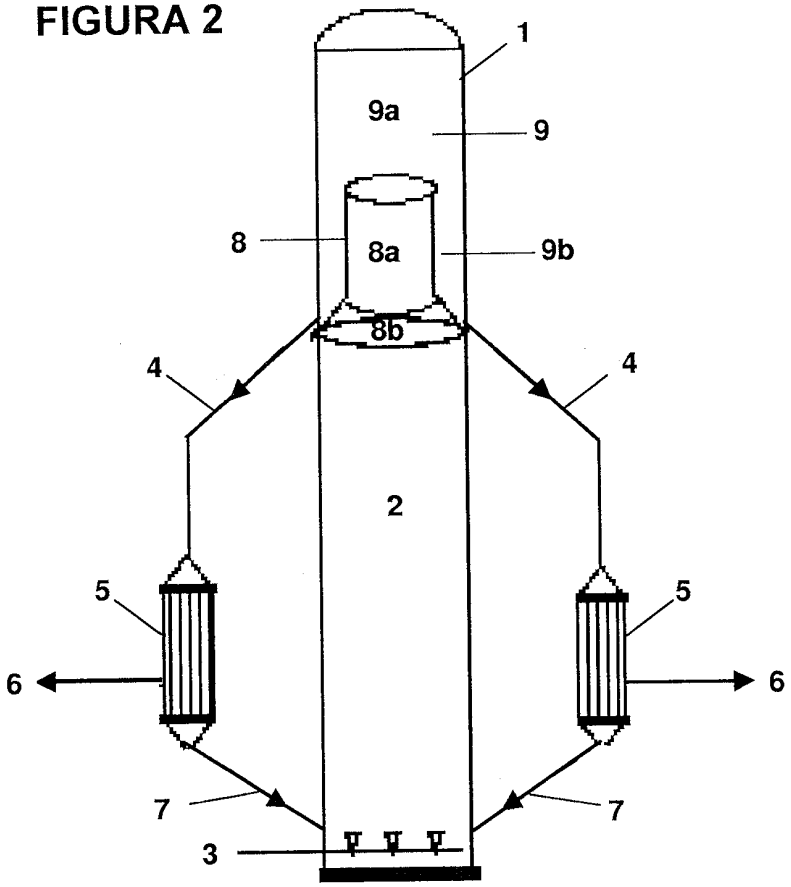


FIGURA 3

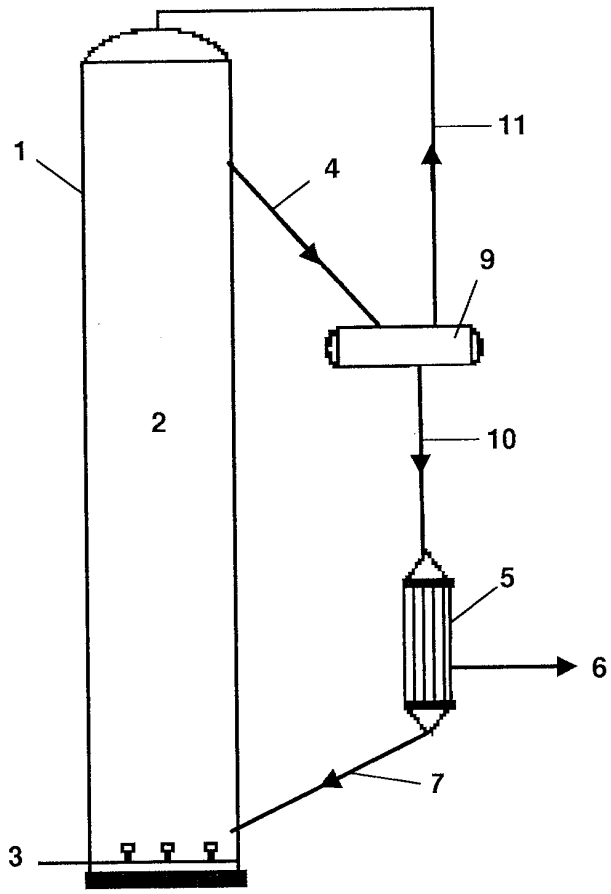


FIGURA 4a

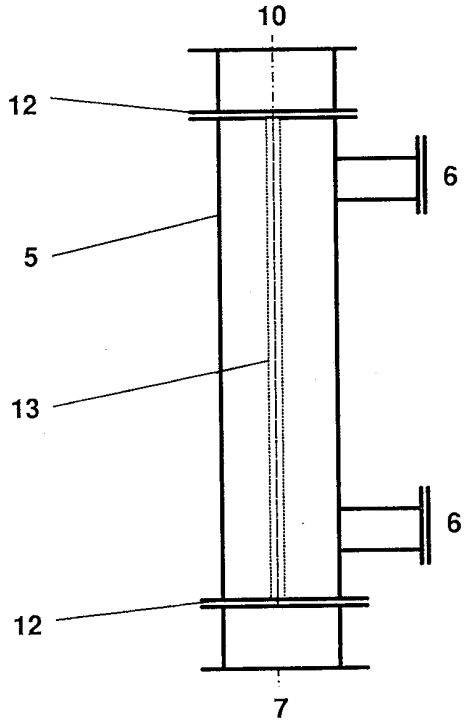


FIGURA 4b

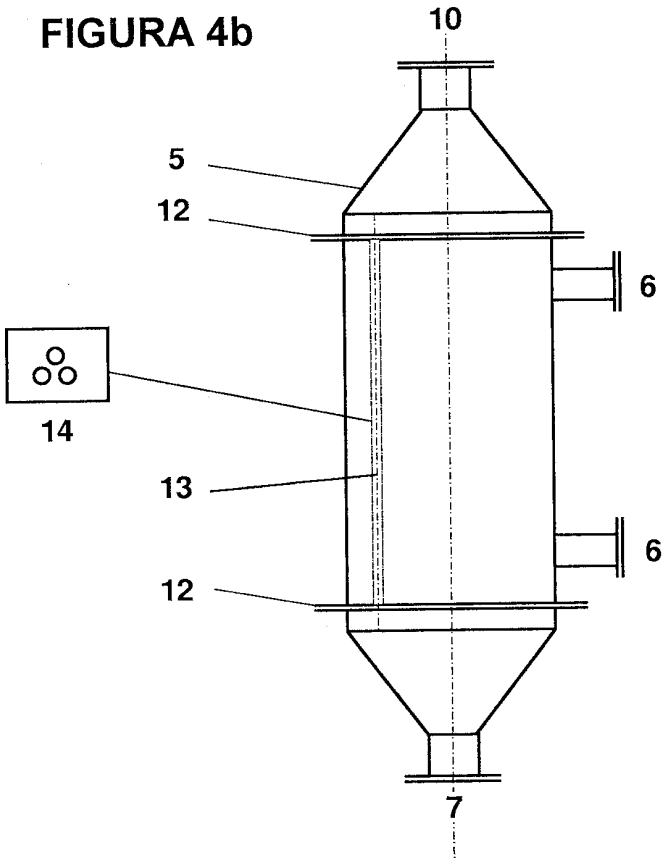


FIGURA 4c

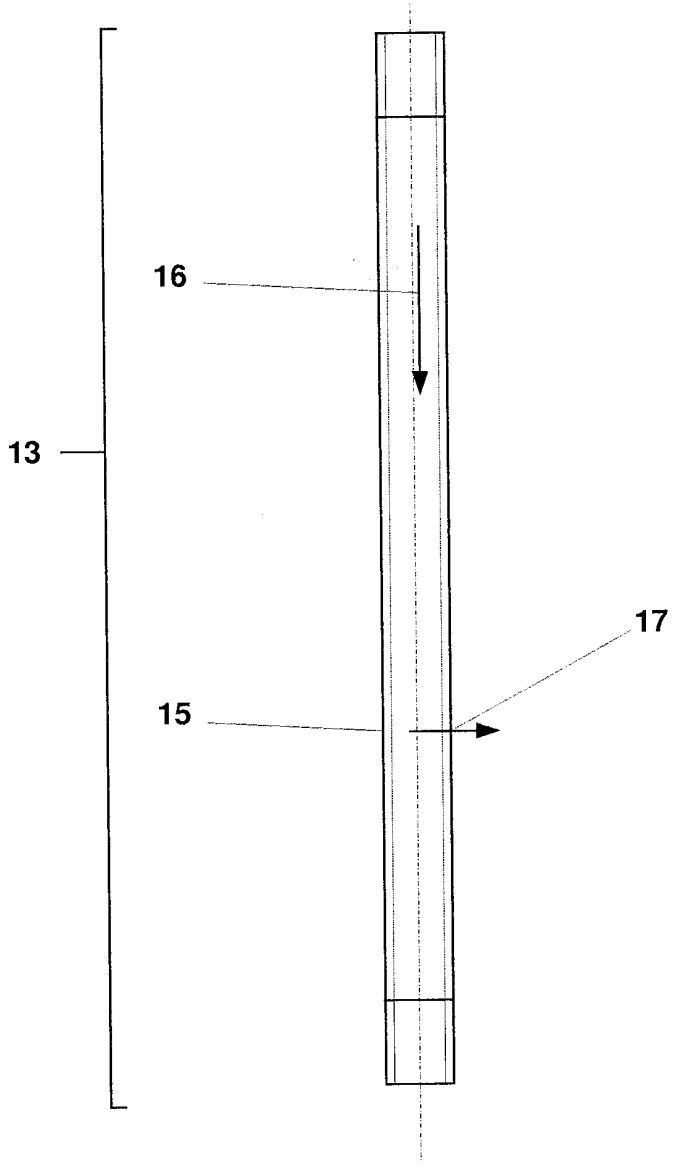


FIGURA 5

