

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

(11) **PI0312533-5 B1**

(22) Data de Depósito: 02/07/2003
(45) Data da Concessão: 12/07/2011
(RPI 2114)



(51) *Int.Cl.:*
B01F 3/04 2006.01
C10J 1/00 2006.01

(54) Título: **APARELHO E PROCESSO PARA COMBINAR DUAS OU MAIS CORRENTES PARA REDUÇÃO DE CONDENSAÇÃO EM MISTURA DE FLUIDOS.**

(30) Prioridade Unionista: 03/07/2002 US 60/394,177

(73) Titular(es): Stone & Webster Process Technology, Inc.

(72) Inventor(es): Dino Pizzelli, Douglas S. Hubbell, Edward P. Hunt, Glenn D. Nasman

APARELHO E PROCESSO PARA COMBINAR DUAS OU MAIS
CORRENTES PARA REDUÇÃO DE CONDENSAÇÃO EM MISTURA DE FLUIDOS

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se de maneira geral a
5 métodos aperfeiçoados para criar uma corrente de vapor ao se
misturar correntes de fluidos de composições diferentes para
reduzir ou minimizar a condensação do fluido e a possível
corrosão correlata, e um vaso de misturação de fluidos
especialmente projetado para a prática da tecnologia de
10 misturação de fluido da presente invenção. Os métodos
aperfeiçoados compreendem geralmente as etapas de introdução
de um vapor quente em uma região de envoltório ou defletor de
formato anular que circunda uma região de misturação de
fluidos em um ponto próximo a uma extremidade de saída da
15 região de misturação, e a seguir o escoamento do vapor quente
através da região de envoltório para uma extremidade de
entrada da região de misturação antes de misturar o vapor
quente com um ou mais fluidos, os quais são tipicamente mais
frescos, fluindo ou sendo injetados na região de misturação
20 na extremidade de entrada da mesma. O defletor protege
essencialmente toda a parede de pressão interior do vaso de
misturação contra os possíveis contatos com a(s) corrente(s)
injetada(s) e a mistura de fluidos no núcleo do vaso de
misturação, enquanto o vapor quente na região do defletor
25 mantém o defletor suficientemente quente para impedir a
condensação no lado de misturação da região do defletor.

Os métodos e os aparelhos da presente invenção têm
uma utilidade particular nas situações em que a misturação
das correntes de fluidos a temperaturas diferentes pode
30 resultar na condensação de um fluido que é altamente
corrosivo ao meio ambiente circundante. Uma aplicação
particular da presente invenção, embora a presente invenção
não fique limitada a tal aplicação, consiste em misturar um

fluido (líquido ou vapor) contendo álcali com uma corrente de alimentação de vapor a um reator de desidrogenação preenchido com catalisador conjuntamente com a prática da tecnologia de estabilização de catalisador apresentada pelas patentes U.S. N° 5.461.179; 5.686.369; 5.695.724 e 5.739.071, patentes 5 essas que são aqui incorporadas a título de referência.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Nas operações de processos químicos, há várias circunstâncias nas quais é desejável misturar fluidos a 10 temperaturas diferentes, tipicamente um vapor à temperatura mais alta com um líquido à temperatura mais baixa, com o que o líquido é vaporizado pelo contato com o vapor quente. Particularmente onde o fluido, quando na forma líquida, é altamente corrosivo ao meio ambiente circundante, tal como às 15 paredes do vaso, às válvulas, etc., é desejável vaporizar o líquido tão rapidamente quanto possível e reduzir ou minimizar a condensação que poderia causar a corrosão do equipamento. Uma aplicação importante desses princípios é em relação à estabilização e/ou à regeneração *in situ* do 20 catalisador utilizado nos processos de desidrogenação.

Por exemplo, conforme descrito nas patentes U.S. N° 5.461.179; 5.686.369; 5.695.724 e 5.739.071, a adição de um metal alcalino à carga de alimentação de um sistema de reação de desidrogenação catalítica pode regenerar e/ou estabilizar 25 a atividade do catalisador. Uma aplicação principal do conceito do processo básico nas patentes acima é para a desidrogenação de etil benzeno em estireno na presença de vapor sobre um catalisador de óxido de ferro promovido por potássio. Nesse caso, o potássio é adicionado a uma corrente 30 de alimentação do reator para incrementar a conversão do etil benzeno e a seletividade para o estireno, tal como descrito nos exemplos fornecidos nessas patentes. Esse potássio pode ser introduzido como potássio metálico ou como um composto do

potássio tal como o hidróxido de potássio (KOH). Se o metal for utilizado, ele pode ser introduzido na carga de alimentação do reator como um sólido, líquido (ponto de fusão de 64°C), ou um vapor (ponto de ebulição normal de 774°C) e, quando o potássio metálico entra em contato com o vapor na carga de alimentação do reator, ele é convertido em hidróxido de potássio. Se o hidróxido de potássio for utilizado, ele pode ser introduzido como um sólido, líquido (ponto de fusão de 406°C), ou como uma solução aquosa. Independentemente da fonte de potássio, entretanto, o potássio deve ser vaporizado completamente e misturado completamente com a carga de alimentação do reator antes da carga de alimentação atingir o catalisador no reator para obter resultados melhorados ou ideais.

O potássio metálico é altamente reativo, e desse modo, por razões de segurança, o hidróxido de potássio irá em muitos casos ser preferível em lugar do potássio metálico como fonte de potássio em uma operação de estabilização de catalisador comercial. Em comparação com a utilização do hidróxido de potássio sólido ou em fusão, as soluções aquosas de hidróxido de potássio irão em muitos casos ser as preferidas por causa da facilidade de manusear um fluido aquoso a temperaturas ambientes.

Uma dificuldade com a utilização do hidróxido de potássio, entretanto, é que ele pode ser muito corrosivo, especialmente a temperaturas elevadas, tanto como uma solução aquosa quanto como hidróxido de potássio em fusão. Uma vez que o hidróxido de potássio é totalmente vaporizado e permanece na fase de vapor, a corrosão é tipicamente um problema muito menor. Se uma solução aquosa for injetada diretamente na tubulação principal do processo, então a corrosão da tubulação principal e do equipamento do processo é possível. A solução de KOH vai entrar em contato com as

paredes do vaso porque as distâncias curtas entre o ponto de injeção da solução e as paredes da tubulação tipicamente não irão permitir um tempo adequado de vaporização antes do hidróxido de potássio, como solução, sal sólido ou líquido, attingir as paredes. Além disso, se o sistema de injeção fizer diretamente parte da tubulação principal do processo, então o processo de desidrogenação deve ser interrompido se a manutenção for requerida para o conjunto de bocal de injeção.

Para evitar danos e tempo de paralisação para a unidade do processo de desidrogenação, que é normalmente uma unidade do processo grande e cara, de acordo com a presente invenção foi verificado que é vantajoso tomar pelo menos uma parte do vapor que está sendo alimentado ao processo de desidrogenação, vaporizar o hidróxido de potássio na mesma, e então misturar esse vapor rico em potássio com o restante da carga de alimentação do reator. Para vaporizar a solução do KOH, a solução do hidróxido de potássio pode ser aspergida na porção do vapor dentro de um "vaso de misturação" dedicado pequeno que pode ser paralisado para a manutenção periódica sem paralisar todo o processo de desidrogenação. Se o vaso de misturação e o conjunto de bocal de aspersion forem projetados corretamente, as gotas da solução de KOH podem ser vaporizadas antes que as gotas atinjam as paredes do vaso ou da tubulação de saída do vaso, desse modo reduzindo ou minimizando, pelo menos teoricamente, a corrosão causada por solução não vaporizada. Entretanto, na experimentação de utilização de tais sistemas, foi verificado que essa abordagem é insuficiente per se para evitar a corrosão significativa do equipamento de misturação.

Parte do problema de utilização de hidróxido de potássio em tais aplicações é que a sua pressão de vapor é baixa até mesmo às altas temperaturas da reação de desidrogenação. A 598°C, que é a temperatura da entrada do

reator do Exemplo 1 na patente U.S. N° 5.461.179 acima mencionada, por exemplo, a pressão do vapor de hidróxido de potássio é de somente 10 Pascals. Se a pressão total for de 100 quilopascals a essa temperatura, então a concentração de hidróxido de potássio na fase de vapor não pode exceder 100 partes por milhão em uma base molar até mesmo a essa temperatura elevada. A 514°C, a concentração de saturação deve ser de somente 10 partes por milhão em uma base molar. Desse modo, o potássio deve ser diluído por quantidades relativamente grandes de vapor de alta temperatura para colocar o potássio totalmente na fase de vapor.

Mesmo que as condições médias do vapor alimentado no vaso de misturação forem adequadas para vaporizar a solução aquosa de hidróxido de potássio, entretanto, foi verificado que o vapor de hidróxido de potássio pode condensar novamente se a temperatura da superfície interior das paredes do vaso de misturação estiver abaixo do ponto de orvalho do hidróxido de potássio. Tal condensação nas paredes do vaso de misturação pode causar uma corrosão intensa por causa da natureza altamente corrosiva do hidróxido de potássio líquido às altas temperaturas requeridas para a vaporização.

Embora se possa esperar que a temperatura das paredes em tal vaso de misturação seja quase a mesma que aquela do vapor que passa através do interior, foi verificado que a temperatura da parede pode ser surpreendentemente mais fria do que a temperatura média do vapor. Isto é atribuído aos seguintes fatores técnicos: 1) a perda de calor ao meio ambiente através das paredes, até mesmo com uma camada grossa de isolamento externa, pode ser substancial; 2) a perda de calor é quase sempre até mais alta nos bocais e suportes do vaso e 3) a transferência de calor do vapor para as paredes pode ser deficiente por causa da baixa velocidade do vapor

resultante do volume e da geometria do vaso necessários para a vaporização completa da solução do KOH sem respingar gotas nas paredes. Foi determinado que a temperatura diferencial entre o vapor no interior do vaso de misturação e da parede do vaso pode estar na faixa de 50 a 100°C para os vasos convencionalmente projetados isolados de acordo com padrões industriais para a conservação de energia.

Na prática, partes das paredes do vaso de misturação podem estar significativamente mais frias do que aquelas em pontos de suporte do vaso e nos bocais do vaso onde a perda de calor pode ser maior e/ou a transferência de calor do vapor do processo pode ser mais lenta. Por exemplo, a temperatura de uma tampa de passagem de inspeção em tal vaso pode estar substancialmente mais fria do que as paredes da parte principal do vaso porque não há nenhum fluxo após a tampa de passagem de inspeção devido ao fato que se encontra em um beco sem saída. Por outro lado, as temperaturas das paredes das tubulações cilíndricas regulares normalmente estarão próximas da temperatura do fluxo de fluido contido porque o dimensionamento econômico das tubulações resulta tipicamente em velocidades de fluido significativas, o que resulta em uma boa transferência de calor e desse modo baixas diferenças de temperatura entre o fluxo contido e a parede da tubulação.

Foi explorada uma série de abordagens possíveis para tentar solucionar esse problema de condensação devido às paredes "frias" do vaso ao se utilizar equipamentos comercialmente disponíveis e ao se adaptar tecnologias convencionais. Tal como discutido mais adiante, nenhuma dessas abordagens provou ser inteiramente satisfatória.

Primeiramente, foi levado em consideração o aumento do fluxo de vapor, o que diminui a temperatura de ponto de orvalho do vapor de hidróxido de potássio mediante a diluição

do mesmo, e diminui um pouco a queda de temperatura do vapor através do sistema devido à perda de calor se a perda de calor não aumenta proporcionalmente mais do que o aumento no fluxo de vapor. Entretanto, foi determinado que o aumento do
5 fluxo de vapor resulta em um vaso de misturação proporcionalmente maior de modo a manter o tempo de residência do vaso necessário para a vaporização das gotas; os custos de aquecimento para o processo global aumentam porque as perdas de calor são aumentadas com o vaso de
10 misturação maior e diâmetros maiores da tubulação associada; e, ainda mesmo além do custo de compensação pela perda de calor adicional, o custo de aquecimento para o processo total é maior porque a eficiência de aquecimento desse fluxo pequeno de vapor para o vaso de misturação será tipicamente
15 mais baixa do que para o processo de desidrogenação. Desse modo, o aumento do fluxo de vapor suficientemente para obter uma diferença significativa na proteção contra a corrosão aumenta substancialmente os custos de capital e operacionais.

Uma segunda abordagem que foi levada em
20 consideração foi que talvez o vaso de misturação pudesse ser isolado mais eficazmente para reduzir a perda de calor e, desse modo, aumentar a temperatura da parede do vaso. Entretanto, foi determinado que o aumento da espessura de isolamento resulta na diminuição de retornos; e, a altas
25 temperaturas, a perda de calor ainda pode ser substancial até mesmo com camadas grossas de isolamento. Além disso, os bocais e as passagens de inspeção altamente isolados nos vasos a altas temperaturas podem ser problemáticos porque se os parafusos de flange dos bocais estiverem sob o isolamento
30 e mantidos muito quentes (acima de aproximadamente 565°C para aços inoxidáveis) eles ficam afrouxados por causa do "arrasto" de alta temperatura por meio do qual o metal do parafuso é permanentemente estirado por causa da combinação

da tensão imposta pelo aperto e da temperatura. Uma vez que estejam estirados, os parafusos não aplicam uma força suficiente sobre as flanges para o vaso lacrado. Portanto, há um incentivo para não isolar intensamente as flanges, mas
5 essa prática leva a elevadas perdas de calor localizadas e, desse modo, pontos frios na parede do vaso de misturação onde pode ocorrer a condensação.

Uma terceira abordagem que foi levada em consideração consistiu em adicionar aquecedores elétricos ou
10 um traçado elétrico à parte externa do vaso de misturação debaixo do isolamento. A temperaturas acima de aproximadamente 550°C, entretanto, essa abordagem leva a um custo elevado com as tecnologias disponíveis. Além disso, devido ao fato que a perda de calor não é uniforme do vaso de
15 misturação por causa dos bocais, dos suportes do vaso e das imperfeições do isolamento, o controle dos aquecedores elétricos deve ser complicado. As temperaturas do metal devem ser suficientemente altas em todos os pontos expostos ao vapor de hidróxido de potássio para evitar a condensação, mas
20 deve-se tomar cuidado para evitar o superaquecimento das paredes do vaso de misturação, o que pode levar a uma resistência do metal inaceitavelmente baixa. Além disso, tal como discutido acima, os parafusos nas flanges do bocal em um equipamento muito quente não devem preferivelmente estar tão
25 quentes quanto o conteúdo do vaso para impedir o vazamento devido ao arrasto a alta temperatura. Essa abordagem deve portanto resultar em bocais que são pontos "frios" para a condensação e a corrosão ou, alternativamente, locais para o risco aumentado de vazamento, dependendo se os aquecedores
30 elétricos aplicam ou não calor na área das flanges dos bocais.

Uma quarta abordagem que foi levada em consideração consistiu na instalação de um revestimento externo no vaso de

misturação de maneira tal que um corrente de serviço público quente possa ser passada através do revestimento para aquecer o vaso. Entretanto, tal revestimento precisaria ser projetado para as altas temperaturas e a pressão do fluido de serviço público. Seria difícil ou mesmo pouco prático instalar adequadamente os bocais incluindo passagens de inspeção, mesmo que isto fosse considerado desejável devido aos problemas potenciais de vedação a altas temperaturas do parafuso. Além disso, para tais sistemas tal como descrito acima, as temperaturas requeridas excedem a mais alta temperatura de condensação para o vapor e as temperaturas máximas operacionais para fluidos de transferência de calor orgânicos comercialmente disponíveis. Desse modo, o fluido de transferência de calor em um sistema de camisa externo deve muito provavelmente precisar ser um sal em fusão ou um metal líquido, os quais são difíceis de utilizar, e isto resulta em custos operacionais e de capital muito altos.

Uma quinta abordagem que foi levada em consideração foi que a temperatura da fonte de vapor para o vaso de mistura poderia ser aumentada, o que aumenta todas as temperaturas do vaso de mistura e aumenta a diferença entre a temperatura da mistura e o ponto de orvalho do hidróxido de potássio. Entretanto, há limites metalúrgicos quanto ao valor máximo que a temperatura pode atingir. Para temperaturas até 815°C (1500°F), vários aços inoxidáveis da série 300 podem ser utilizados para construir vasos e tubulações contendo pressão. A temperaturas mais altas, entretanto, metais mais caros devem ser utilizados, e os custos de manutenção aumentam. Geralmente, no entanto, o aumento da temperatura operacional até perto do limite da metalurgia é uma abordagem razoável para reduzir ou minimizar a vazão necessária do vapor de diluição.

Uma sexta abordagem que foi levada em consideração

foi que o metal da parede do vaso de misturação poderia ser transformado em uma liga capaz de suportar, se possível, a corrosão causada pela condensação do hidróxido de potássio. Por causa da natureza altamente agressiva do hidróxido de potássio a essas altas temperaturas, entretanto, os custos do metal podem se tornar proibitivamente elevados, o que resulta em um grande aumento no custo de capital para o vaso de misturação. Além disso, se for permitido que o hidróxido de potássio condense, ele vai se acumular no vaso, requerer uma remoção periódica, e não será alimentado no sistema de reação conforme desejado.

Essas e outras deficiências ou limitações da técnica anterior e das adaptações consideradas variadas de tecnologias mais convencionais para tentar solucionar o problema da condensação são total ou parcialmente superadas pelos métodos aperfeiçoados para a redução da condensação da presente invenção e pelo desenho do vaso de misturação correlato.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

Por conseguinte, os objetivos gerais da presente invenção consistem na apresentação de métodos aperfeiçoados para a criação de uma corrente de vapor quente através da misturação de correntes de fluidos de composições diferentes para reduzir ou minimizar a condensação do vapor, e na apresentação de um desenho de vaso de misturação conceptual apropriado para a prática dos métodos da presente invenção.

Um objetivo principal da presente invenção consiste na apresentação de uma maneira econômica para impedir que ocorra a condensação nas paredes de um vaso de misturação, refrigeradas pela perda de calor ao meio ambiente, onde pelo menos duas correntes, uma corrente (a corrente de diluição) é um vapor quente e pelo menos uma outra corrente (a corrente injetada) é um fluido de componente puro, uma solução

líquida, uma pasta de sólido-líquido, um vapor, ou um gás com sólidos suspensos, são misturadas para produzir uma mistura de pleno vapor que deve ser tipicamente mais fresca do que a temperatura de suprimento da corrente de diluição. Os
5 componentes condensáveis potenciais estão na(s) corrente(s) injetada(s) ou então são criados pela reação entre os componentes de múltiplas correntes quando misturadas.

Um objetivo específico da presente invenção consiste na apresentação de um desenho de vaso de mistura
10 conceptual para misturar fluidos a temperaturas diferentes para criar um corrente de vapor enquanto reduz ou minimiza a condensação no interior do vaso de mistura através do escoamento da corrente de diluição a uma temperatura tipicamente mais elevada através de uma região de defletor ou
15 envoltório que circunda o núcleo central do vaso de mistura e adjacente à parede de pressão exterior do vaso de mistura antes da mistura dos fluidos.

Um objetivo mais específico da presente invenção consiste na apresentação de um desenho de vaso de mistura
20 conceptual, e de métodos para a utilização do mesmo, para efetuar a mistura de uma solução de hidróxido de potássio com uma carga de alimentação de vapor a uma unidade de desidrogenação contendo catalisador enquanto reduz ou minimiza a condensação do hidróxido de potássio nas paredes
25 interiores ou em outras superfícies expostas do vaso de mistura a fim de reduzir ou minimizar a corrosão.

Outros objetivos e vantagens da presente invenção serão em parte óbvios e aparecerão em parte em seguida. Por conseguinte, a invenção compreende, mas não fica a eles
30 limitada, os métodos e o aparelho correlato, envolvendo diversas etapas e os vários componentes, e a relação e a ordem de uma ou mais de tais etapas e componentes com o respeito a cada um dos outros, tal como exemplificado pela

descrição e desenhos anexos a seguir. Várias modificações e variações do método e do aparelho tal como aqui descrito serão aparentes aos elementos versados na técnica, e todas tais modificações e variações são levadas em consideração dentro do âmbito da invenção.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

De maneira geral, a presente invenção compreende um vaso de misturação com um defletor interno que é essencialmente em paralelo com a parede do vaso contendo pressão, criando uma região de amortecedor ou defletor geralmente anular. O defletor protege virtualmente todo o interior da parede de pressão do vaso contra a mistura de fluidos no centro do vaso, enquanto o vapor quente na região do defletor anular mantém o defletor interno a uma temperatura suficientemente alta para impedir, pelo menos substancialmente, a condensação no lado da região de misturação do defletor.

Uma realização da presente invenção é mostrada na Figura 1. Uma corrente de diluição é introduzida em uma extremidade do vaso para o espaço anular entre o defletor e a parede do vaso. Uma corrente injetada penetra em uma região de misturação no interior do vaso a partir da extremidade oposta do vaso, e a corrente injetada é impelida para a saída do vaso até a linha central aproximada do vaso. A corrente de diluição flui no comprimento do vaso no espaço anular antes de misturar com a corrente injetada. O defletor termina imediatamente antes de alcançar o ponto de entrada da corrente injetada, que pode estar na extremidade de uma tubulação que se estende para o vaso. A corrente de diluição é introduzida na região de misturação no interior do vaso a partir da região do defletor anular mediante o seu escoamento em torno do ponto de entrada da corrente injetada. A corrente de diluição circunda a corrente de injeção no ponto de

entrada da zona de misturação interior, e amortece as variações de temperatura na mistura de vapor no ponto de entrada na parede defletora interior. A mistura de vapor resultante flui no comprimento do vaso em uma direção em
5 contrafluxo em relação ao fluxo da corrente de diluição através da região do defletor e sai na mesma extremidade onde a corrente de diluição tinha penetrado na região do defletor. Enquanto as duas correntes combinadas fluem através da região de núcleo do vaso de misturação, elas se misturam e ocorrem
10 quaisquer mudanças na fase ou reações.

A presente invenção pode ser adaptada às situações em que há mais de uma corrente injetada.

Na maior parte dos casos, espera-se que as correntes injetadas terão menos massa do que a corrente de
15 diluição, mas a presente invenção pode ser adaptada à condição oposta.

A presente invenção é aplicável a todas as pressões operacionais.

Uma realização da presente invenção envolve um vaso
20 onde o defletor é um vaso interno relativamente fino que pode ser soldado à parede da pressão do vaso ou então conectado com folga.

Uma outra realização da presente invenção envolve um vaso "com camisa" onde o espaço anular do defletor é
25 definido por duas paredes de espessura similar e o espaço anular é vedado com exceção da entrada e da saída.

A presente invenção é particularmente útil para reduzir ou eliminar substancialmente a condensação nas situações em que compostos condensáveis são corrosivos.

30

BREVE DESCRIÇÃO DO DESENHO

A Figura 1 é uma vista seccional transversal esquemática de uma realização de um vaso de misturação de acordo com a presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS REALIZAÇÕES PREFERIDAS

Uma realização de um vaso de misturação de acordo com a presente invenção é ilustrada esquematicamente na Figura 1. Os métodos da presente invenção serão melhor
5 compreendidos através de referência à seguinte descrição da Figura 1, entretanto, a invenção não deve ser interpretada como sendo limitada à descrição da Figura 1 de nenhuma maneira.

A Figura 1 é uma vista em seção transversal
10 esquemática de um vaso de misturação/vaporizador 10 de acordo com a presente invenção projetado para reduzir, minimizar ou eliminar, pelo menos substancialmente, a condensação no interior do vaso, bem como em torno das entradas e as saídas de fluidos. A condensação, que a presente invenção se presta
15 a reduzir, minimizar ou eliminar, pelo menos substancialmente, pode ser alternativamente um composto ou compostos na corrente injetada, ou pode ser um ou mais compostos que resultam das reações químicas de compostos nas várias cargas de alimentação ao vaso de misturação. O vaso
20 de misturação (10), tal como mostrado na Figura 1, compreende uma parede contendo pressão ou vácuo geralmente cilíndrica (12), fabricada preferivelmente de um metal, tal como o aço, a qual define uma região oca da zona de misturação de fluidos (14) no interior do vaso. A parede (12) é penetrada por uma
25 primeira entrada de fluido (16) em uma primeira extremidade (de entrada) do vaso (10) e uma saída de fluido (18) em uma segunda extremidade (de saída) do vaso (10). Em uma realização preferida, a entrada de fluido (16) compreende um bocal (17) ou um outro dispositivo de injeção de fluido, tal
30 como é de conhecimento dos elementos versados na técnica, para injetar um fluido (19), tal como uma solução de hidróxido de potássio, na zona de misturação (14). Em uma outra realização preferida, a entrada de fluido (16) e a

saída de fluido (18) estão aproximadamente em um alinhamento axial ao longo da linha central longitudinal (20) através do vaso (10).

A parede (12) também é penetrada por uma segunda
5 entrada de fluido (22) localizada na proximidade da saída de fluido (18), isto é, em ou geralmente perto da segunda extremidade (de saída) do vaso (10). Tal como mostrado na Figura 1, as entradas de fluido (16) e (22) e saída de fluido (18) podem compreender condutos que se estendem através da
10 parede (12) ou projeções da parede (12). Também tal como mostrado na Figura 1, em uma realização preferida, a parede (12) pode afunilar até um cilindro de diâmetro menor na extremidade de saída. Em uma outra realização preferida da presente invenção, tal como mostrado na Figura 1, a parede
15 (12) do vaso (10) é completamente circundada por uma camada de material isolante (24), exceto possivelmente nas entradas e saída de fluido.

O vaso de misturação (10) também compreende uma estrutura de defletor ou parede interna (26), fabricada
20 preferivelmente de um metal tal como o aço, geralmente incluindo a zona de misturação (14) e espaçada pelo menos a uma pequena distância da parede lateral interior de (12) de modo a criar uma zona geralmente de formato anular ou região de amortecedor (28) entre o defletor (26) e o lado interior
25 da parede (12). Tal como mostrado na Figura 1, o defletor (26) pode ser conectado e suportado no lugar pela parede (12) na extremidade de saída do vaso (10), do bocal de saída (18), ou por outros membros de suporte. O defletor (26) termina imediatamente depois da entrada (16). A segunda entrada de
30 fluido (22) fica em comunicação fluida com a zona de amortecedor (28) de maneira tal que o vapor quente (30) pode fluir para a zona de amortecedor (28).

A operação do vaso de misturação (10) de acordo com

a presente invenção pode agora ser compreendida. Um vapor quente (30), tal como vapor d'água, é escoado através da entrada de fluido (22) para a zona de amortecedor (28) perto da extremidade de saída do vaso (10). O vapor quente (30) flui então através da zona de amortecedor (28) para a extremidade de entrada do vaso (10) geralmente em uma direção em contrafluxo em relação ao fluxo de fluido combinado através da zona de mistura (14). O defletor (26) é uma barreira que separe eficazmente o conteúdo da zona de mistura (14) do interior da parede (12), protegendo desse modo o interior da parede (12) contra qualquer condensado corrosivo. Ao mesmo tempo, o fluxo do vapor quente (30) através da zona de amortecedor (28) mantém o defletor (26) em uma temperatura suficientemente alta para reduzir ou impedir a condensação no lado de mistura da zona de defletor (26).

As seguintes condições de temperatura devem ser satisfeitas de acordo com a presente invenção: 1) o ponto de orvalho da corrente de diluição deve estar abaixo do ponto de orvalho da mistura combinada; 2) a temperatura da mistura de equilíbrio (supondo uma mistura homogênea das correntes de fluidos) deve estar acima do ponto de orvalho do composto que deve ser mantido na fase de vapor e 3) a temperatura da corrente de diluição na zona de amortecedor (28) também deve estar acima da temperatura de ponto de orvalho da mistura. Espera-se que na maior parte dos casos a corrente de diluição será mais quente e maior no fluxo em relação à corrente ou correntes injetadas, mas a presente invenção pode ser adaptada para acomodar as situações em que a(s) corrente(s) injetada(s) é/são mais quente(s) e/ou maior(es) no fluxo.

Na extremidade de entrada do vaso (10), o defletor (26) termina imediatamente antes da entrada (16). Em uma realização preferida, uma luva isolada (32) circunda o conduto de entrada (16) e termina em um bocal (17). À medida

que o fluxo de vapor quente (30) passa através do bocal (17), o fluido (19) a uma temperatura mais baixa é injetado no vapor quente (30) onde é entranhado, misturado com o vapor na zona de misturação (14), e ocorre quaisquer mudanças de fase do líquido e/ou sólido em vapor. Na extremidade de saída do vaso (10), o vapor misturado (34) da zona de misturação (14) flui para fora do vaso (10) através da saída (18).

Tal como mostrado na Figura 1, o vaso de misturação da presente invenção deve ser normalmente cilíndrica tal como é típico em desenhos industriais. Os vasos de misturação que têm outras formas e geometrias, entretanto, tais como esféricas ou retangulares, também estão enquadrados dentro do âmbito da presente invenção. Além disso, de acordo com a presente invenção, a orientação do vaso de misturação pode ser horizontal, vertical, diagonal ou qualquer outra orientação.

Em ainda uma outra realização da presente invenção, a corrente de diluição pode ser introduzida em um espaço anular em torno de uma extremidade de saída de diâmetro pequeno do vaso (10) tal como mostrado na Figura 1. Esse espaço anular de diâmetro pequeno ajuda a distribuir a corrente de diluição quente no restante do espaço amortecido.

A presente invenção soluciona muitos problemas, quando não todos, das técnicas de misturação de fluidos do estado da técnica e tem muitas vantagens comparadas com as técnicas do estado da técnica.

1. Devido ao fato que a temperatura do defletor, na maior parte dos casos, estará entre aquela da corrente de diluição e da corrente misturada combinada, a condensação no defletor não ocorre, nem é reduzida substancialmente, porque a temperatura da corrente de diluição é mais elevada do que o ponto de orvalho da corrente combinada na região de misturação. O calor que flui para o meio ambiente através da

parede do vaso e do isolamento é fornecido pela corrente de diluição de entrada em vez de ser tirado da corrente combinada que contém o composto ou os compostos que podem condensar e possivelmente causar a corrosão.

5 2. Se a corrosão ocorrer, ela irá afetar somente o defletor, o qual pode ser substituído a um custo mais baixo do que a substituição de todo o vaso.

 3. Se o defletor ficar corroído, não resulta em um perigo de segurança, enquanto que a corrosão na parede do
10 vaso pode resultar na liberação de vapores quentes e/ou corrosivos no meio ambiente.

 4. A temperatura da parede de defletor será geralmente bastante uniforme porque a temperatura do defletor é principalmente determinada pelas temperaturas da corrente
15 de diluição de entrada e da corrente de mistura, ambas as quais estão acima dos pontos de orvalho dos compostos na corrente da mistura, e não é muito afetada pelas temperaturas baixas localizadas da parede do vaso de misturação causadas por imperfeições do isolamento, por bocais, por suportes do
20 vaso e por outros acessórios. Portanto, os pontos frios que podem resultar na condensação são virtualmente eliminados. A temperatura do defletor pode ser aumentada ao se estreitar o espaço anular para aumentar as velocidades da corrente de diluição, o que irá incrementar a transferência de calor da
25 corrente de diluição ao defletor, a um custo de uma maior gota de pressão da corrente de diluição.

 5. Por causa da geometria complicada dos bocais e dos acessórios do vaso, a predição de temperaturas de metal localizadas tem um grau elevado de incerteza em um vaso de
30 misturação não modificado. Por outro lado, o sistema de defletor da presente invenção reduz ou minimiza a incerteza sobre as temperaturas das superfícies que são expostas à corrente combinada.

6. Uma realização da presente invenção consiste em fabricar o defletor com um metal altamente resistente à corrosão, o que é economicamente praticável porque o defletor pode ser relativamente fino comparado com a parede do vaso de
5 misturação porque o defletor precisa ser projetado apenas para pressões diferenciais mínimas. A obtenção da mesma proteção para a parede do vaso deve requerer que toda a parede do vaso, que deve ser suficientemente espessa para a pressão do desenho à temperatura do desenho, seja feita do
10 metal resistente à corrosão, ou então o vaso deve ser blindado com o metal resistente à corrosão, o que também é muito dispendioso.

7. Com o sistema de defletor da presente invenção, as passagens de inspeção e determinados outros bocais podem
15 ser internamente isolados, o que reduz a perda de calor, desse modo reduzindo os custos operacionais, e também reduz a temperatura dos parafusos dos bocais, o que reduz o risco de vazamento nas flanges. Sem o defletor, o isolamento interno do bocal é problemático, uma vez que tal isolamento seria
20 difícil de vedar contra os fluidos do vaso. Se houver compostos condensáveis no vapor ao lado do interior do bocal, então esses compostos irão se difundir através ou em torno do isolamento para a extremidade do bocal fria onde deve ocorrer a condensação, e possivelmente a corrosão.

25 8. Em comparação com o aumento do fluxo da corrente de diluição, a adição de um defletor interno reduz o tamanho do vaso de misturação e reduz o custo das utilidades.

9. Em comparação com a adição de mais isolamento, a abordagem do defletor elimina eficazmente o problema,
30 enquanto que a adição do isolamento na maior parte dos casos apenas reduz o mesmo.

10. Em comparação com a adição de aquecedores elétricos à parte externa do vaso, a adição de um defletor

reduz o custo, simplifica a instalação e propicia uma solução passiva ao problema da condensação sem fiação de alta temperatura e a necessidade de múltiplos controladores de temperatura que requerem manutenção.

5 11. Em comparação com uma camisa de aquecimento externo, a abordagem do defletor é mais econômica a altas temperaturas porque uma camisa de aquecimento externa requer um aquecedor externo e fluidos de transferência de calor, os que, dependendo das temperaturas, pode ser exótico.

10 12. Em comparação com a adaptação da metalurgia para resistir à corrosão resultante da condensação, o defletor pode reduzir o custo dos materiais e evitar a acumulação de material condensado, que deve estar na corrente de saída misturada, no vaso de misturação.

15 O seguinte exemplo irá ilustrar a prática da presente invenção. O exemplo, entretanto, não deve ser interpretado como limitador das reivindicações anexas de nenhuma maneira.

EXEMPLO

20 O vapor d'água deve ser misturado com uma corrente de hidróxido de potássio a uma pressão de 200 quilopascals absolutos. A temperatura da mistura de equilíbrio é de 700°C após a justificação das perdas de calor e do calor requerido para aquecer a corrente de hidróxido de potássio. Se um vaso
25 de misturação para essa etapa de misturação fosse projetado de acordo com a prática convencional, e não de acordo com a presente invenção, e supondo que a parte mais fria da parede do vaso fosse 600°C por causa da perda de calor e das limitações de transferência de calor da mistura à parede,
30 então a quantidade máxima de hidróxido de potássio que poderia ser injetada seria 5,3 g-moles de KOH por 100 kg-moles de vapor d'água. Essa limitação é imposta pela pressão do vapor de hidróxido de potássio a 600°C.

Por outro lado, se essa mesma etapa de misturação de fluidos fosse executada em um vaso de misturação projetado e operado de acordo com a presente invenção, então o metal exposto ao vapor de hidróxido de potássio não poderia estar
5 mais frio do que a temperatura da corrente de mistura de saída de 700°C, o que resulta em um limite muito maior de 46,7 g-moles de KOH por 100 kg-moles de vapor d'água que pode ser adicionado. Desse modo, com base em um tempo de residência constante para a corrente combinado, o volume do
10 vaso de misturação pode ser aproximadamente nove vezes menor com a utilização de um desenho do sistema de defletor de acordo com a presente invenção.

Deve ficar aparente aos elementos versados na técnica que outras mudanças e modificações podem ser feitas
15 no aparelho e nos métodos descritos acima para misturar fluidos a temperaturas diferentes sem que se desvie do âmbito da presente invenção, e pretende-se que toda a matéria contida na descrição acima seja interpretada em um sentido ilustrativo e não limitador.

REIVINDICAÇÕES

1. APARELHO PARA COMBINAR DUAS OU MAIS CORRENTES PARA REDUÇÃO DE CONDENSAÇÃO EM MISTURA DE FLUIDOS, sendo que o dito aparelho é caracterizado pelo fato de compreender:

5 um vaso (10) que tem uma parede exterior (12);
uma parede de defletor (26) localizada interior do dito vaso (10) e nas proximidades da dita parede exterior (12) para criar um espaço anular (28) entre a dita parede defletora (26) e a dita parede exterior (12) para receber
10 pelo menos uma corrente de diluição;

um espaço interior do vaso (14) dentro da dita parede defletora (26) para conter uma corrente de vapor combinada;

15 pelo menos uma entrada de corrente de diluição (22) que se estende através da dita parede exterior (12) para passar a dita corrente de diluição dentro do dito espaço anular (28);

20 pelo menos uma saída de corrente de diluição para passar a dita corrente de diluição do dito espaço anular (28) ao dito espaço interior do vaso (14);

25 pelo menos uma entrada (16) de corrente de fluido de injeção que se estende através da dita parede exterior (12) e da dita parede defletora (26) para passar uma corrente de fluido de injeção para o dito espaço interior do vaso (14) e misturar a dita corrente de fluido de injeção com a dita corrente de diluição para formar uma corrente de vapor combinada no dito espaço interior do vaso (14); e

30 pelo menos uma saída (18) de corrente de vapor combinada que se estende através da dita parede exterior (12) para passar a dita corrente de vapor combinada do dito vaso (10);

em que na dita entrada de corrente de diluição (22) passa uma corrente de diluição que compreende um vapor que

tem uma temperatura de ponto de orvalho que é menor que aquela da dita corrente de vapor combinada e libera o dito vapor ao dito espaço anular (28) a uma temperatura acima da temperatura de ponto de orvalho da dita corrente de vapor combinada.

2. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito vaso (10) é de formato cilíndrico.

3. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita entrada (16) de corrente de fluido de injeção é localizada em uma extremidade oposta do dito vaso (10) em relação à dita saída de corrente de vapor combinada.

4. APARELHO, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a dita entrada (16) de corrente de fluido de injeção adicionalmente fica localizada ao longo de uma linha central (20) do vaso.

5. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita entrada (16) de corrente de fluido de injeção inclui um bocal (17).

6. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita abertura da parede defletora para passar a dita corrente de diluição do dito espaço anular (28) para o dito espaço de combinação (14) é localizada nas proximidades da dita entrada (16) de corrente de injeção.

7. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita parede defletora (26) é conectada à dita parede exterior (12) do vaso nas proximidades da dita saída (18) de corrente de vapor combinada.

8. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o exterior do dito vaso (10) é

dotado de isolamento (24).

9. APARELHO, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que uma porção interior da dita entrada (16) de corrente de fluido de injeção que conduz ao
5 dito bocal (17) é isolada (32).

10. APARELHO, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a dita extremidade de saída (18) de corrente de vapor combinada do vaso (10) é afunilada até um diâmetro mais estreito.

10 11. PROCESSO PARA COMBINAR DUAS OU MAIS CORRENTES PARA REDUÇÃO DE CONDENSAÇÃO EM MISTURA DE FLUIDOS, que compreende o aparelho conforme definido na reivindicação 1, sendo que o dito processo é caracterizado pelo fato de compreender:

15 (a) a passagem de pelo menos uma corrente de diluição a uma primeira temperatura em um espaço anular (28) em um vaso (10) entre a parede (12) do vaso e a parede defletora (26) e permitindo que a dita corrente de diluição flua através do dito espaço anular (28) para uma abertura na
20 parede defletora e para dentro do espaço de combinação interior (14), em que a dita corrente de diluição compreende um vapor que tem uma temperatura de ponto de orvalho que é menor do que a temperatura de uma corrente de vapor combinada final em que a dita primeira temperatura é acima do ponto de
25 orvalho da dita corrente de vapor combinada;

(b) a passagem de pelo menos uma corrente de injeção a uma segunda temperatura no dito espaço de combinação interior (14);

30 (c) a combinação da dita corrente de diluição com a dita corrente de injeção no dito espaço de combinação interior (14) para formar a dita corrente de vapor combinada a uma temperatura de corrente combinada final; e

(d) a retirada da dita corrente de vapor combinada

do dito espaço de combinação interior (14) através de uma saída (18) do vaso.

12. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a dita corrente de diluição é
5 passada para uma extremidade do dito vaso (10) e flui através do dito espaço anular (28) para a dita abertura da parede defletora e em contracorrente em relação à dita corrente de vapor combinada.

13. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 12,
10 caracterizado pelo fato de que a dita abertura da parede defletora é localizada nas proximidades do ponto de passagem da dita corrente de injeção.

14. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a dita corrente de diluição é
15 vapor superaquecido e a corrente de injeção é um líquido.

15. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a dita corrente de injeção é uma solução aquosa líquida que compreende um metal alcalino iônico.

20 16. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o dito metal alcalino iônico compreende o potássio.

17. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a dita corrente de diluição
25 contém um componente que é reativo com um componente contido na dita corrente de injeção.

18. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a dita corrente de injeção compreende um fluido de componente puro, uma solução líquida,
30 uma pasta de sólido-líquido, um vapor, ou um gás com sólidos suspensos.

19. APARELHO PARA COMBINAR DUAS OU MAIS CORRENTES PARA REDUÇÃO DE CONDENSAÇÃO EM MISTURA DE FLUIDOS, sendo que

o dito aparelho é caracterizado pelo fato de compreender:

um vaso (10) que tem uma parede exterior (12);

uma parede defletora (26) localizada no interior do
dito vaso (10) e nas proximidades da dita parede exterior
5 (12) para criar um espaço anular (28) entre a dita parede
defletora (26) e a dita parede exterior (12) para receber
pelo menos uma corrente de diluição;

um espaço interior (14) do vaso na dita parede
defletora (26) para conter uma corrente combinada;

10 pelo menos uma entrada (22) de corrente de diluição
que se estende através da dita parede exterior (12) para
passar a dita corrente de diluição no dito espaço anular
(28);

pelo menos uma saída de corrente de diluição para
15 passar uma corrente de diluição do dito espaço anular (28)
para o dito espaço do vaso (14);

pelo menos uma entrada (16) de corrente de fluido
de injeção que se estende através da dita parede exterior
(12) e a dita parede defletora (26) para passar uma corrente
20 de fluido de injeção para o dito espaço interior do vaso (14)
e misturação da dita corrente de fluido de injeção com a dita
corrente de diluição para formar a dita corrente combinada no
dito espaço interior do vaso (14); e

pelo menos uma saída (18) de corrente combinada que
25 se estende através da dita parede exterior (12) para passar a
dita corrente combinada do dito vaso;

em que a dita entrada (22) de corrente de diluição
permite passar a dita corrente de diluição que compreende um
líquido de corrente de diluição tendo uma temperatura de
30 ponto de solidificação inicial que é menor do que aquela da
corrente combinada e permite passar o dito líquido para o
dito espaço anular a uma temperatura acima da temperatura de
ponto de solidificação inicial da dita corrente combinada.

20. PROCESSO PARA COMBINAR DUAS OU MAIS CORRENTES PARA REDUÇÃO DE CONDENSAÇÃO EM MISTURA DE FLUIDOS, que compreende o aparelho conforme definido na reivindicação 19, sendo que o dito processo é caracterizado pelo fato de
5 compreender:

(a) a passagem de pelo menos uma corrente de diluição a uma primeira temperatura no espaço anular (28) em um vaso (10) entre a parede do vaso (12) e a parede defletora (26) e permitindo que a dita corrente de diluição flua
10 através do dito espaço anular (28) para uma abertura na parede defletora e para dentro do espaço de combinação interior (14), em que a dita corrente de diluição compreende um líquido que tem uma temperatura do ponto de solidificação inicial que é menor do que a temperatura de uma corrente de
15 líquido combinada final em que a dita temperatura é acima da temperatura do ponto de solidificação inicial da dita corrente de líquido combinada;

(b) a passagem de pelo menos uma corrente de injeção ao dito espaço de combinação interior (14);

20 (c) a combinação da dita corrente de diluição com a dita corrente de injeção no dito espaço de combinação interior (14) para formar a dita corrente de líquido combinada; e

(d) a retirada da dita corrente de líquido
25 combinada do dito espaço de combinação interior (14) através de uma saída (18) do vaso.

1/1

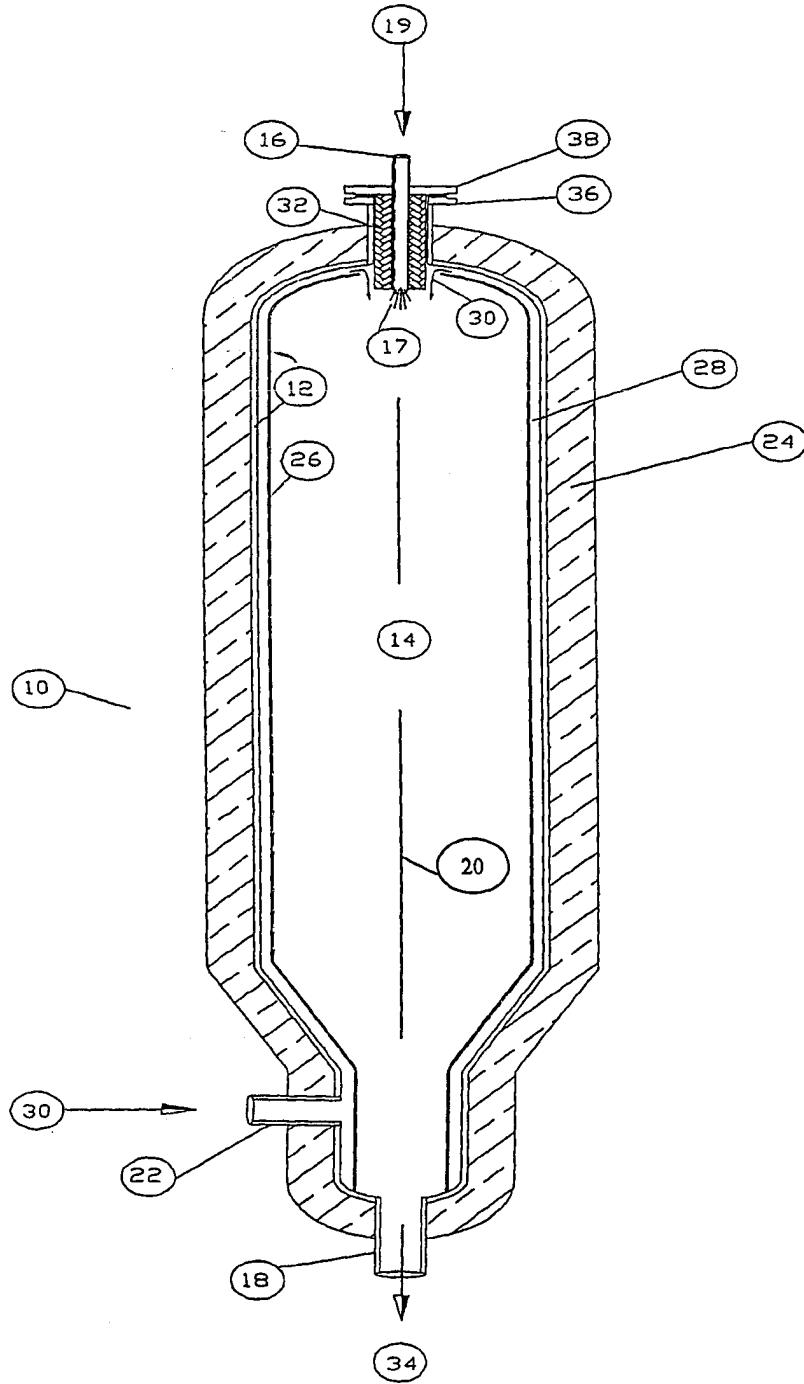


Fig. 1

RESUMO

APARELHO E PROCESSO PARA COMBINAR DUAS OU MAIS
CORRENTES PARA REDUÇÃO DE CONDENSAÇÃO EM MISTURA DE FLUIDOS

Trata-se de um método e aparelho método para
5 misturar correntes de fluidos de composições diferentes (19)
(22) de modo a minimizar a condensação de fluido dentro de um
vaso de misturação (10) onde o objetivo consiste na obtenção
de um produto de mistura de pleno vapor (34).