

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

(21) PI 0809537-0 A2



(22) Data de Depósito: 19/06/2008
(43) Data da Publicação: 16/09/2014
(RPI 2280)

(51) Int.Cl.:
B01D 9/04

(54) Título: PROCESSO E APARELHO PARA
CONCENTRAR UMA SOLUÇÃO DILUÍDA.

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 20/06/2007 IN 2379/CHE/2006

(73) Titular(es): Nagarjuna Energy Private Limited

(72) Inventor(es): Banibrata Pandey, Binay Kumar Giri, Manoj
Kumar Sarkar

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

(86) Pedido Internacional: PCT IB2008001606 de 19/06/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/155640de
24/12/2008

“PROCESSO E APARELHO PARA CONCENTRAR UMA SOLUÇÃO DILUÍDA”

Campo da invenção

5 A presente invenção refere-se a um processo e aparelho para concentrar uma solução diluída, particularmente, a presente invenção refere-se a um processo para concentrar uma solução diluída através de congelamento fracionário em múltiplos estágios.

Fundamentos da invenção

10 A concentração de soluções aquosas é um processo comum em muitas indústrias. A técnica amplamente usada para a concentração de soluções aquosas é evaporação. Entretanto, um processo de evaporação eficiente deve ser realizado sob condições de ebulição em temperaturas superiores, que pode resultar em perda e/ou danos de certos voláteis ou materiais sensíveis ao calor nas soluções. Em vez de converter água em vapor,
15 o congelamento fracionário é um processo de cristalização da água em gelo em temperaturas abaixo do ponto de congelamento das soluções, consequentemente, fabricando soluções aquosas concentradas. O objetivo do congelamento fracionário tem sido obter soluções concentradas, que podem incluir uma solução coloidal, solução verdadeira e/ou mistura de solução, água purificada, etc. O congelamento fracionário tem muitas vantagens em
20 relação à evaporação devido à temperatura inferior do processo. Em uma temperatura inferior os sabores, aromas, nutrientes e outros componentes valiosos nos materiais originais podem ser mantidos sem perda. Além disso, em uma temperatura inferior, a destruição de substâncias sensíveis ao calor pode ser evitada. Por esse motivo, com o congelamento fracionário produtos
25 com uma qualidade extremamente alta podem ser obtidos. O processo de congelamento fracionário pode ser aplicado para fins de concentração em indústrias de alimentos, bebidas, laticínios, bioquímicos, nutracêuticos, farmacêuticos, químicos, e ambientais.

Teoricamente, o calor latente da sublimação da água em gelo é cerca de 80 kcal/kg e é somente um sétimo daquele da água para vapor, cerca de 540 kcal/kg. Desse modo no processo de congelamento fracionário existe um grande potencial para economizar energia na concentração de soluções aquosas. A concentração por congelamento contém etapas de refrigeração da solução, cristalização do gelo e separação dos cristais de gelo do líquido mãe. Para tornar uma técnica de concentração por congelamento comercialmente praticável, as soluções aquosas devem ser eficientemente e economicamente refrigeradas, e cristais de gelo grandes e uniformes, que são facilmente separados da solução, devem ser eficientemente obtidos. Entretanto, a cristalização do gelo é uma transição complexa da fase e o controle da cristalização do gelo é muito difícil devido à complexidade. Por esse motivo, as dificuldades principais para a concentração por congelamento estão em dois aspectos inter-relacionados. Em primeiro lugar, é difícil separar os cristais de gelo da solução concentrada devido ao tamanho pequeno dos cristais de gelo obtidos. Em segundo lugar, o processo para se obter cristais grandes de gelo procede lentamente e a eficiência é baixa.

A Patente US 4.666.456 refere-se a um processo para congelamento fracionário, o qual inclui a cristalização parcial contínua de um composto a partir de uma mistura líquida em que a mistura é alimentada através de uma cascata de uma pluralidade de seções de resfriamento. Estas seções de resfriamento são conectadas em séries, e a temperatura de cada uma das seções subsequentes de resfriamento é inferior a da precedente. A Patente 4.885.016 descreve um método e aparelho para superpurificar substâncias cristalizáveis através de um procedimento de recristalização em múltiplos estágios, que inclui medidas para controlar as condições de relação de refluxo provendo procedimentos de medição que controlam as quantidades de cristal e os materiais de refluxo do licor mãe que são transferidos de acordo com o método, e aparelho. Em cada estágio, uma substância cristalizável é

congelada e recristalizada, e os cristais separados do licor mãe. A Patente US 5.127.921 descreve um método e aparelho para superpurificar substâncias cristalizáveis através de um procedimento de recristalização em múltiplos estágios que inclui medidas para controlar as condições de relação de refluxo
5 provendo procedimentos de medição que controlam as quantidades de cristais e materiais de refluxo do licor mãe que são transferidos de acordo com o método e aparelho. A Patente US 4.112.702 descreve concentração e dessalinização por congelamento através de um trocador de calor e refrigeração. A Patente US 4.332.140 fala sobre um aparelho para a operação
10 contínua de concentrar a solução aquosa através de um cristalizador de contracorrente.

Considerando o mais avançado conhecimento do requerente, não existe nenhum processo disponível para concentrar a solução diluída em uma única coluna de fracionamento.

15 **Objetivo da Invenção**

O objetivo principal da presente invenção é prover um processo para concentrar uma solução diluída usando uma única coluna, utilizando o mínimo de energia.

20 Outro objetivo da presente invenção é prover um aparelho para concentrar a solução diluída em uma única coluna de fracionamento.

Mais um objetivo da presente invenção é desenvolver um processo contínuo para concentrar a solução diluída.

Sumário da Invenção

25 A presente invenção supera as limitações da arte antecedente através da raspagem efetiva de gelo, através da separação do cristal de gelo. A presente invenção, como mostrado na figura 1, refere-se a um processo físico para concentrar qualquer solução aquosa através de congelamento fracionário e separação da água da solução. O objetivo do processo é obter soluções aquosas concentradas de alta qualidade para utilização de energia e desse

modo reduzir o custo do capital para operar o sistema economicamente.

Na presente invenção, uma técnica de desenvolvimento de um cristal de gelo minúsculo, que pode ser separado da solução mãe operando um dispositivo para afetar o processo de congelamento fracionário em uma única
5 coluna.

A operação para o processo descrito na presente invenção é uma disposição para um congelamento fracionário contínuo em múltiplos estágios em uma única coluna.

Especificação da Invenção

10 Consequentemente, a presente invenção refere-se a um processo para concentrar uma solução diluída, o referido processo compreendendo:

(a) Suprir uma solução diluída a ser concentrada em uma coluna de concentração por congelamento vertical de modo que a solução
15 diluída se movimente na direção descendente em direção à extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento;

(b) Produzir congelamento localizado e micropartículas de gelo perto da extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento de modo que as partículas de gelo se movimentem em direção à
20 extremidade superior da coluna de concentração por congelamento;

(c) Coletar as partículas de gelo perto da extremidade superior da coluna de concentração por congelamento;

(d) Fundir as partículas de gelo coletadas na etapa (c) e subsequentemente recircular parte do líquido para a coluna de concentração
25 por congelamento de modo que o referido líquido se movimente em direção à extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento;

(e) Repetir as etapas de (a) a (d) para fracionar o concentrado sólido dissolvido e solução aquosa perto da extremidade superior e inferior da coluna de concentração por congelamento respectivamente até que a

concentração desejada do sólido dissolvido seja alcançada;

(f) Obter o concentrado a partir da extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento.

5 A presente invenção refere-se também a um aparelho para concentra uma solução diluída, o referido aparelho compreendendo:

(a) uma coluna de concentração por congelamento colocada verticalmente tendo uma extremidade superior e uma extremidade inferior; a referida coluna de concentração por congelamento tendo uma entrada para suprir a solução diluída a ser concentrada; a entrada está localizada na coluna de concentração por congelamento de modo que a solução diluída se movimenta na direção descendente em direção à extremidade inferior da
10 coluna de concentração por congelamento;

(b) uma unidade de refrigeração conectada a coluna de concentração por congelamento de modo a gerar um congelamento localizado
15 perto da extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento;

(c) um meio para gerar micropartículas de gelo colocado na área de congelamento localizado;

(d) um primeiro receptor acoplado a uma primeira saída da coluna de concentração por congelamento para coletar a solução concentrada;
20 a referida primeira saída está localizada perto da extremidade inferior da câmara do reator;

(e) um segundo receptor acoplado a uma segunda saída da coluna de concentração por congelamento para coletar as micropartículas de gelo; a referida segunda saída está localizada na extremidade superior da
25 coluna de concentração por congelamento.

Descrição resumida das figuras

A figura 1 é uma ilustração exemplar de um aparelho para concentrar uma solução diluída de acordo com a presente invenção.

A figura 2 mostra uma vista seccional da coluna de

congelamento fracionário de acordo com a presente invenção.

A figura 3 ilustra a coluna de congelamento fracionário de acordo com a presente invenção sem fixações externas.

Descrição detalhada da presente invenção

5 Consequentemente, a presente invenção provê um processo para concentrar uma solução diluída, o referido processo compreendendo:

10 (a) Suprir uma solução diluída a ser concentrada em uma coluna de concentração por congelamento vertical de modo que a solução diluída se movimente na direção descendente em direção à extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento;

 (b) Produzir congelamento localizado e micropartículas de gelo perto da extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento de modo que as partículas de gelo se movimentem em direção à extremidade superior da coluna de concentração por congelamento;

15 (c) Coletar as partículas de gelo perto da extremidade superior da coluna de concentração por congelamento;

20 (d) Fundir as partículas de gelo coletadas na etapa (c) e subsequentemente recircular parte do líquido para a coluna de concentração por congelamento de modo que o referido líquido se movimente em direção à extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento;

 (e) Repetir as etapas de (a) a (d) para fracionar o concentrado sólido dissolvido e solução aquosa perto da extremidade superior e inferior da coluna de concentração por congelamento respectivamente até que a concentração desejada do sólido dissolvido seja alcançada;

25 (f) Obter o concentrado a partir da extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento.

A presente invenção provê também a um aparelho para concentrar uma solução diluída, o referido aparelho compreendendo:

 (a) uma coluna de concentração por congelamento colocada

verticalmente tendo uma extremidade superior e uma extremidade inferior; a referida coluna de concentração por congelamento tendo uma entrada para fornecimento da solução diluída a ser concentrada; a entrada está localizada na coluna de concentração por congelamento de modo que a solução diluída se movimenta na direção descendente em direção à extremidade inferior da
5 coluna de concentração por congelamento;

(b) uma unidade de refrigeração conectada a coluna de concentração por congelamento de modo a gerar um congelamento localizado perto da extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento;

10 (c) um meio para gerar micropartículas de gelo colocado na área de congelamento localizado;

(d) um primeiro receptor acoplado a uma primeira saída da coluna de concentração por congelamento para coletar a solução concentrada; a referida primeira saída está localizada perto da extremidade inferior da
15 câmara do reator;

(e) um segundo receptor acoplado a uma segunda saída da coluna de concentração por congelamento para coletar as micropartículas de gelo; a referida segunda saída está localizada perto da extremidade superior da coluna de concentração por congelamento.

20 Em uma forma de realização da presente invenção, o meio para gerar micropartículas de gelo é um raspador ou um aspensor.

Em outra forma de realização da presente invenção, a coluna de concentração por congelamento é provida com um meio para facilitar o movimento das partículas de gelo em direção à extremidade superior da
25 coluna de concentração por congelamento.

Em ainda outra forma de realização da presente invenção, o meio para facilitar o movimento das partículas de gelo é um transportador do tipo parafuso ou um parafuso perfurado.

Em ainda outra forma de realização da presente invenção, a

entrada da coluna de concentração por congelamento é acoplada com o segundo receptor para suprir parte do líquido do segundo receptor para a coluna de concentração por congelamento.

5 Em mais uma forma de realização da presente invenção, o raspador compreende lâminas montadas em um eixo que é giratório através de um motor.

10 O congelamento fracionário é um processo físico para concentrar uma solução aquosa em uma solução concentrada removendo continuamente a porção de água da solução aquosa na forma de minúsculas partículas de gelo.

15 Para certas soluções aquosas com uma concentração superior, a taxa de nucleação de gelo é reduzida grandemente devido à alta viscosidade das soluções e por esse motivo o movimento do gelo minúsculo formado restringe e retarda o processo enquanto que, esta invenção de uma concentração superior de congelamento fracionário de uma solução aquosa é possível devido ao processo utilizar micropartículas de gelo lentamente liberadas antes que as partículas de gelo se juntem para formar um conglomerado grande.

20 Consequentemente, no processo da presente invenção, a solução diluída é fornecida na coluna de concentração por congelamento. A solução se movimenta na direção descendente em direção à extremidade inferior da coluna vertical. Por esse motivo a solução diluída pode ser fornecida na coluna de concentração por congelamento no local acima da extremidade inferior. Em outras palavras, a solução diluída pode ser fornecida 25 da extremidade superior ou de qualquer local intermediário entre a extremidade superior e a extremidade inferior. Consequentemente, uma entrada pode ser provida na coluna de concentração por congelamento.

No processo da presente invenção, o congelamento localizado é produzido perto da extremidade inferior da coluna, o que leva a

concentração da solução diluída. No local de congelamento onde as micropartículas são geradas. Devido à diferença de densidade, estas micropartículas de gelo se movimentam na direção ascendente em direção à extremidade superior da coluna de concentração por congelamento.

5 As partículas de gelo enquanto viajam na direção ascendente transferem o sólido dissolvido para a solução diluída. As partículas de gelo e a solução diluída formam um sistema, que tem uma tendência a atingir o equilíbrio. A transferência da massa, isto é, transferência do sólido dissolvido ocorre devido à diferença de concentração e temperatura entre as partículas de
10 gelo e a solução diluída. Por esse motivo, a fim de atingir o equilíbrio a transferência de massa ou transferência de sólido dissolvido ocorre da partícula de gelo para a solução diluída. Isto leva a uma concentração adicional da solução diluída. Quanto menor o tamanho das partículas de gelo maior será a área de superfície e conseqüentemente maior será a transferência
15 de massa.

 As partículas de gelo são coletadas perto da extremidade superior da coluna de concentração por congelamento. As partículas de gelo coletadas da coluna de concentração por congelamento são fundidas e parte do líquido assim obtido pode ser recirculado na coluna de concentração por
20 congelamento.

 As etapas acima podem ser repetidas para o fracionamento do concentrado sólido dissolvido e da solução aquosa perto da extremidade superior e extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento respectivamente até que a concentração desejada de sólido dissolvido seja
25 alcançada.

 A solução concentrada obtida através do processo da presente invenção acima pode ser coletada da extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento.

 Como pode ser observado a partir da descrição acima, o

processo da presente invenção é um processo de congelamento em múltiplos estágios e contínuo em uma única coluna.

Consequentemente, a presente invenção provê um aparelho para concentrar a solução diluída de acordo com a presente invenção. O
5 aparelho para concentrar a solução diluída compreende uma coluna de concentração por congelamento que é colocada verticalmente. A coluna de concentração por congelamento tem uma extremidade superior e uma extremidade inferior. É provida uma entrada na coluna de concentração por congelamento para suprir a solução diluída que é para ser concentrada. Já que
10 no processo da presente invenção, a solução diluída é para ser distribuída de modo que ela se movimenta na direção descendente em direção à extremidade superior da coluna. Por esse motivo, a entrada pode ser provida na ou perto da extremidade superior ou qualquer local intermediário entre a extremidade superior e inferior da coluna de concentração por congelamento.

15 Uma unidade de refrigeração é provida para a coluna de concentração por congelamento perto da extremidade inferior da coluna para gerar congelamento localizado. A unidade de refrigeração congela a solução diluída a ser concentrada. O gelo formado pela unidade de refrigeração é convertido em pequenas, ou mesmo micropartículas. Um raspador, um
20 aspensor ou qualquer outro meio apropriado pode ser provido para a coluna de concentração por congelamento para gerar micropartículas. Um raspador tendo uma configuração do tipo lâmina pode ser um meio apropriado para gerar micropartículas de gelo. O raspador pode ser montado em um eixo que é giratório com o auxílio de um motor. Como pode ser claramente entendido
25 que aí poderia existir um espaço entre as lâminas do raspador e parede da coluna de concentração por congelamento e o raspador deveria estar em uma condição de movimento para evitar a obstrução do raspador.

Uma saída é provida na coluna de concentração por congelamento para coletar a solução concentrada. Um receptor pode ser

acoplado a referida saída para coletar a solução concentrada.

5 As partículas pequenas ou micropartículas formadas perto da extremidade inferior se movimentam na direção ascendente em direção à extremidade superior da coluna de concentração. Embora as partículas de gelo se movam em direção ascendente na coluna existe uma transferência de massa de sólido dissolvido que acontece a partir das partículas de gelo na solução diluída. Isto leva a um aumento adicional da concentração da solução diluída.

10 As partículas de gelo podem ser coletadas novamente a partir da segunda saída provida perto da extremidade superior da coluna de concentração por congelamento. A saída a partir da qual a solução concentrada é coletada pode ser considerada como a primeira saída. Um segundo receptor pode ser acoplado a segunda saída para coletar as partículas de gelo. O receptor em que a solução concentrada é coletada pode ser considerado como o primeiro receptor.

15 As partículas de gelo coletadas no segundo receptor são fundidas e parte do gelo fundido pode ser recirculado na coluna de concentração por congelamento.

20 De acordo com uma forma de realização da presente invenção, um meio para facilitar o movimento pode ser provido de modo que as partículas de gelo se movam lentamente na direção ascendente para uma transferência de massa efetiva do sólido dissolvido a partir das partículas de gelo para a solução diluída. O meio para facilitar o movimento pode ser um transportador do tipo parafuso ou um parafuso perfurado ou pequenas bolhas de gás fluindo em direção ascendente.

25 Pode ser claramente entendido a partir da descrição acima que no aparelho da presente invenção uma concentração por congelamento em múltiplos estágios é alcançada em uma única coluna.

Os parágrafos seguintes descrevem a presente invenção com referência às figuras de acordo com uma forma de realização da presente

invenção. Isto não deveria ser interpretado num sentido limitativo.

A figura 1 é uma ilustração exemplar do aparelho para concentração da solução diluída de acordo com a presente invenção. Como pode ser observado a partir da figura 1, o aparelho para a concentração da
5 solução diluída tem uma coluna de concentração por congelamento colocada verticalmente (1). A coluna de concentração por congelamento (1) tem uma extremidade superior (2) e uma extremidade inferior (3). A coluna de concentração por congelamento (1) tem uma entrada (4) para suprir a solução diluída que é para ser concentrada. A figura 1 mostra a entrada (4) provida
10 perto da extremidade superior (2) da coluna de concentração por congelamento (1). Entretanto, a entrada (4) pode ser provida em qualquer local intermediário apropriado entre a extremidade superior (2) e a extremidade inferior (3) de modo que a solução diluída se movimente em direção à extremidade inferior (3). Um reservatório (5) que é apropriado para
15 conter a solução diluída pode ser acoplado a entrada (4) para suprir a solução diluída na coluna de concentração por congelamento (1).

Uma unidade de refrigeração é provida perto da extremidade inferior (3) da coluna (1) para congelar a solução diluída. Como pode ser claramente entendido, a entrada (4) é para ser colocada acima da unidade de
20 refrigeração ou acima da área onde o congelamento da solução diluída acontece.

Com referência as figuras 1, 2 e 3 uma área com camisa (6) pode ser formada perto da extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento (1) para circular o líquido refrigerante. Qualquer unidade de
25 refrigeração apropriada pode ser usada. A unidade de refrigeração tem evaporador (7), compressor (8), condensador (7) e válvula de expansão (8). Na unidade de refrigeração qualquer líquido refrigerante apropriado pode ser usado. A solução diluída entra em contato com a parede da coluna (1) na área com camisa (6) e depósitos de gelo na lateral interna da coluna (1).

Um raspador (9) é provido dentro da coluna (1). O raspador (9) é colocado de tal modo que ele raspa o gelo se formando dentro da coluna (1). A raspagem do gelo se formando na coluna gera micropartículas de gelo. O raspador pode estar na forma de lâminas montadas em um eixo (10) que é giratório com o auxílio de um motor (11). Um espaço pequeno é provido entre o raspador (9) e a área de formação de gelo. O raspador (9) pode ser operado continuamente ou intermitentemente para raspar a formação de gelo na coluna (1). A operação com o raspador (9) pode ser configurada de modo que ele não fique obstruído no gelo formado dentro da coluna (1).

As partículas de gelo formadas na coluna (1) têm a tendência a se mover em direção ascendente na direção da extremidade superior (2). Entretanto, para uma transferência de massa efetiva, um movimento lento das partículas de gelo em direção ascendente é desejável. Por esse motivo, como mostrado na figura 1, um transportador do tipo parafuso (12) é provido dentro da coluna, o qual se movimenta através de um comprimento pré-determinado da coluna (1). O transportador de tipo parafuso (12) é dirigido por um eixo (13) movido por um motor (14).

O projeto do transportador de tipo parafuso típico é dependente do fato de quando as minúsculas partículas de gelo estarão se movendo gradualmente em direção ascendente e entrando na zona de gradiente de temperatura alta, por esse motivo, é importante remover o gelo formado do sistema com o auxílio de um transportador do tipo de parafuso quando a concentração de soluto diminuí na porção de gelo.

Uma primeira saída (15) é provida perto da extremidade inferior (3) e abaixo da área com camisa (6) para coletar a solução concentrada. Um primeiro receptor (16) é acoplado a referida primeira saída (15) para receber a solução concentrada.

Uma segunda saída (17) é provida na coluna (1) perto da extremidade superior (2) para coletar as partículas de gelo. O transportador

(12) pode ser projetado de modo que colete as partículas de gelo e as transfira em direção a segunda saída (16). Um segundo receptor (18) é acoplado a segunda saída (16) para receber as partículas de gelo. Parte das partículas de gelo coletadas podem ser fundidas e fornecidas para a coluna (1) pela entrada (4) através de uma bomba (19).

A presente invenção é descrita com referência as figuras e formas de realizações específicas. Esta descrição não deve ser interpretada em um sentido limitativo. Várias formas de realizações alternativas da invenção serão aparentes para os versados na arte durante a referência da descrição da invenção. É por esse motivo pretendido que tais formas de realizações alternativas formem parte da presente invenção.

Exemplo 1:

1% de uma solução de glicose em água é alimentada para o sistema como explicado mais cedo com um volume inicial de 200 ml e uma taxa de alimentação de 30 ml/h. A temperatura da coluna foi inicialmente mantida a 25° C. A Tabela 1 descreve como o sistema opera até 120 horas, a concentração de soluto aumentada em 50%.

Tabela 1

Tempo (minutos)	Porção Líquida	
	Conc. de soluto (mg/ml)	Volume (ml)
30	10,77	135
60	13,998	35
90	15,898	12
120	19,556	10

Exemplo 2:

5% de uma solução de glicose em água foi alimentada para o sistema como explicado mais cedo com um volume inicial de 400 ml e uma taxa de alimentação de 30 ml/h. A temperatura da coluna foi inicialmente mantida a 25° C. A medida que o processo progride, a concentração de açúcar no líquido é aumentada quase 59%. Por esse motivo, é possível concentrar o líquido na presente invenção.

Tabela 2

Tempo (minutos)	Porção Líquida	
	Conc. de soluto (mg/ml)	Volume (ml)
60	51,49	350
120	62,87	300
180	86,85	260
240	105,364	230
300	115,576	215
360	125,975	180

Exemplo 3:

5 5% de uma solução de NaCl é alimentada dentro da coluna de concentração com uma taxa de alimentação de 30 ml/min. A temperatura inicial da alimentação inicial foi 25° C, a medida que o processo progride, a concentração de NaCl no líquido é aumentada quase 25% em duas horas.

Tabela 3

Tempo (minutos)	Porção Líquida	
	Conc. de soluto (mg/ml)	Volume (ml)
30	52,52	316
120	53,35	291
180	60,08	217
240	70,23	137

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para concentrar uma solução diluída, caracterizado pelo fato de que compreende:

(a) suprir uma solução diluída a ser concentrada em uma
5 coluna de concentração por congelamento vertical de modo que a solução diluída se movimente na direção descendente em direção à extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento;

(b) produzir congelamento localizado e micropartículas de gelo perto da extremidade inferior da coluna de concentração por
10 congelamento de modo que as partículas de gelo se movimentem em direção à extremidade superior da coluna de concentração por congelamento;

(c) coletar as partículas de gelo perto da extremidade superior da coluna de concentração por congelamento;

(d) fundir as partículas de gelo coletadas na etapa (c) e
15 subsequentemente recircular parte do líquido para a coluna de concentração por congelamento de modo que o referido líquido se movimente em direção à extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento;

(e) repetir as etapas de (a) a (d) para fracionar o concentrado sólido dissolvido e a solução aquosa perto da extremidade superior e inferior
20 da coluna de concentração por congelamento respectivamente até que a concentração desejada do sólido dissolvido seja alcançada;

(f) obter o concentrado a partir da extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento.

2. Aparelho para concentrar uma solução diluída, caracterizado pelo fato de que compreende:

(a) uma coluna de concentração por congelamento colocada verticalmente tendo uma extremidade superior e uma extremidade inferior; a referida coluna de concentração por congelamento tendo uma entrada para
25 suprir a solução diluída a ser concentrada; a entrada está localizada na coluna

de concentração por congelamento de modo que a solução diluída se movimenta na direção descendente em direção à extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento;

5 (b) uma unidade de refrigeração conectada a coluna de concentração por congelamento a fim de gerar um congelamento localizado perto da extremidade inferior da coluna de concentração por congelamento;

(c) um meio para gerar micropartículas de gelo colocado na área de congelamento localizado;

10 (d) um primeiro receptor acoplado a uma primeira saída da coluna de concentração por congelamento para coletar a solução concentrada; a referida primeira saída está localizada perto da extremidade inferior da câmara do reator;

15 (e) um segundo receptor acoplado a uma segunda saída da coluna de concentração por congelamento para coletar as micropartículas de gelo; a referida segunda saída está localizada perto da extremidade superior da coluna de concentração por congelamento.

3. Aparelho de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o meio para gerar micropartículas de gelo é um raspador ou aspersor.

20 4. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a coluna de concentração por congelamento é provida com um meio para facilitar o movimento das partículas de gelo em direção à extremidade superior da coluna de concentração por congelamento.

25 5. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o meio para facilitar o movimento das partículas de gelo é um transportador de tipo parafuso ou um parafuso perfurado.

6. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações

precedentes, caracterizado pelo fato de que a entrada da coluna de concentração por congelamento está acoplada com o segundo receptor para suprir parte do líquido do segundo receptor para a coluna de concentração por congelamento.

- 5 7. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o raspador compreende lâminas montadas em um eixo que é giratório através de um motor.

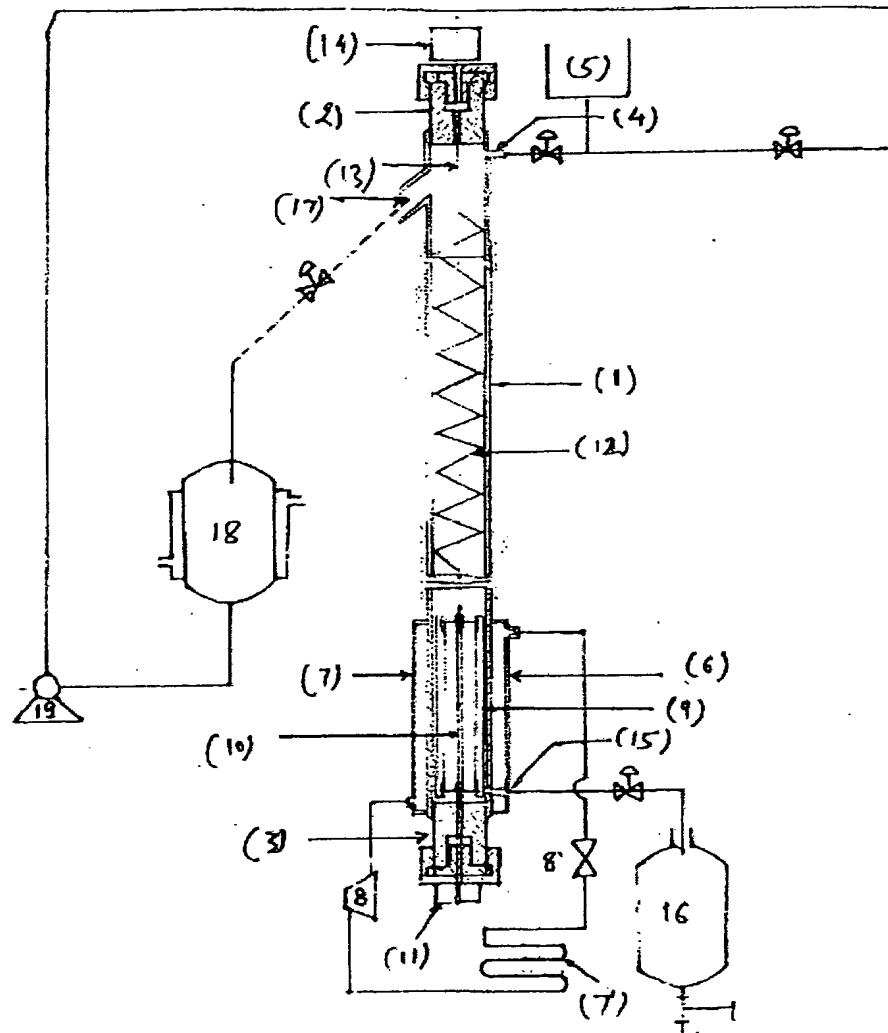


Figura 1: Diagrama esquemático da coluna de congelamento fracionário com fixações externas.

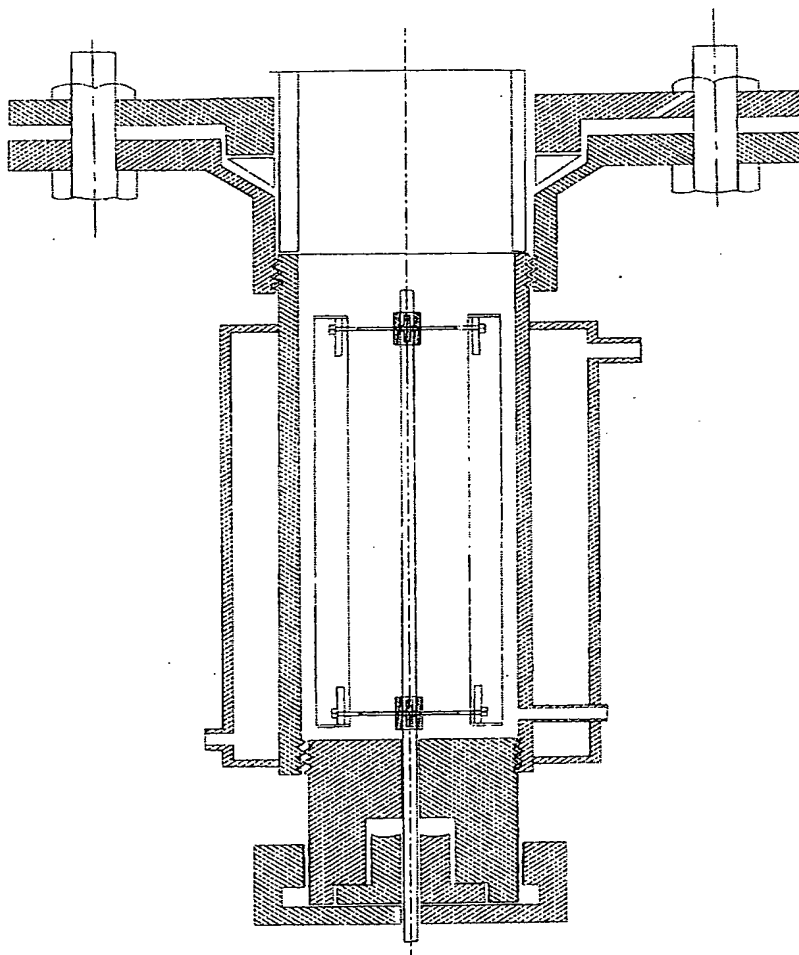


Figura 2: Mostra a seção da coluna de concentração por congelamento onde a etapa 1 está acontecendo. Esta porção consiste de uma camisa para circulação de um refrigerante; e raspador que auxilia na raspagem do gelo.

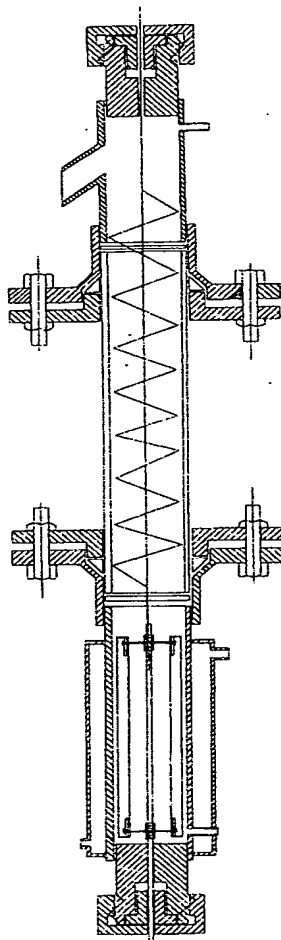


Figura 3: Ilustra a coluna de congelamento fracionário completa sem fixações externas.

RESUMO

“PROCESSO E APARELHO PARA CONCENTRAR UMA SOLUÇÃO DILUÍDA”

5 A presente invenção provê um processo e um aparelho para concentrar uma solução diluída.