



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0923961-8 B1



(22) Data do Depósito: 20/11/2009

(45) Data de Concessão: 24/04/2019

(54) Título: APARELHO PARA TRATAMENTO CONTÍNUO DE DOIS LÍQUIDOS IMISCÍVEIS

(51) Int.Cl.: C01B 33/037; B01D 11/04; B01J 19/24; C22B 9/00.

(30) Prioridade Unionista: 13/01/2009 NO 20090195.

(73) Titular(es): REC SOLAR NORWAY AS.

(72) Inventor(es): KARL FORWALD; JESSE WHITE.

(86) Pedido PCT: PCT NO2009000398 de 20/11/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/082830 de 22/07/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 08/07/2011

(57) Resumo: APARELHO E MÉTODO PARA TRATAMENTO CONTÍNUO DE DOIS LÍQUIDOS IMISCÍVEIS A presente invenção diz respeito a um aparelho para tratamento contínuo de dois líquidos fundidos imiscíveis com diferentes densidades. O aparelho compreende pelo menos um canal de reação helicoidal aberto na extremidade (3) arranjado dentro de um alojamento substancialmente vertical (1), dispositivo para suprimento contínuo do líquido com a maior densidade na extremidade aberta superior do dito pelo menos um canal de reação (3) e dispositivo para suprimento contínuo do líquido com a menor densidade na extremidade aberta inferior do dito pelo menos um canal de reação helicoidal (3), dispositivo para remoção contínua do líquido com a maior densidade na extremidade aberta inferior do dito canal de reação helicoidal e dispositivo para remoção do líquido com a menor densidade pela extremidade aberta superior do dito canal de reação helicoidal (3). A invenção diz respeito adicionalmente a um método para tratamento contínuo de dois líquidos fundidos imiscíveis com diferentes densidades usando o aparelho da presente invenção.

“APARELHO PARA TRATAMENTO CONTÍNUO DE DOIS LÍQUIDOS IMISCÍVEIS”

A presente invenção diz respeito a um aparelho e a um método para o tratamento de dois líquidos fundidos imiscíveis com diferentes densidades e, mais particularmente, a um aparelho e a um método para o tratamento de metais fundidos com banhos óxidos (escória) ou com outros banhos iônicos (sais fundidos) e para o tratamento de banhos óxidos com sais fundidos e vice-versa.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

O refino de metais pelo tratamento de metal fundido com escória líquida ou com sal fundido e o tratamento de escória fundida com sal fundido são exemplos de processos convencionais onde dois líquidos fundidos imiscíveis com diferentes densidades são tratados.

Convencionalmente, o tratamento de escória de metais líquidos é realizado adicionando tanto escória fundida quanto aditivos de formação de escória ao metal líquido contido em uma panela ou similares. A escória líquida e o metal fundido são misturados e impurezas no metal líquido são transferidas para a escória. Depois da sedimentação, a escória é removida do metal líquido. Um recurso importante com o tratamento de escória é que a escória e o metal têm que ter diferentes densidades a fim de permitir a separação da fase escória e fase metal.

O tratamento de metais líquidos com sais fundidos é realizado de uma maneira correspondente ao tratamento de escória. Também, para o tratamento de metais líquidos com sais fundidos, tem que haver uma diferença nas densidades do metal e do sal a fim de permitir a separação da fase metal fundido e da fase sal fundido.

Em alguns casos, escórias líquidas são tratadas com sais fundidos a fim de produzir uma escória limpa para uso posterior no refino de escória de metais.

EM EP-B 699625 é revelado um método para remover impurezas de silício fundido pelo tratamento de escória, particularmente remover boro de silício fundido.

O processo de acordo com EP-B 699626 é que escória é
5 continuamente, ou de forma substancialmente contínua adicionada ao silício fundido e que a escória é continuamente ou substancialmente continuamente inativada ou removida do banho de silício tão logo o equilíbrio entre a escória fundida e o silício fundido é atingido com relação aos elementos impurezas a ser removidos. O processo de EP-B 699625, entretanto, é difícil
10 de ser posto em prática, já que é difícil estabelecer quando o equilíbrio entre a escória fundida e o silício fundido com relação às impurezas a ser removidas é atingido. Adicionalmente, a inativação da escória e remoção completa da escória são difíceis de ser postos em prática.

Em EP-B 14441983 é revelado um aparelho para o tratamento
15 de escória contínuo do silício fundido para remoção de um ou mais elementos impurezas do silício.

O aparelho compreende um vaso para silício fundido e escória líquida com um tubo de transbordamento que estende-se para cima para a escória conectado a uma abertura de saída de escória no fundo do vaso. Um
20 tubo aberto é arranjado em torno do transbordamento com uma coroa anular entre o tubo e o transbordamento. O tubo estende-se para cima até um nível acima do topo do transbordamento e para baixo até o fundo do vaso e o tubo tem aberturas no fundo do vaso. Uma abertura de saída fechável para o silício tratado da escória fica arranjada na parede lateral do vaso. Em operação, um
25 banho de silício fundido é cheio no vaso e escória é continuamente suprida no topo do banho de silício, emerge no banho de silício, através da abertura do tubo no fundo do vaso e deixar o vaso através do transbordamento. Quando escória suficiente tiver sido adicionada, escória e silício podem descansar para permitir a separação de silício e escória, após o que parte do silício é

removida através da abertura fechável na parede lateral do vaso.

Mesmo que o aparelho de acordo com EP-B 1441983 permita adição de escória contínua, é de fato um processo em lotes, já que silício fundido tem que ser adicionado e vazado em intervalos, e a adição de escória tem que ser interrompida antes e durante o vazamento do silício tratado da escória. Além do mais, o desenho por demais complicado do aparelho torna difícil manter a temperatura do aparelho no mesmo nível, causando risco de solidificação de silício ou escória no aparelho.

Existe assim uma necessidade de um verdadeiro aparelho contínuo e método para o tratamento de dois líquidos fundidos imiscíveis com diferentes densidades.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

A presente invenção assim diz respeito a um aparelho para o tratamento contínuo de dois líquidos fundidos imiscíveis com diferentes densidades, onde o aparelho compreende pelo menos um canal de reação helicoidal aberto na extremidade arranjado dentro de um alojamento substancialmente vertical, dispositivo para o suprimento contínuo do líquido com a maior densidade na extremidade aberta superior do dito pelo menos um canal de reação e dispositivo para o suprimento contínuo do líquido com a menor densidade na extremidade aberta inferior do dito pelo menos um canal de reação helicoidal, dispositivo para a remoção contínua do líquido com a maior densidade na extremidade aberta inferior do dito canal de reação helicoidal e dispositivo para remoção do líquido com a menor densidade pela extremidade aberta superior do dito canal de reação helicoidal.

De acordo com uma modalidade preferida, o aparelho compreende adicionalmente um tubo vertical arranjado centralmente no alojamento dentro do núcleo aberto do pelo menos um canal de reação helicoidal, onde o tubo estende-se de uma distância abaixo da extremidade superior do alojamento, mas acima da extremidade superior de pelo menos

um canal de reação vertical e até o fundo do alojamento e uma chapa horizontal arranjada no topo do tubo cobrindo a seção transversal do alojamento, criando uma câmara no alojamento acima da chapa horizontal.

5 O dispositivo para suprimento do líquido com a maior densidade na extremidade aberta superior do pelo menos um canal de reação helicoidal preferivelmente compreende uma abertura de suprimento para o líquido na câmara no alojamento acima da chapa horizontal e pelo menos uma abertura na chapa horizontal.

10 Alternativamente, o dispositivo para suprimento do líquido com a maior densidade na extremidade aberta superior do pelo menos um canal de reação helicoidal compreende um tubo que estende-se de uma fonte de líquido fundido com a maior densidade arranjado no lado de fora do alojamento e ao interior do alojamento próximo da extremidade aberta superior do pelo menos um canal de reação helicoidal.

15 O dispositivo para suprimento do líquido com a menor densidade preferivelmente compreende um tubo de alimentação vertical estendendo-se de cima do alojamento, através de uma abertura na chapa horizontal e abaixo até o tubo arranjado centralmente e através de uma abertura no tubo próxima da extremidade inferior do tubo.

20 Alternativamente, o dispositivo para suprimento do líquido com a menor densidade na extremidade aberta inferior do pelo menos um canal de reação helicoidal compreende um tubo que estende-se do lado de fora do alojamento e até a extremidade aberta inferior do pelo menos um canal de reação helicoidal.

25 O dispositivo para remover o líquido com a maior densidade do fundo do alojamento preferivelmente compreende uma abertura no fundo do alojamento.

De acordo com uma outra modalidade, o dispositivo para remover o líquido com a maior densidade do fundo do alojamento

compreende um tubo que vai do fundo do alojamento, para cima até um nível logo abaixo da extremidade aberta superior do canal de reação helicoidal e abaixo através do fundo do alojamento.

5 O dispositivo para remover o líquido com a menor densidade preferivelmente compreende uma abertura de saída arranjada na parede lateral do alojamento em um nível abaixo da chapa horizontal e acima da extremidade aberta superior do pelo menos um canal de reação helicoidal.

10 De acordo com uma outra modalidade, o dispositivo para remover o líquido com a menor densidade compreende um tubo aberto na extremidade vertical que vai de um nível abaixo da chapa horizontal e acima da extremidade aberta superior do canal de reação helicoidal e abaixo através do fundo do alojamento.

15 Os canais de reação helicoidais podem ter qualquer seção transversal adequada, tais como circular, oval, quadrada, etc., mas a seção transversal é preferivelmente retangular. A inclinação dos canais de reação helicoidais é preferivelmente entre 2 e 20° e mais preferivelmente entre 4 e 10°.

Preferivelmente, quatro canais de reação helicoidais são arranjados no alojamento.

20 A fim de aumentar o tempo de contato entre os dois líquidos, dois aparelhos de acordo com a invenção podem ser conectados em série, tanto um por cima do outro quanto um próximo depois do outro. O líquido com a maior densidade nesta configuração é removido pela extremidade aberta inferior do pelo menos um canal de reação helicoidal no primeiro
25 aparelho e suprido na extremidade aberta superior do pelo menos um canal de reação helicoidal no segundo aparelho e o líquido com a menor densidade é removido pela extremidade aberta superior do pelo menos um canal de reação helicoidal no primeiro aparelho e suprido na extremidade aberta inferior do pelo menos um canal de reação helicoidal no segundo aparelho.

De acordo com um segundo aspecto, a presente invenção diz respeito a um método para o tratamento contínuo de dois líquidos imiscíveis com diferentes densidades, onde o líquido com a maior densidade é continuamente suprido na extremidade superior da pelo menos uma câmara de reação helicoidal arranjada dentro de um alojamento cilíndrico vertical, suprimindo continuamente o líquido com a menor densidade na extremidade inferior do pelo menos um canal de reação helicoidal, por meio do que o líquido com a maior densidade e o líquido com a menor densidade escoam em direções opostas através do pelo menos um canal de reação helicoidal, removendo continuamente o líquido com a maior densidade pela extremidade aberta inferior do pelo menos um canal de reação helicoidal e removendo continuamente o líquido com a menor densidade pela extremidade aberta superior do pelo menos um canal de reação helicoidal.

De acordo com uma modalidade preferida do método de acordo com a presente invenção, o líquido com a menor densidade é silício fundido e o líquido com a maior densidade é escória de cálcio-silicato.

Pelo aparelho e pelo método de acordo com a presente invenção, um verdadeiro tratamento contracorrente contínuo de metal fundido com escória ou com um sal fundido e o tratamento de uma escória líquida com um sal fundido é obtido.

Por causa das diferenças de densidade entre os líquidos, o líquido com a maior densidade escorará para baixo no pelo menos um canal de reação helicoidal e o líquido com a menor densidade escoará para cima no pelo menos um canal de reação helicoidal. A vazão para um sistema metal e escória ou sal particular, ou para um sistema escória e sal particular, dependerá da razão de viscosidade dos dois líquidos, da diferença de densidades, da tensão interfacial e da inclinação dos canais de reação helicoidais.

Com o aparelho e método de acordo com a presente invenção,

haverá uma boa interação entre os dois líquidos, já que eles escoam em direções opostas nos canais de reação helicoidais, provendo assim tempo suficiente para que impurezas sejam removidas do metal líquido para a escória, ou para o sal fundido.

5 O aparelho de acordo com a invenção tem adicionalmente a vantagem de que ele não tem partes móveis.

Deve-se perceber que o metal fundido em alguns casos tem uma maior densidade do que a escória, ou que o banho de sal e, em outros casos, o metal fundido tem uma menor densidade do que a escória ou o banho
10 de sal.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A figura 1 mostra uma seção transversal de uma modalidade preferida de um aparelho de acordo com a presente invenção.

15 A figura 2 mostra uma seção transversal ao longo da linha A-A na figura 1;

A figura 3 mostra uma vista em perspectiva do aparelho da figura 1;

20 A figura 4 mostra uma vista de topo similar à modalidade mostrada nas figuras 1-3, mas com diferentes dispositivos para remoção do líquido com a maior densidade e o líquido com a menor densidade;

A figura 5 mostra uma seção transversal ao longo de B-B na figura 4;

A figura 6 mostra uma seção transversal ao longo de C-C na figura 4; e

25 A figura 7 mostra uma segunda modalidade do aparelho de acordo com a presente invenção compreendendo quatro canais de reação helicoidais.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS

Como pode-se ver nas figuras 1, 2 e 3, o aparelho de acordo

com uma modalidade da presente invenção compreende um alojamento externo no geral cilíndrico 1. No alojamento 1, existe um tubo arranjado centralmente 2 estendendo-se até o fundo do alojamento 1. Entre a parede interna do alojamento 1 e o lado de fora do tubo 2 fica arranjado um canal de reação helicoidal 3 que vai da parte superior do alojamento 1 até a parte inferior do alojamento 1. O canal de reação helicoidal 3 pode ter qualquer seção transversal adequada tais como circular, oval ou quadrada, mas, preferivelmente, a seção transversal é retangular e, tipicamente, de 60 - 120 mm de largura e 20 - 40 mm de altura. A inclinação do canal de reação helicoidal 3 pode variar, mas é preferivelmente entre 2 e 20° e mais preferivelmente entre 4 e 10°. O canal de reação helicoidal 3 é aberto na extremidade superior e na sua extremidade inferior.

O tubo 2 tem uma abertura 4 na parede lateral e sua extremidade inferior no mesmo nível da extremidade inferior do canal do reator helicoidal 3.

Acima da extremidade superior do canal de reação helicoidal 3, mas a uma distância abaixo do topo do alojamento 1, fica arranjada uma chapa horizontal 5 afixada nas paredes internas do alojamento 1. A chapa 5 apóia-se no topo do tubo 2 e forma uma câmara 6 no alojamento 1 acima da chapa horizontal 5. O tubo 2 tem uma abertura central pela qual um tubo de suprimento vertical 7 estende-se de cima do alojamento 1 através da câmara e da chapa horizontal 5 e abaixo até o tubo 2 para suprimento de um primeiro líquido com baixa densidade ao tubo 2. A chapa horizontal 5 tem adicionalmente uma abertura 8 no lado de fora do tubo 2. Uma abertura de suprimento 9 para suprimento de um segundo líquido com uma maior densidade do que o primeiro líquido na câmara 6 fica arranjada no topo do alojamento 1. Uma abertura de saída 10 para descarga do segundo líquido fica arranjada no fundo do alojamento 1.

Finalmente, uma abertura de descarga 11 para o primeiro

líquido fica arranjada na parede lateral do alojamento 1 a um nível vertical abaixo da chapa horizontal 5, mas acima da extremidade superior do canal de reação helicoidal 3.

5 O aparelho é preferivelmente aquecido pelo lado de fora por meio de dispositivo de aquecimento convencional, tais como painéis de aquecimento por resistência elétrica, ou uma serpentina de aquecimento por indução.

10 A operação do aparelho supradescrito será agora descrita para o caso onde o primeiro líquido é silício fundido e o segundo líquido com uma maior densidade do que o primeiro líquido é escória de cálcio-silicato. Isto é um processo de refino de escória para remover impurezas, particularmente boro, de silício fundido.

15 A fim de iniciar o processo de refino de escória, o canal de reação 3 é primeiro cheio com escória líquida através da abertura de suprimento 9, a abertura 8 na chapa horizontal 5 e na extremidade superior do canal de reação helicoidal 3. Quando o canal de reação helicoidal 3 é cheio com escória, escória será descarregada através da abertura de saída 10. Neste momento, silício fundido é continuamente suprido através do tubo de suprimento 7, no tubo 2, enquanto o suprimento de escória líquida tem
20 continuidade. O silício escoará através da abertura 4 na extremidade inferior do tubo 2 e até a extremidade aberta inferior do canal de reação helicoidal 3. Por causa da diferença de densidade entre a escória líquida e o silício fundido que cria forças de flutuação, silício fundido começará escoar para cima no canal de reação helicoidal 3 através da escória que escoar para baixo, criando
25 assim uma superfície de contato entre o silício e a escória fundida.

Silício tratado com escória eventualmente começará escoar continuamente para fora da extremidade aberta superior do canal de reação helicoidal e é descarregada na parede lateral do alojamento 1 através da abertura de saída 11 do alojamento 1.

Uma situação de estado estacionário será estabelecida e silício e escória moverão em direções opostas no canal de reação helicoidal 3, desde que o suprimento do silício fundido e escória líquida seja mantido.

5 A força motriz para o fluxo dos dois líquidos no canal de reação helicoidal 3 é provida pela força gravitacional. A resistência ao fluxo é basicamente causada pela viscosidade do banho, tensão interfacial e caminhos de fluxo anular estreitos.

No aparelho e no processo da presente invenção, existe um fluxo contracorrente de escória e metal. Escória fresca encontrará o silício mais puro na parte superior do canal de reação helicoidal 3 e a escória que tem um maior teor de impurezas do silício encontrará silício não tratado na parte inferior do canal de reação helicoidal 3. A escória e silício entrarão em contato com a escória por todo o comprimento do canal de reação helicoidal 3, provendo assim interação ideal entre escória e silício. Condições ideais para o refino de escória são dessa maneira providas.

Nas figuras 4 - 6, está mostrada uma modalidade do aparelho similar à modalidade mostrada nas figuras 1 - 3. A única diferença entre a modalidade mostrada nas figuras 4 - 6 e a modalidade mostrada nas figuras 1 - 3 é o dispositivo para remoção dos dois líquidos do alojamento 1. As partes nas figuras 4 - 6 correspondentes às partes idênticas nas figuras 1 - 3 têm números de referência idênticos.

Nas figuras 4 e 5, o dispositivo para remover o líquido com a menor densidade compreende um canal substancialmente horizontal 20 do alojamento 1 até a parede do tubo 2 a um nível vertical abaixo da chapa horizontal 5, mas acima da extremidade superior do canal de reação helicoidal 3 e um tubo vertical 21 na parede lateral do tubo 2 do canal 20 e abaixo através do fundo do alojamento 1. Como uma alternativa, o tubo vertical 21 pode ficar arranjado dentro do tubo 2.

Nas figuras 4 e 6, o dispositivo para remover o líquido com a

maior densidade compreende um canal substancialmente horizontal 22 na parede do tubo 2 próximo do fundo do alojamento 1, um tubo vertical 23 dentro da parede do tubo 2 estendendo-se até um nível logo abaixo da extremidade de entrada superior do canal de reação helicoidal 3, um tubo horizontal 24 na parede do tubo 2 e um outro tubo vertical 25 na parede do tubo 2 disposto abaixo através do fundo do alojamento 1.

Pelo dispositivo alternativo para remoção dos dois líquidos mostrados nas figuras 4 - 6, o fluxo dos dois líquidos no canal de reação helicoidal pode ser controlado mais facilmente.

Na figura 7, está mostrada uma segunda modalidade do aparelho de acordo com a presente invenção. Esta modalidade difere da modalidade mostrada nas figuras 1 - 3 em que quatro canais de reação helicoidais 30, 31, 32, 33 são arranjados no alojamento com quatro tubos separados 34 para suprimento de líquido pesado da câmara 6 a cada um dos quatro canais de reação helicoidais 30, 31, 32, 33 e onde o tubo central 2 para suprimento de líquido leve tem quatro aberturas (não mostradas) próximas do fundo para suprimento de líquido leve nas extremidades inferiores de cada um dos quatro canais de reação helicoidais. Esta modalidade aumenta a capacidade do aparelho em um fator de quatro, comparado com a modalidade mostrada nas figuras 1 - 3.

O aparelho pode ser feito de qualquer material adequado que seja resistente aos metais, escória ou banho de sal em questão, e que possa suportar a temperatura operacional.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para tratamento contínuo de dois líquidos imiscíveis fundidos com diferentes densidades, o aparelho compreende pelo menos um canal de reação helicoidal aberto na extremidade (3) arran-
5 dentro de um alojamento substancialmente vertical (1), os meios (8,9) para suprimento contínuo do líquido com a maior densidade na extremidade aberta superior do dito pelo menos um canal de reação e meios (2,4,7) para suprimento contínuo do líquido com a menor densidade para a extremidade aberta inferior do dito pelo menos um canal de reação helicoidal, meios (10)
10 para remoção contínua do líquido com a maior densidade na extremidade aberta inferior do dito canal de reação helicoidal e meios (11) para remoção do líquido com a menor densidade pela extremidade aberta superior do dito canal de reação helicoidal, caracterizado pelo fato de que o aparelho compreende ainda um tubo vertical (2) arran-
15 dentro do núcleo aberto do pelo menos um canal de reação helicoidal, onde o tubo estende-se de uma distância abaixo da extremidade superior do alojamento, mas acima da extremidade superior do pelo menos um canal de reação vertical, e até o fundo do alojamento e uma chapa horizontal (5) arranjada no topo do tubo cobrindo a seção transversal do alojamento criando
20 uma câmara (6) no alojamento acima da chapa horizontal,

os meios (8,9) para suprimento do líquido com a maior densidade na extremidade aberta superior do pelo menos um canal de reação helicoidal (3) compreende uma abertura de suprimento (9) para suprir o líquido na câmara (6) no alojamento acima da chapa horizontal (5), e pelo
25 menos uma abertura (8) na chapa horizontal, e os meios (2,4,7) para suprimento do líquido com a menor densidade compreende um tubo de alimentação vertical (7) estendendo-se de cima do alojamento (1), através de uma abertura na chapa horizontal (5) e abaixo até o tubo arran-
centralmente (2) e para fora através de uma abertura (4) no tubo próxima da

extremidade inferior do tubo.

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os meios (10) para remoção do líquido com a maior densidade do fundo do alojamento (1) compreende uma abertura no fundo do alojamento, ou compreende um tubo que vai do fundo do alojamento, para
5 cima até um nível abaixo da extremidade aberta superior do canal de reação helicoidal (3) e abaixo através do fundo do alojamento.

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os meios (11) para remoção do líquido com a menor
10 densidade compreende uma abertura de saída na parede lateral do alojamento (1) a um nível abaixo da chapa horizontal (5) e acima da extremidade aberta superior do pelo menos um canal da reação helicoidal (3), ou compreende um tubo aberto na extremidade vertical que vai de um nível abaixo da chapa horizontal e acima da extremidade aberta superior do canal de reação
15 helicoidal e abaixo através do fundo do alojamento.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os canais de reação helicoidais (3) têm uma seção transversal retangular.

5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a seção transversal dos canais de reação helicoidais (3) são
20 entre 60 mm e 120 mm de largura e entre 20 e 40 mm de altura.

6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a inclinação dos canais de reação helicoidais (3) é entre 2 e 20 ou é entre 4 e 10°.

7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que quatro canais de reação helicoidais (3) são arranjados no alojamento (1).
25

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dois aparelhos são conectados em série.

9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que os dois aparelhos são arranjados um por cima do outro ou são arranjados um depois do outro.

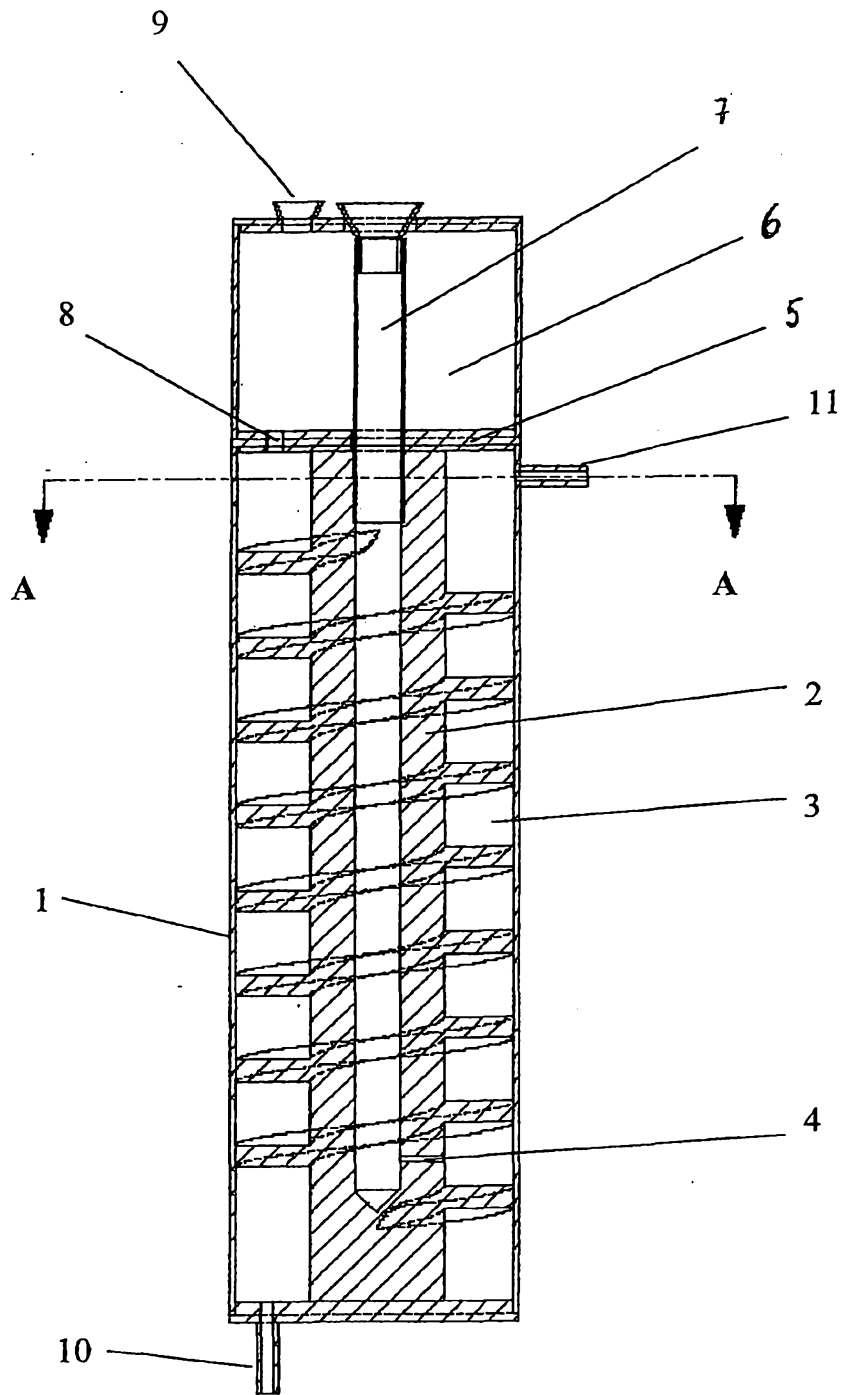


Fig 1

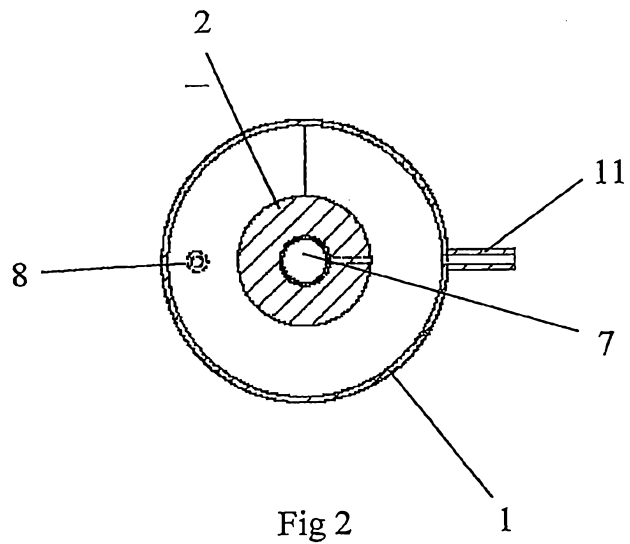


Fig 2

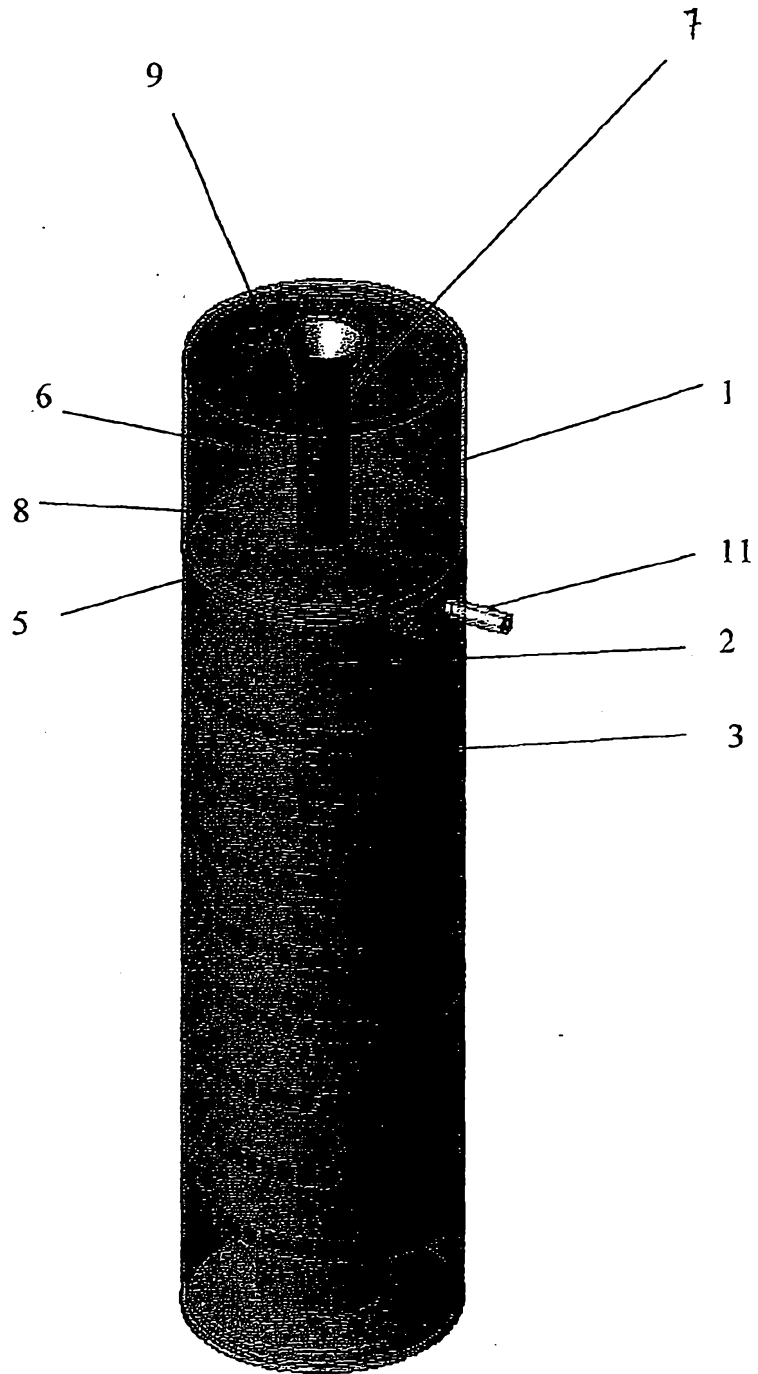


Fig 3

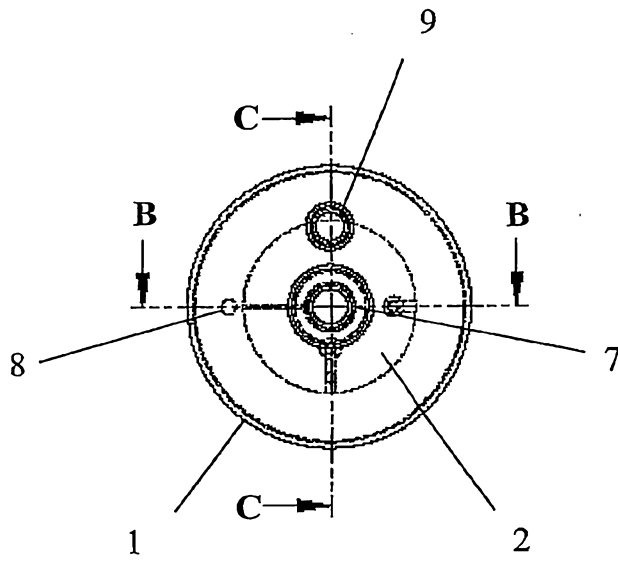


Fig 4

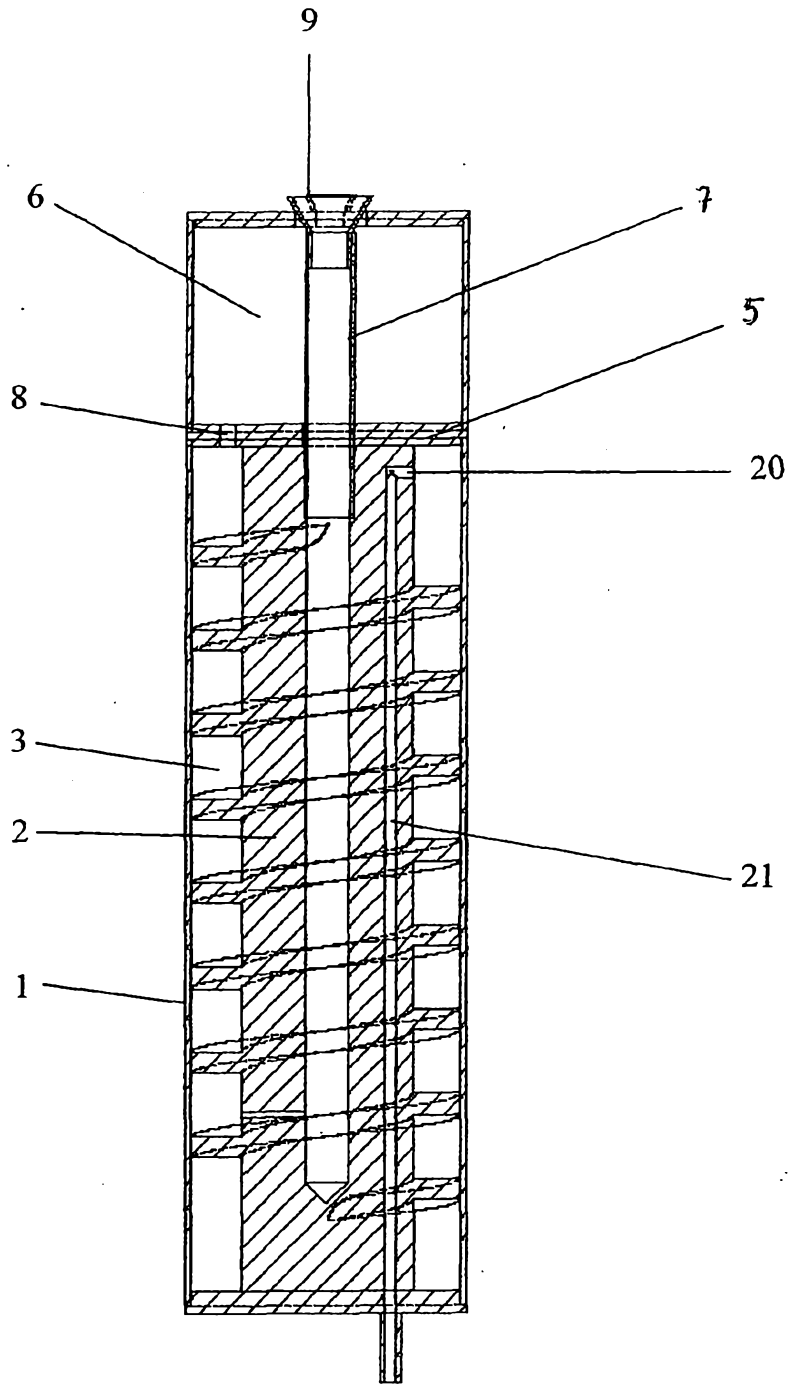


Fig 5

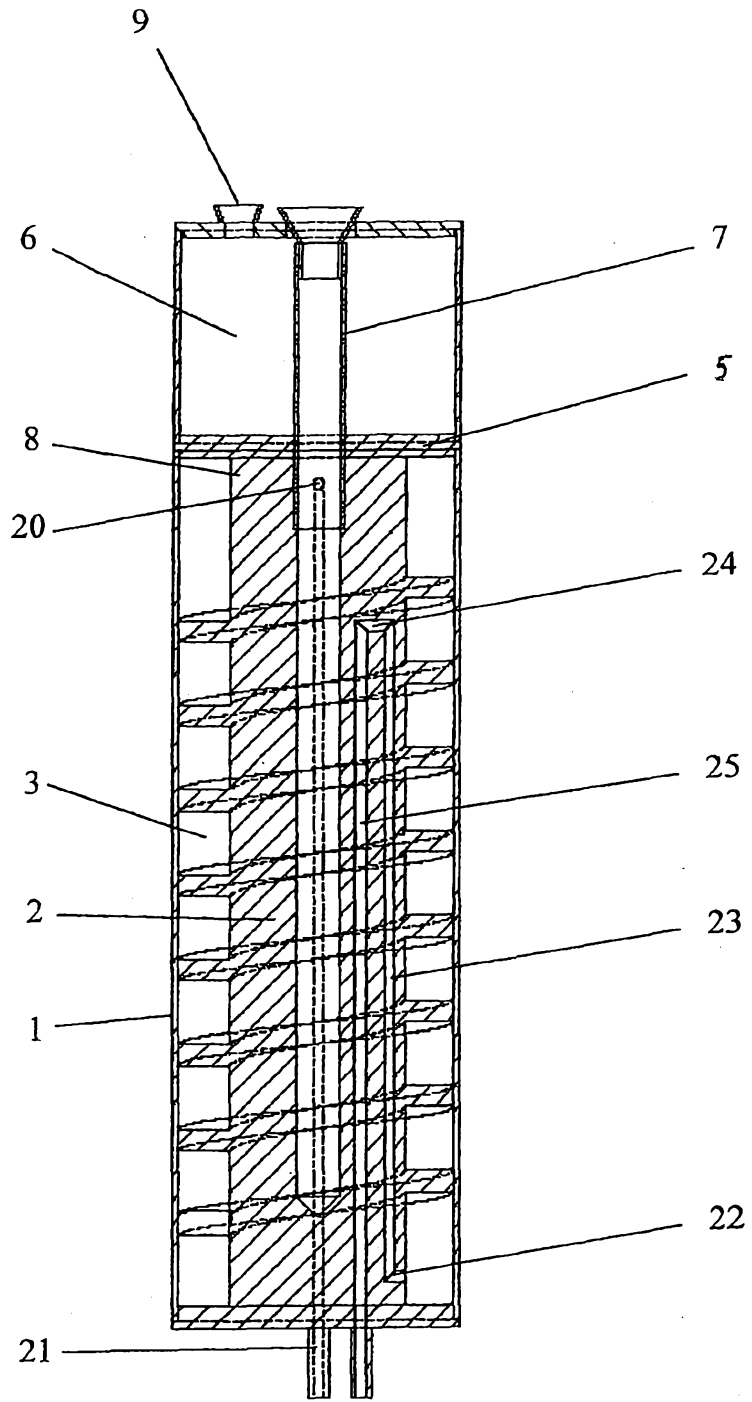


Fig 6

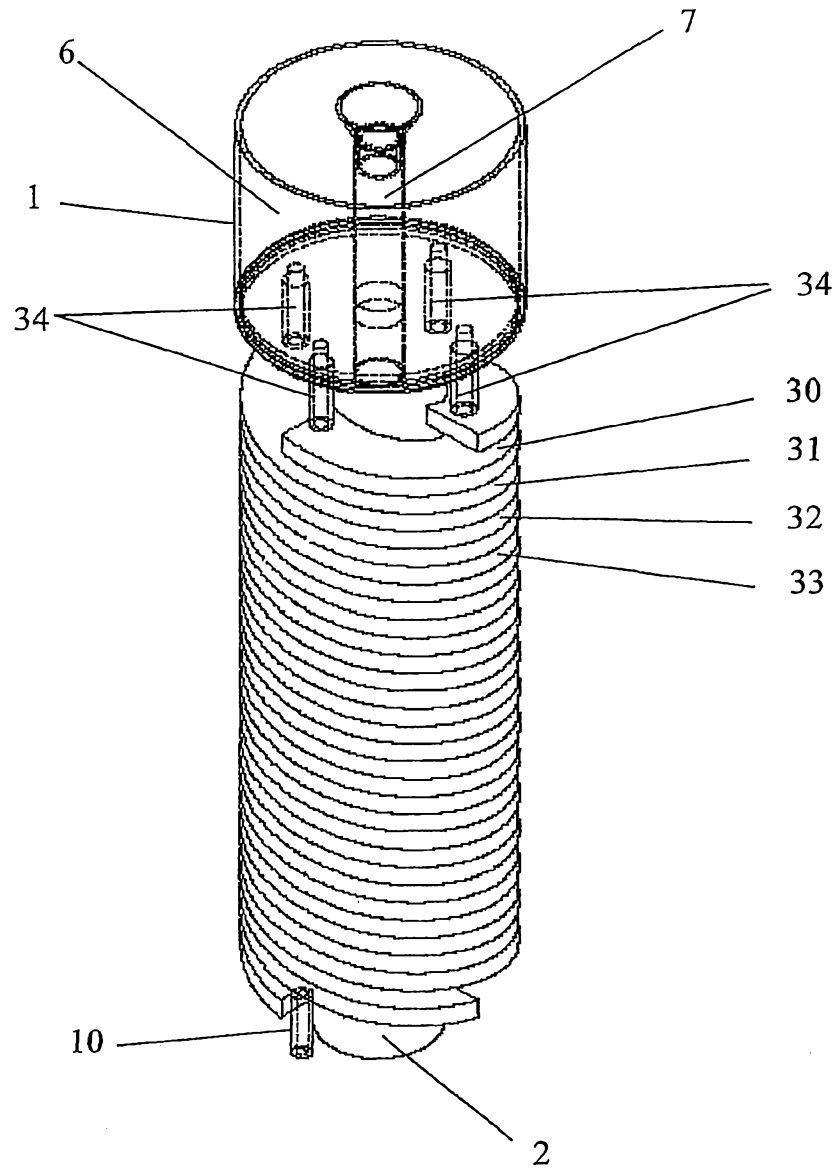


Fig 7