



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

(11) PI 0918929-7 B1



(22) Data do Depósito: 17/09/2009

(45) Data de Concessão: 09/04/2019

(54) Título: DISPOSITIVO E MÉTODO PARA A COLETA DE GÁS QUENTE A PARTIR DE UM PROCESSO DE ELETRÓLISE

(51) Int.Cl.: C25C 3/22; C25C 3/14.

(30) Prioridade Unionista: 19/09/2008 NO 20084014.

(73) Titular(es): NORSK HYDRO ASA.

(72) Inventor(es): MORTEN KARLSEN; ODD-ARNE LORENTSEN; ARE DYRØY; TORE ØREN.

(86) Pedido PCT: PCT NO2009000324 de 17/09/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/033037 de 25/03/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 18/03/2011

(57) Resumo: DISPOSITIVO E MÉTODO PARA A COLETA DE GÁS QUENTE A PARTIR DE UM PROCESSO DE ELETRÓLISE" Uma célula de eletrólise que produz metais necessita adicionar uma quantidade precisa de estoque de alimentação (como alumina) à célula, e como um efeito da reação que ocorre na célula, necessita-se extrair o produto (como alumínio) e remover qualquer produto residual (como HF e CO₂). De modo a esfriar a célula apropriadamente e para garantir a coleta de todos os efluentes da célula, que não sejam estanques a gás, uma sucção normal é de cerca de 100 a 150 vezes mais ar ambiente do que volume de gás produzido pela célula. A presente invenção diz respeito aos princípios de como se pode extrair um gás residual mais concentrado em CO₂- da célula do que seja o procedimento padrão na indústria de alumínio atualmente, por meio de dispositivos de sucção de pote distribuídos (DPS). Em uma forma de realização o DPS pode ser integrado com um alimentador tendo uma barra rompedora para alimentar matéria prima à célula. A energia térmica pode ser extraída do gás residual quente.

“DISPOSITIVO E MÉTODO PARA A COLETA DE GÁS QUENTE A PARTIR DE UM PROCESSO DE ELETRÓLISE”

A presente invenção diz respeito a um método e um dispositivo para a coleta de gases em uma célula de eletrólise, em particular uma célula para a produção de alumínio.

Em todas as células de eletrólise modernas para a produção de alumínio tendo anodos pré-cozidos a superestrutura acima da célula tem vários alimentadores pontuais individuais conectados à superestrutura da célula. O sistema de coleta de gás tem vários pontos de sucção distribuídos ao longo do tubo de gás de processo, localizado no topo da superestrutura, mas como um sistema separado adjacente ao sistema de alimentação de alumina. Visto que pelo menos um anodo normalmente tem que ser substituído por um anodo novo a cada dia, as células de pré-cozimento modernas tem uma superestrutura com muitas tampas que cobrem a área entre o cátodo e a saída de gás localizada exatamente abaixo do feixe de anodo para impedir os gases residuais de entrar no prédio das células. De modo a prevenir esta poluição normalmente se precisa de pressão negativa (subatmosférica) dentro da superestrutura da célula e quantidades grandes de ar são sugadas através destes intervalos e dentro do sistema de sucção de gás junto com os gases residuais para tratamento adicional, atualmente a recuperação de fluoreto e em alguns casos a remoção de enxofre (purificação).

O ar que entra dentro da superestrutura, também fornece esfriamento a ar da parte superior da célula com o seu equipamento instalado (equipamento pneumático, elétrico e eletrônico). Durante as substituições de anodo necessita-se remover algumas das tampas. Para impedir que os gases residuais entrem no prédio das células, e proteger os operadores da exposição, a coleta de gás residual eficiente pode ser obtida durante esta operação aumentando-se o volume de sucção significativamente ajustando-se a célula no modo de Sucção Que Tende ao Pote (PTS), por exemplo, via uma série de

sucção separada. Pela inversão de uma válvula, a sucção de gás pode mudar de normal para PTS, e o volume de sucção aumentado possibilita o manuseio das substituições de anodo com várias tampas removidas da célula sem nenhum gás residual entrando no prédio das células, isto é, mantendo a
5 pressão negativa dentro da superestrutura da célula.

A alimentação da alumina a uma célula de eletrólise foi realizada a mais do que um século atrás rompendo-se manualmente a crosta de topo de alumina e alimentando pó de alumina à célula. A ruptura da crosta foi mais tarde feita por uma roda rompedora de crosta, depois um feixe
10 quebra-crosta e finalmente um quebra-crosta pontual eletronicamente controlado, que está sendo instalado basicamente em todos os novos fornos de fundição que são construídos. Consequentemente, a alimentação pontual é, portanto, considerada estado da técnica.

A produção de alumínio também dá efluentes, principalmente
15 CO₂ com traços de CO, mas também quantidades significantes de HF e SO₂. Tais efluentes deixam o processo eletrolítico através de uma camada de crosta solidificada acima do eletrólito, através dos orifícios de alimentação nas também através da própria crosta. Os fornos de fundição modernos removem a maior parte do HF e SO₂ antes que os efluentes sejam liberados para a
20 atmosfera, mas não CO₂. De modo a remover todos os efluentes que são liberados da célula e esfriar a célula apropriadamente, o projeto de sucção padrão envolve vários pontos de sucção ao longo dos tubos de gás principais situados aproximadamente um metro da crosta de topo. Estes pontos de sucção sugam muito de ar falso dos intervalos e juntas na superestrutura da
25 célula mantendo uma pressão negativa dentro das tampas de topo para garantir a captura de todos os efluentes liberados da célula. O gás coletado é confortavelmente esfriado para a superestrutura (100 a 150°C), e os gases de desprendimento são fortemente diluídos pelo ar falso.

Até agora não houve muito foco sobre a lavagem de CO₂ visto

que a mesma é uma parte de um círculo natural, mas o foco recente sobre como o CO₂ impacta o clima tem mudado o foco. A limitação de projeto das células de eletrólise modernas para capturar e sequestrar o CO₂ é a concentração baixa de CO₂ no gás de processo, que tipicamente é menor do
5 que 1 %. Para remover CO₂ de baixa concentração é tanto desafiador quanto caro assim não foi encontrado publicado em nenhum lugar na literatura pública. O custo do sequestro de CO₂ no geral diminui com a concentração de CO₂ crescente no gás residual.

A presente invenção no geral diz respeito à coleta de gás, preferivelmente com um alimentador de alumina integrado. A invenção diz
10 respeito a um método de coleta de gás de processo concentrado para tratamento adicional. Além disso, este dispositivo possibilita a coleta de gás de processo com temperaturas elevadas o bastante, adequadas para a recuperação de calor, tal como, gás residual que tem uma temperatura de mais
15 do que 100°C, preferivelmente maior do que 150°C.

Na WO 2006/009459 é descrito um método e equipamento para recuperar calor de gás de exaustão de uma instalação de processo, por exemplo, gás de processo de uma instalação de eletrólise para a produção de alumínio. Este tipo de tecnologia pode ser vantajosamente combinada com a
20 presente invenção.

Vários processos industriais produzem gases de processo que podem ser contaminados por partículas, poeiras e outras espécies que podem causar entupimento no equipamento de recuperação de energia. Tal entupimento implicará na eficiência reduzida, e pode requerer a manutenção
25 extensiva tal como limpeza das superfícies expostas ao fluxo de gás. O gás de processo, antes que o mesmo seja limpo, pode conter poeiras e/ou partículas que formarão depósitos no equipamento de recuperação de calor e assim reduzirão a eficiência da recuperação de calor a um nível baixo indesejado. Assim as unidades de recuperação de energia são normalmente colocadas a

jusante de uma instalação de limpeza de gás, depois que o gás foi limpo.

Com relação a otimizar a recuperação de energia, é de interesse dispor as unidades de recuperação tão próximas do processo industrial quanto possível, onde o teor de energia no gás de processo está no seu máximo. Isto implica que as unidades de recuperação de energia devem estar dispostas a montante da instalação de limpeza do gás, porque tais instalações estão localizadas relativamente distantes do processo industrial. Por exemplo, o gás de processo de uma célula de redução de eletrólise de alumínio contém grandes quantidades de energia em um nível de temperatura relativamente baixo. Esta energia é correntemente utilizada apenas em um grau pequeno, mas a mesma pode ser usada para propósitos de aquecimento, propósitos de processo e produção de energia se soluções técnica e economicamente aceitáveis para recuperar calor sejam estabelecidas. O nível de temperatura obtido no fluido aquecido é decisivo para o valor e utilidade da energia térmica recuperada. O calor deve, portanto, ser extraído do gás de processo em uma temperatura de gás de processo tão alta quanto possível.

Esfriar o gás de processo contribuirá para a taxa de fluxo de gás reduzida e queda de pressão, com energia de ventilação reduzida como uma consequência. A redução maior na queda de pressão é obtida esfriando-se o gás de processo tão próximo das células de alumínio quanto possível.

O teor de energia do gás de processo pode ser recuperado em um trocador de calor (sistemas de recuperação de calor) em que o gás de processo dá a liberação de calor (é esfriado) para um outro fluido adequado para a aplicação em questão. Em princípio, o sistema de recuperação de calor pode estar localizado:

- a montante do processo de limpeza - onde o sistema de recuperação de calor deve operar com um gás contendo partículas
- a jusante do processo de limpeza - onde componentes e partículas poluentes no gás foram removidas,

- na própria célula de eletrólise.

Como os processos de limpeza disponíveis atualmente operam de modo mais ideal em um nível de temperatura baixo, a recuperação de energia é, na prática, relevante apenas para a alternativa onde o sistema de recuperação de calor está localizado a montante do processo de limpeza. Isto significa, na prática, que o sistema de recuperação de calor deve ser capaz de operar com gás quente contendo partículas.

O esfriamento do gás bruto a montante dos ventiladores em combinação com a recuperação de calor é uma solução que reduzirá tanto a taxa de fluxo do volume do gás de processo quanto à queda de pressão no sistema de canal e instalação de limpeza de gás. A sucção pode ser, deste modo, aumentada sem a necessidade de mudar as dimensões dos canais e instalação de limpeza de gás.

O calor recuperado do gás de processo está disponível como calor de processo para vários propósitos de aquecimento e processamento, como o sequestro de CO₂.

O presente dispositivo de sucção para a coleta de gás é capaz de obter uma coleta eficiente dos gases residuais produzidos na célula sem material de cobertura de alumina ou anodo (ACM) que entra no dispositivo de sucção. Na combinação com um alimentador pontual isto dá um projeto compacto.

A Patente US 4.770.752 de 1988 descreve um sistema onde a tampa de coleta de gás é colocada em contato com a crosta em correspondência de um furo fornecido na crosta. O propósito desta invenção é coletar os gases residuais da célula para a purificação de componentes de fluoreto pela alumina e em seguida retornar a alumina e os fluoretos novamente para a célula por um alimentador de alumina separado. A lavagem de CO₂ e a recuperação de calor não são mencionados exceto a partir do pré-aquecimento da alumina. Esta invenção tem uma limitação com relação à

manutenção e danos possíveis que ocorrem durante as substituições de anodo visto que a tampa está situada tão próxima dos anodos e da crosta. Não existe nenhuma indicação de qualquer instalação que utilizasse esta invenção, sustentando as ditas desvantagens.

5 A Patente JP 57174483 de 1981 descreve um método e dispositivo para a medição contínua da eficiência corrente de uma célula de eletrólise de alumínio. O propósito é medir a eficiência corrente rápida e continuamente e para controlar o fornecimento de matérias primas pela coleta dos gases produzidos a partir da célula continuamente, medir as
10 concentrações de CO₂ e CO sucessivamente, converter estes para sinais elétricos e entrar com os sinais em um controlador. O dispositivo de coleta não é totalmente descrito mas parece estar situado em contato com a crosta com as desvantagens há pouco descritas.

 A Patente US 4.770.752 de 1988 descreve um sistema onde
15 uma tampa é colocada em contato com a crosta em correspondência de um furo fornecido na crosta. O propósito desta invenção é coletar os gases residuais da célula para purificação de componentes de flúor pela alumina situada próxima à célula e depois disso alimentar a alumina e os ditos componentes diretamente de volta na mesma célula a partir da qual eles foram
20 emitidos.

 A Patente US 5.968.334 descreve a remoção de pelo menos um dos gases CF₄ e C₂F₆ dos gases residuais de uma célula de eletrólise usando uma membrana.

 A presente invenção diz respeito ainda aos princípios de
25 Sucção de Pote Distribuído (DPS) onde se pode combinar alimentação da matéria prima alumina à célula e ao mesmo tempo extrair um gás residual mais concentrado em CO₂ de um furo na crosta de topo na célula do que o que é procedimento padrão na indústria de alumínio atualmente. Entretanto, a sucção também pode ser disposta em outros lugares acima da crosta na célula,

se apropriado.

Os quatro efeitos líquidos que se pode obter com relação ao gás residual são:

1. Menos volume total de gás removido da célula com o potencial para reduzir as Instalações/Centro de Tratamento de Fumos (FTP/FTC) global ou Centro de Tratamento de Gás (GTC).

2. Como uma consequência do ponto 1 o gás de processo coletado será aumentado em temperatura mais do que antes e portanto mais adequado para recuperar calor.

3. Sucção de menos “ar falso” nas câmaras de coleta de gás aumenta a concentração de CO₂ no gás de desprendimento significativamente, possibilitando a captura e sequestro de CO₂ com tecnologias padrão usadas para a captura de CO₂ das estações de força.

4. Melhoras do fluxo de gás dentro da superestrutura

Estas e outras vantagens podem ser obtidas pela invenção como definidas nas reivindicações de patente anexas.

No que segue, a invenção deve ser explicada ainda pelos exemplos e Figuras onde:

A Fig. 1 divulga uma forma de realização de um dispositivo de sucção de pote distribuída (DPS) de acordo com a invenção,

A Fig. 2 divulga um modelo de dinâmica de fluido da coleta do gás residual de um dispositivo de sucção que compreende uma tampa com um projeto de parede única,

A Fig. 3 divulga um modelo de dinâmica de fluido da coleta do gás residual de um dispositivo de sucção que compreende uma tampa com um projeto de parede dupla,

A Fig. 4 mostra (em parte) uma imagem de uma tampa de coleta de parede dupla observada por baixo,

A Fig. 5^a divulga em uma vista de seção transversal, uma

segunda forma de realização de um DPS,

A Fig. 5b divulga em uma vista lateral o DPS mostrado na Fig. 5a, girado 90 graus em torno do seu eixo longitudinal,

5 A Fig. 5c divulga em uma vista ampliada, uma placa distribuidora para o DPS mostrado nas Figs. 5a e 5b,

A Fig. 6 divulga um diagrama mostrando a concentração de CO_2 em uma célula com coleta de gás residual tradicional de dentro da superestrutura da célula,

10 A Fig. 7 divulga um diagrama que mostra a concentração de CO_2 sob condições variáveis de “normal” à esquerda, para “coleta de DPS puro” à direita,

A Fig. 8 divulga um esquemático de um padrão de fluxo de gás na superestrutura de uma célula operada com cinco unidades de DPS, observada de cima,

15 A Fig. 9 divulga um diagrama que mostra a distribuição de pressão / fluxo de gás em uma célula de eletrólise com sucção fora do topo da superestrutura de células,

A Fig. 10 divulga um diagrama que mostra a distribuição de pressão / fluxo de gás em uma célula de eletrólise com sucção de acordo com a DPS da presente invenção e sem nenhuma sucção no topo da superestrutura.

20 Para se obter coleta de gás máxima do dispositivo de sucção de pote distribuído (DPS), pode-se planejar a tampa de coleta de muitos modos. Um dos protótipos projetados durante o desenvolvimento da invenção teve uma tampa de coleta de parede única 4' (ver os resultados de modelagem de CFD da eficiência de coleta na Figura 2). Uma outra versão da tampa de sucção 4 teve paredes duplas (ver a Figura 3) onde a velocidade de sucção entre as paredes duplas é significativamente mais alta do que no centro. As linhas mais espessas indicam taxas de sucção mais altas.

Esta sucção extra cria uma “parede de ar” artificial, que dá

uma coleta de gás residual mais eficiente a partir do furo “H” na crosta “C”, e diminui a perturbação dos fluxos cruzados. Pode-se também equipar a DPS com ar pressurizado, e soprar ar através desta junta, com a penalidade de usar mais do ar comprimido no prédio das células para esta aplicação. Nas Figs, o numeral de referência 7 indica a barra rompedora da crosta.

Descrição detalhada das formas de realização preferidas

Uma descrição funcional de DPS (Sucção de Pote Distribuída) combinada com um alimentador pontual segue:

Na Figura 1 um cilindro pneumático de um quebra-crosta é indicado no sinal de referência 1, o rompedor é ligado às partes principais da DPS. Na Figura é mostrada a tampa de coleta 4, o tubo de alimentação de alumina 3, o tubo de sucção de gás 5 com uma válvula 6. No outro lado da válvula é mostrado um tubo 2.

Durante a operação o fluxo de gás normal na superestrutura do pote é retardado através da DPS, um ponto de DPS é colocado em cada um dos pontos de alimentação do pote. A sucção para a DPS que é introduzida através do tubo dedicado 2 pode ser preferivelmente conectada aperfeiçoada a um alimentador existente, ou alternativamente a mesma também pode ser parte de uma nova montagem substituindo um alimentador existente. A alumina pode ser alimentada a partir de um alimentador fluidizado mas também alimentadores mecânicos.

Quando o gás é retirado através do tubo 2, o mesmo será coletado em um tubo principal/múltiplo na superestrutura do pote que transporta gás de todos os pontos de alimentação (não mostrado). O gás a partir destes pontos de transição é transportado para os sistemas de tratamento de fumos (isto é, recuperação de Fluoreto, e remoção de SO_2) e introduzido daí para qualquer sistema de lavagem de CO_2 comercial capaz de lidar com as concentrações reais de CO_2 ou como entrada para sistemas de combustão tais como turbinas a gás, estações de força a carvão ou instalações de combustão

de biomassa.

Quando o pote deve ser consertado, o tubo de coleta principal para os pontos de DPS na superestrutura pode ser fechado, e os tubos principais na superestrutura do pote são ativados para sustentar a sucção que tende para o pote (PTS) do pote (isto é, aumentar o volume de sucção do pote 2 a 4 vezes mais alta do que o normal.

O gás de processo super concentrado é mais quente do que o normal que o torna adequado para recuperar calor. Por outro lado, o gás mais quente pode danificar a superestrutura e os componentes eletrônicos nela colocados. Um modo para resolver este novo desafio é isolar termicamente os componentes dos sistemas de coleta de gás dentro da superestrutura e para o lugar onde a recuperação de calor pode ocorrer fora da célula.

Uma outra alternativa pode ser dispor a tampa de coleta de gás e a sua tubulação correspondente com algum espaço com relação a outras instalações dentro da superestrutura da célula.

Os gases de processo de várias células podem ser conectados à mesma unidade de recuperação de calor. O gás de processo é depois enviado para o tratamento de fumos clássico, removendo poeira, HF e SO₂. Dependendo de se conecta-se o gás residual a um outro processo como ar de combustão ou diretamente a uma unidade lavadora de CO₂, o gás residual pode ter que ser purificado suficientemente para não danificar estas etapas de processo.

As características principais de uma forma de realização da presente invenção consiste na integração do sistema de sucção pontual com o alimentador de alumina pontual tendo um quebra-crosta. O avanço de etapa causado pela DPS é composição mudada e temperatura aumentada do gás de processo coletado. O gás coletado pela DPS conterà muito menos “ar falso” e conseqüentemente têm concentração mais alta de gases nocivos (Fluoreto, SO_x, e CO₂). Isto facilitará a recuperação de fluoreto e a remoção de SO_x. O

objetivo é aumentar a concentração de CO₂ a um tal nível que as tecnologias de lavagem de CO₂ comercialmente disponíveis podem ser utilizadas para removê-lo. Também, por causa da quantidade menor de ar e instalação diretamente acima dos pontos de alimentação o gás de desprendimento coletado tem temperatura aumentada comparado com o gás de processo regular, que aumenta o potencial para a troca de calor.

Deve estar claro para qualquer pessoa habilitada na técnica que a tampa de coleta do gás de processo pode ser feita de encomenda para qualquer tipo de alimentador pontual, e também ser disposta na vizinhança de tal alimentador sem ser uma parte integrada do mesmo.

A sucção no tubo 2 na figura 1, também pode ser dividida em dois fluxos de sucção independentes que podem ser regulados, onde a sucção do espaço 11 entre as paredes interna e externa 14, 13, e a sucção no lado de dentro 12 da tampa 4 pode ser independentemente regulada. Ver também a Fig. 4.

A parede interna 14 da tampa de sucção 4 pode ser tanto sólida quanto perfurada, i.e., fornecida com furos ou não (não mostrado). Além disso, as paredes da tampa de sucção 4 podem ter um ângulo para fora em um tal modo que o vetor da velocidade de sucção pode ser dirigido em qualquer ângulo entre 0 e 180 graus para baixo na direção da crosta.

Na Fig. 5a é divulgado, em uma vista de seção transversal, uma segunda forma de realização de uma DPS, integrada com um alimentador pontual (PF).

Nesta forma de realização, é mostrada uma parede interna 28 na forma como uma luva retangular, e uma parede externa 26, também na forma como uma luva retangular. O espaço entre as paredes interna e externa define um espaço de sucção entre estas duas paredes, com a abertura 15. A parede interna se estende mais próxima na direção da crosta do que a parede externa, e tem a abertura de sucção 16. Além disso, é mostrado um tubo de

alimentação de alumina 23, 23', o tubo de sucção 22, o cilindro pneumático 21 e um quebra-crosta (barra) 27.

A Fig. 5b divulga em uma vista lateral a DPS como mostrada na Fig. 5a, girada 90 graus em torno do seu eixo longitudinal. Nesta vista é mostrada a parede externa 26, saída 22 e 22' e uma placa múltipla 30. A placa múltipla é mostrada em mais detalhes em uma vista ampliada, em Fig. 5c. O propósito da placa múltipla é distribuir a sucção através da saída 22, 22' uniformemente para dentro do espaço entre as paredes externas e internas. Isto é obtido pelo arranjo de aberturas apropriadas, O, O', O'', O''' ou fendas através da placa. A placa tem outras aberturas para o tubo de alimentação de alumina 23' e uma haste do alimentador pontual PF.

Além disso, a parte inferior da parede externa 26 pode ser fornecida com um defletor divergente (não mostrado). O defletor pode ser representado por uma peça na forma de placa em todos os lados da parede, e preferivelmente tendo um ângulo 13 com relação ao plano horizontal. O propósito do defletor é ajudar no direcionamento do fluxo de gases que é sugado na tampa de gás. O ângulo 13 preferivelmente pode ser de magnitude de 30 a 60°.

Além disso, pode ser disposto um sifão de poeira 29 (ver a Fig. 5a) na parte interna da tampa para evitar alumina e outros constituintes particulados sigam o gás de desprendimento sugado para dentro do sistema de evacuação de gás. O sifão de poeira em uma tal forma de realização pode ser representada por uma ou mais fendas 29 na parede interna, isto é, a parede que divide o espaço entre as paredes duplas do espaço interno da tampa de sucção. Preferivelmente, a fenda é disposta próxima à parede de topo do espaço interno na tampa, e em tal maneira que quando a sucção é aplicada ao espaço anular, será uma sucção de gás através da dita fenda. Por estes meios o gás contendo materiais particulados e que entra no espaço interno da tampa, será acelerado e colidirá contra o "teto" na tampa e cairá na crosta ou furo do

alimentador debaixo da tampa.

Além disso, a abertura do fluxo de gás eficaz das fendas pode ser planejada em uma maneira onde uma sucção no espaço entre as paredes externas e internas também gerarão uma sucção apropriada dentro do espaço definido pela parede interna, definindo assim uma relação entre a taxa de sucção de entrada 15 versus a entrada 16.

Preferivelmente, a área de seção transversal entre a parede interna e a parede externa é crescente a jusante de um fluxo da segunda entrada 15, reduzindo assim a velocidade do gás.

A tampa de sucção é preferivelmente colocada em uma distância da crosta possibilitando que os anodos passem por debaixo dela durante a troca de anodo. Vantajosamente, a tampa é colocada em uma distância mínima da crosta dependendo da taxa de sucção. Preferivelmente a distância está na ordem de 10 a 1000 mm.

A distância tem que levar em conta a velocidade de aceleração para o material de cobertura de alumina/anodo (ACM) que é da ordem de 7 metros por segundo, conseqüentemente a dita distância entre a tampa e o topo da crosta deve garantir que estes níveis de velocidade na superfície da crosta não sejam atingidos.

Esta forma de realização de DPS é projetada para separar por medidas físicas o gás quente a ser sugado para fora e as partes técnicas do quebra-crosta tanto quanto possível, para induzir tão pouca tensão térmica quanto possível para as partes vitais do quebra-crosta.

Na Fig. 6 é divulgado um diagrama que mostra a concentração de CO₂ em uma célula com coleta de gás residual tradicional de dentro da superestrutura da célula.

Na Fig. 7 é divulgado um diagrama que mostra a concentração de CO₂ sob condições variáveis de “normal” à esquerda, para “coleta de DPS pura” à direita.

A Fig. 8 é um diagrama que mostra um padrão de fluxo esquemático em uma célula, com base em cinco unidades de DPS na célula, observada de cima. As setas indicam o padrão de fluxo do gás acima da crosta, que é claramente direcionado para os pontos de sucção individuais.

Por estes meios é possível retirar a maior parte dos gases de processo evoluídos na célula. Além disso, pela extração deste volume um tanto grande de gases exatamente acima da crosta onde as tampas estão localizadas, o padrão de fluxo global dentro da superestrutura da célula será influenciada em uma maneira positiva. Isto será explicado ainda com referência às Figs. 9 e 10.

Na Fig. 9, é mostrado que a distribuição de pressão / fluxo de gás em uma célula de eletrólise do tipo habitualmente conhecida com evacuação “E” de gás de processo no topo da superestrutura da célula. Em tal arranjo haverá um efeito chaminé que, junto com o fato de que o gás é retirado por sucção no topo da célula, domina o padrão de fluxo dentro da célula.

Na figura, a célula está em um modo de operação normal de uma célula com a superestrutura fechada, e todas as tampas fechadas.

Na Fig. 10 é mostrada uma distribuição de pressão em uma célula de eletrólise com evacuação “E” de gás de processo de acordo com a presente invenção por meio das cinco unidades de DPS e sem nenhuma sucção no topo da superestrutura. Como na Fig. 9, a célula está em um modo de operação normal de uma célula com a superestrutura fechada.

A captura e armazenagem de CO₂ de acordo com a presente invenção, em uma forma de realização, pode ser realizada nas seguintes etapas:

- 1) Produção de CO₂ na célula
- 2) Coletar o gás residual com alto teor de CO₂
- 3) Recuperar o calor do dito gás

4) Pré-lavar

5) Gás para outros processos e/ou gás de alimentação para o lavador de CO₂

• 6) Gás purificado levado para fora do lavador, CO₂ levado
5 para uma estação de pressurização

• 7) CO₂ liquefeito transportado para armazenagem.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para a coleta de gás quente a partir de um processo de eletrólise que produz metais, compreendendo uma tampa de coleta (4) localizada acima da área de evolução de gás, onde a tampa de coleta (4) está conectada a um sistema de evacuação de gás que gera fluxo de sucção, caracterizado pelo fato de que a tampa de coleta de gás (4) tem pelo menos duas entradas (11, 12; 15, 16) para o gás ser coletado, onde uma primeira entrada interna (12; 16) é circundada por uma segunda entrada (11; 15).

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a tampa de coleta (4) é fabricada de uma construção de parede dupla, uma parede interna (14; 28) e uma parede externa (13; 26), onde a segunda entrada (11; 15) é representada por um espaço definido entre as duas paredes.

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a área de seção transversal entre a parede interna (14; 28) e a parede externa (13; 26) é crescente a jusante de um fluxo a partir da segunda entrada (11; 15), reduzindo assim a velocidade do gás.

4. Dispositivo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a parede interna (28) se estende mais próximo da área de evolução de gás do que a parede externa (26).

5. Dispositivo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a parede interna (28) tem pelo menos uma fenda (29) na sua parte superior que permite que o gás escoe da primeira entrada (16) para o espaço entre as duas paredes.

6. Dispositivo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a parte inferior da parede externa (26) é divergente para fora com relação à parede interna.

7. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a velocidade do fluxo de gás através da primeira entrada (12; 16) é diferente daquela da segunda entrada (11; 15), e preferivelmente

mais baixa.

8. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é integrado em um alimentador pontual (PF) fornecido com um quebra-crosta (27).

5 9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o dispositivo está situado acima de um orifício de alimentação (H) fabricada pelo quebra-crosta de alimentador pontual (27), preferivelmente 10 a 1.000 mm acima da crosta (C).

10 10. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 ou 9, caracterizado pelo fato de que a alimentação ocorre dentro e/ou próximo da tampa de coleta do gás residual (4).

15 11. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que todos os gases de processo podem ser coletados através do dispositivo com eficiência de sucção apropriada sem qualquer outra coleta de gás na superestrutura da célula durante a operação normal.

12. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a sucção na tampa pode funcionar como normal durante a alimentação de alumina.

20 13. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a sucção na tampa pode ser bloqueada durante a alimentação alumina.

14. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o gás residual coletado pode ser usado para recuperar calor.

25 15. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o gás residual coletado pode ser purificado para separar gases como vapores de HF, SO₂, CO₂ e pós.

16. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a forma da tampa de coleta (4) é circular, elíptica, quadrática ou retangular.

17. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de que a forma da tampa de coleta (4) é otimizada para o volume de sucção necessário, tal como cônico.

18. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o mesmo pode ser combinado com um sistema de coleta de gás separado usado durante as operações padrão como substituições de anodo e vertedura do metal.

19. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o processo de eletrólise está produzindo alumínio ou outros metais.

20. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo é conectado com sistemas/tubos de coleta de gás residual termicamente isolados dentro da superestrutura da célula.

21. Método para a coleta de gás quente a partir de um processo de eletrólise em uma célula, que entre outros gases envolve gás de CO₂, usando um dispositivo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 20, caracterizado pelo fato de que o gás é coletado na vizinhança imediata de uma crosta (C) através da qual o gás se desenvolve de modo que a composição do gás de processo inclui pelo menos 0,5 a 10 % de CO₂.

22. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o gás é coletado na vizinhança imediata de um orifício de alimentação (H) na crosta (C).

23. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o gás residual tem uma temperatura de mais do que 100°C, preferivelmente mais do que 150°C.

24. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o calor é extraído do gás residual por meios de troca de calor apropriados, tais como um trocador de calor de gás de exaustão.

25. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o gás residual é separado a jusante de um componente enriquecido com CO₂.

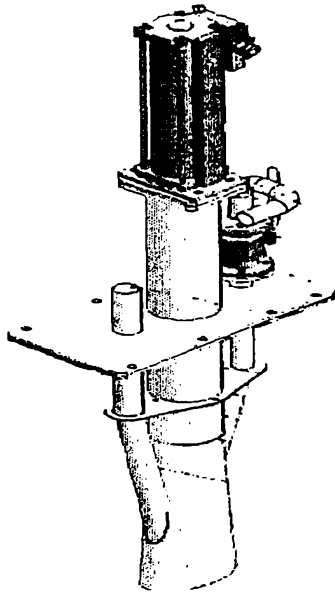


Fig. 1

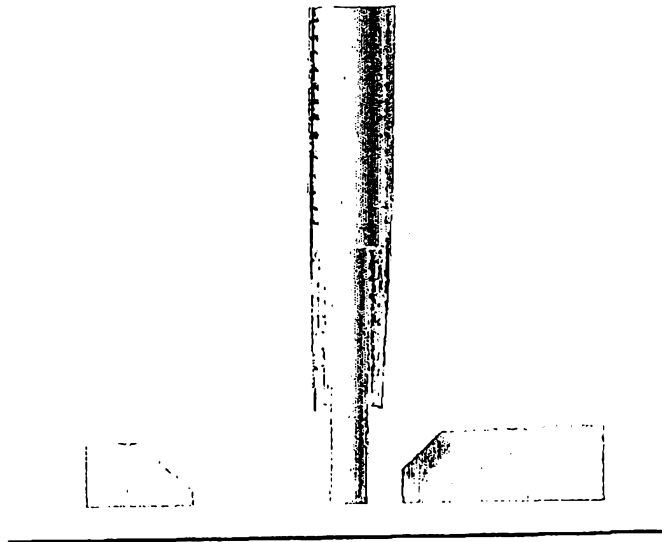


Fig. 2

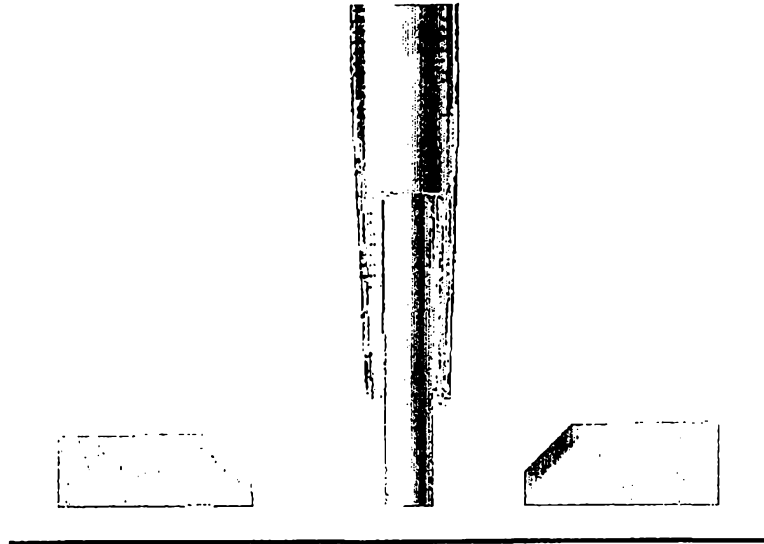


Fig. 3

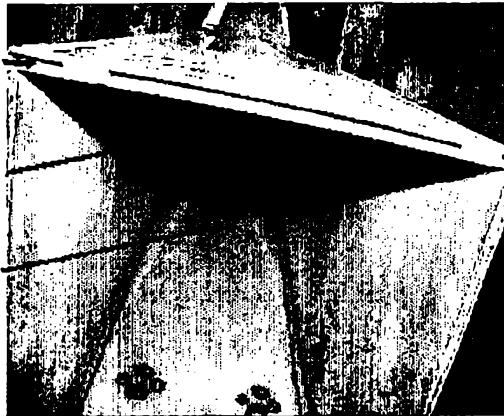


Fig. 4

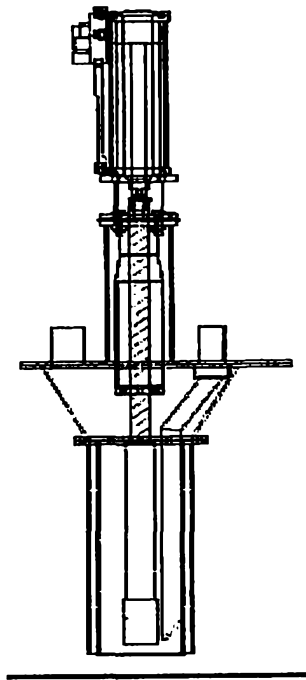


Fig. 5a

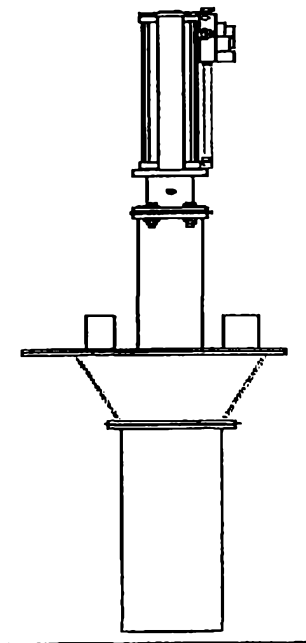
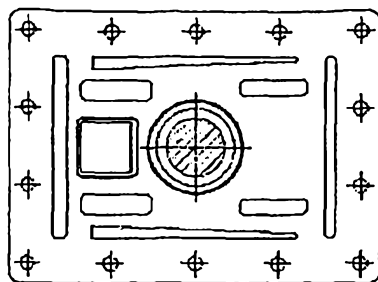
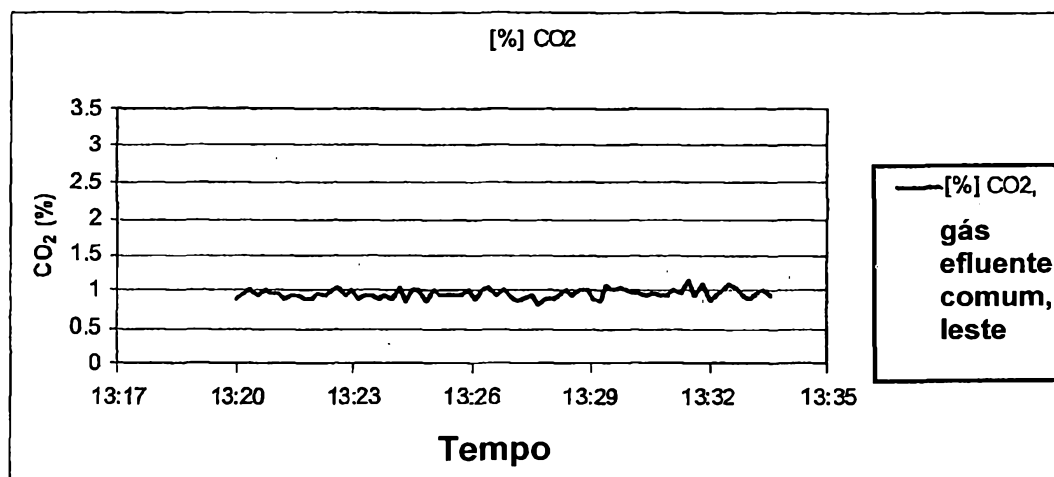
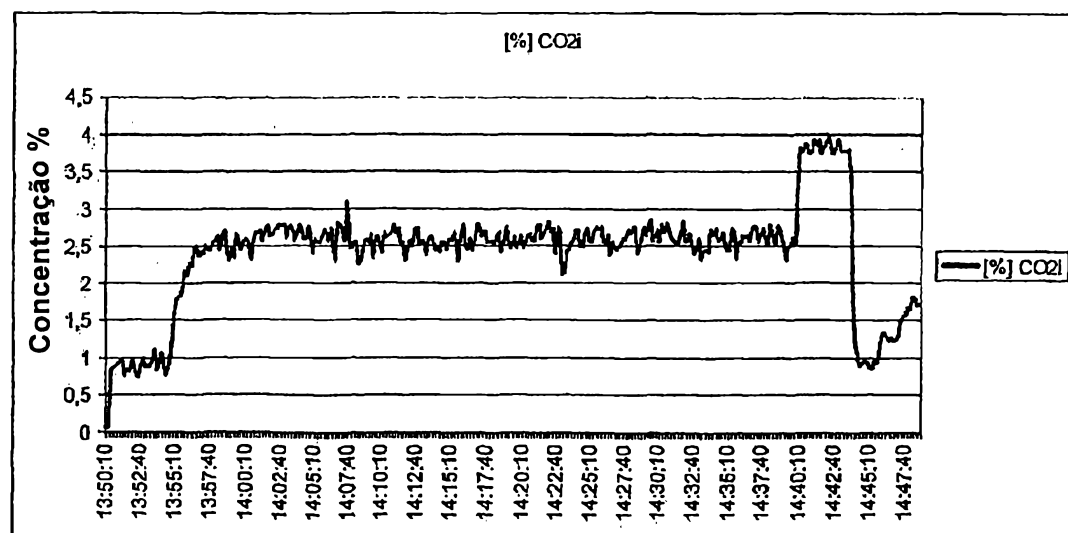


Fig. 5b

**Fig 5c****Fig. 6****Fig. 7**

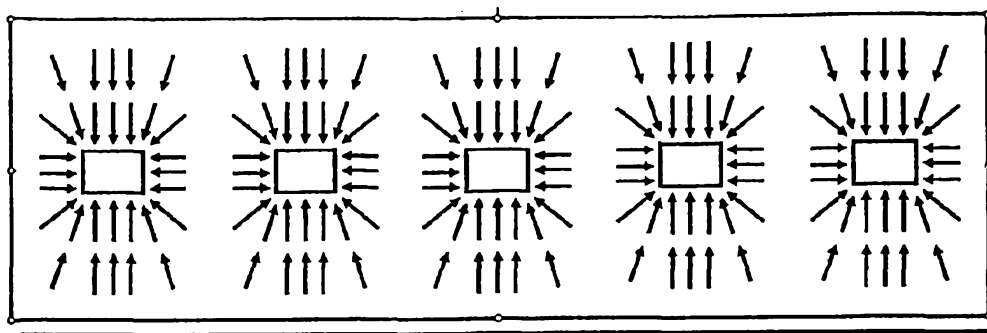


Fig. 8

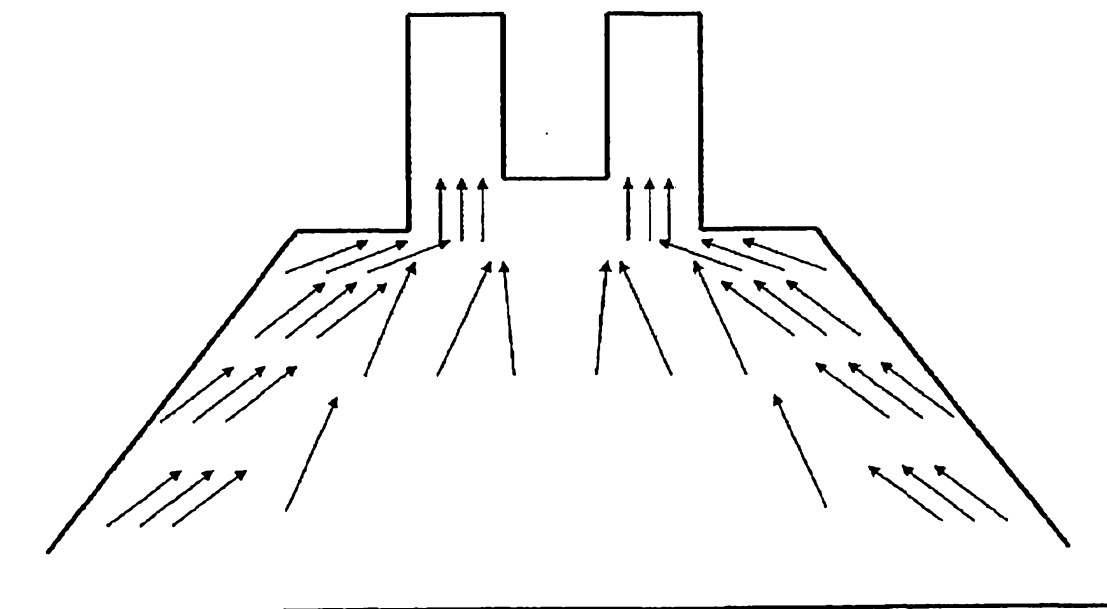


Fig. 9

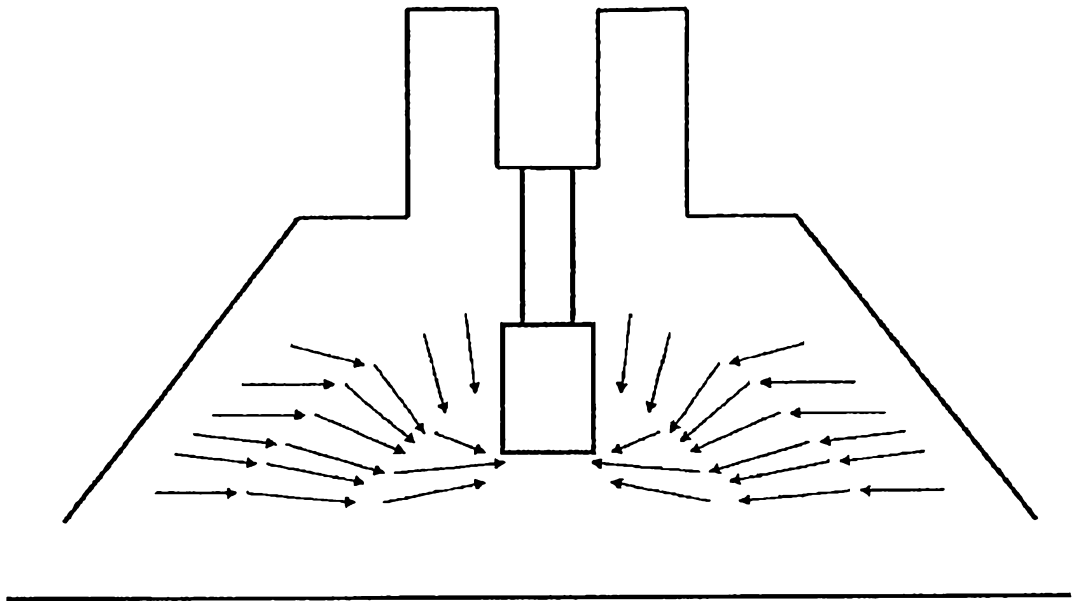


Fig. 10