

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

(21) BR 212019009727-4 U2



(22) Data do Depósito: 15/11/2016

(43) Data da Publicação Nacional: 24/05/2018

(54) Título: PROCESSO E PLANTA PARA O TRATAMENTO DE LAMA CARBONÁCEA

(51) Int. Cl.: C02F 11/08; C02F 103/16.

(71) Depositante(es): OUTOTEC (FINLAND) OY.

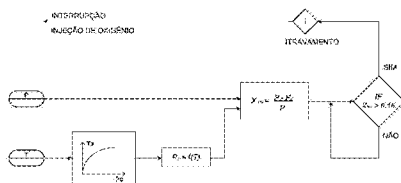
(72) Inventor(es): ALESSIO SCARSELLA; ROGER BLIGH; BERTOLD STEGEMANN; VLADIMIR HARTMANN STUDENT.

(86) Pedido PCT: PCT EP2016077687 de 15/11/2016

(87) Publicação PCT: WO 2018/091069 de 24/05/2018

(85) Data da Fase Nacional: 13/05/2019

(57) Resumo: O processo para o tratamento de lama carbonácea compreende as etapas de injetar um gás compreendendo o oxigênio na dita lama, em temperaturas de 150 °C a 350 °C e uma pressão de acima das pressões dos pontos de ebulição associados, resultando em uma mistura de gás/vapor compreendendo pelo menos a água, o oxigênio e o hidrogênio, bem como determinar a fração volumétrica da água na dita mistura de vapor/gás e interromper a injeção de gás compreendendo o oxigênio caso a fração volumétrica da água esteja abaixo de 0,84 na dita mistura de vapor/gás. A fração volumétrica do vapor de água na dita mistura de vapor/gás é determinada pela formulação da IAPWS para água e vapor.



"PROCESSO E PLANTA PARA O TRATAMENTO DE LAMA CARBONÁCEA"

[0001] A presente invenção refere-se a um processo e a uma planta para o tratamento de lama carbonácea em geral, produzida por um processo de produção de alumina a montante em particular, compreendendo as etapas de injetar um gás contendo o oxigênio na dita lama, nas temperaturas de 150 °C a 350 °C e pressões acima dos pontos de ebulição associados, resultando em uma mistura de vapor/gás, principalmente compreendendo água, oxigênio, nitrogênio e hidrogênio, determinar a fração volumétrica do vapor de água na dita mistura de vapor/gás e interromper a injeção de gás compreendendo o oxigênio, de preferência um gás enriquecido em oxigênio ou o oxigênio puro, se a fração volumétrica do vapor de água estiver abaixo de 0,84 na dita mistura de vapor/gás.

[0002] Em um processo para o tratamento de lama carbonácea, as moléculas carbonáceas são queimadas em um modo sem chama (i.e., oxidadas), em temperatura e pressões elevadas, por um oxidante, p.ex., o oxigênio, contido como ar ou como oxigênio puro, que é comumente referido como oxidação a úmido e está descrito na US 2.665.249. Assume-se que o oxigênio não está mais na fase gasosa quando age como um oxidante. Ele se dissolve no líquido primeiramente e é oxidado. Tipicamente, o oxigênio é fornecido na subestequiometria e abaixo da solubilidade. O objetivo é evitar que o O₂ em excesso no gás efluente seja matéria oxidada. Comparada a outros processos para a limitação do teor de matéria carbonácea, a oxidação a úmido é um processo com bastante energia e econômico para produzir uma fase de licor basicamente limpa. A compreensão moderna da

química do processo de oxidação a úmido é que o oxigênio birradical inicia uma reação de radical por reação com a água e/ou as moléculas carbonáceas.

[0003] Um problema comum da oxidação a úmido é a geração aumentada de hidrogênio como um subproduto por meio da recombinação de um átomo de hidrogênio e as moléculas de água formando radicais de hidrogênio elementar e OH. Mesmo nas pequenas quantidades produzidas de hidrogênio pode se formar uma mistura explosiva com qualquer oxigênio que possa estar presente na fase gasosa, onde a mistura é facilmente inflamada nas temperaturas e pressões elevadas requeridas para o processo de oxidação a úmido.

[0004] Para resolver este problema, Arnswald ("Removal of organic carbon from Bayer liquor by wet oxidation in tube digesters", Light Metals 1991, páginas 23 a 27) sugeriu a medição do teor de oxigênio nos gases produzidos no processo de oxidação a úmido. Uma vez que uma mistura de hidrogênio e oxigênio é explosiva quando o teor de oxigênio estiver entre 3 e 97% em volume nas temperaturas típicas do processo de acima de 300 °C, Arnswald sugere interromper o processo de oxidação a úmido se o teor de oxigênio exceder 3% em volume.

[0005] Por outro lado, uma mistura gasosa contendo as espécies de vapor de água, hidrogênio e oxigênio não é explosiva, desde que o teor de vapor de água em uma mistura de vapor de água, hidrogênio e oxigênio exceda uma fração volumétrica de 0,84.

[0006] O teor de água em uma corrente de gás é difícil de determinar sob as altas temperaturas e pressões presentes em um processo de oxidação a úmido, razão pela

qual o teor de oxigênio é usado como referência por Arnswald.

[0007] Usando o teor de oxigênio como referência para uma mistura explosiva, é para ser esperado um tempo morto entre a extração do gás a ser analisado e a detecção de uma mistura explosiva de hidrogênio/oxigênio de até 90 segundos, uma vez que a mistura de vapor/gás é para ser extraída e refinada antes do teor de oxigênio ser analisado pelos analisadores a jusante do processo.

[0008] Vários esforços têm sido conduzidos para reduzir o tempo de detecção da dita formação, todos usando o teor de oxigênio como referência. Uma das principais vantagens disso é que os detectores de oxigênio estão prontamente disponíveis.

[0009] É um objetivo da presente invenção reduzir o tempo morto na detecção de uma mistura explosiva de oxigênio / hidrogênio em um processo de oxidação a úmido, bem como reduzir os custos de investimento e os requisitos de manutenção e melhorar a confiabilidade do procedimento empregado.

[0010] Este objetivo é resolvido pela matéria da reivindicação independente de processo 1. Especificamente, a presente invenção proporciona um processo para o tratamento de lama carbonácea, como, por exemplo, produzida por um processo de produção de alumina a montante. Através da injeção de um gás compreendendo oxigênio, preferivelmente um gás rico em oxigênio com um teor de oxigênio de > 20% em volume, na dita lama, em temperaturas de 150 °C a 350 °C, preferivelmente 150 a 300 °C, e uma pressão acima dos respectivos pontos de ebulição, é obtida

uma mistura de vapor/gás pelo menos compreendendo água e hidrogênio. Isto é devido à decomposição das moléculas carbonáceas, resultando na formação de água e hidrogênio por meio de uma reação secundária.

[0011] O oxigênio potencialmente está onipresente no processo descrito, uma vez que é introduzido em quantidades significativas. Embora a técnica anterior utilize sensores de oxigênio para a determinação do teor de oxigênio na mistura de vapor/gás, a presente invenção propõe a determinação da fração volumétrica da água na dita mistura de vapor/gás. Caso a fração volumétrica da água esteja abaixo de 0,84, preferivelmente 0,9, a injeção de gás compreendendo o oxigênio é imediatamente interrompida, o que impede a formação adicional de uma mistura explosiva de oxigênio/hidrogênio. De acordo com a invenção, a fração molar da água na mistura de vapor/gás é determinada como se segue:

[0012] A pressão da mistura de vapor de água e não condensáveis (NC), como o hidrogênio e o oxigênio, medida em qualquer ponto do processo, representa a pressão absoluta dessa mistura, que consiste na soma das pressões parciais do vapor de água e dos não condensáveis.

[0013] A medição da pressão absoluta e da temperatura em um dado ponto do processo permite determinar o que segue:

- Com a temperatura e a pressão estando ligadas (pela formulação da IAPWS de água e vapor) entre si por uma fase de água pura e vapor saturado, a temperatura medida em um dado ponto do processo é a temperatura que corresponde à pressão parcial do vapor de água saturado na mistura de

vapor de água/não condensáveis nesse ponto do processo. Através da formulação da IAPWS, a pressão de saturação correspondente P_s pode ser calculada.

- O conhecimento da pressão absoluta P da mistura de vapor de água/não condensáveis (NC) e da pressão parcial P_s da fração de vapor de água nessa mistura, permite o cálculo da fração molar X_{NC} dos não condensáveis (= proporção em volume) na mistura:

$$X_{NC} = \frac{P - P_s}{P}.$$

[0014] A fração volumétrica de um composto é definida como a quantidade do dito composto em um dado volume dividida pela quantidade total de todos os constituintes na mistura correspondente.

[0015] A figura 1 mostra a detecção respectiva de uma mistura explosiva de vapor/gás por medição de temperatura/pressão.

[0016] Portanto, se o teor de água da mistura de vapor/gás for alto o suficiente para impedir a formação de uma mistura explosiva, o teor de água nas etapas do processo a montante estará acima do limite crítico de 0,84, preferivelmente 0,9, para a fração volumétrica de água na mistura de vapor/gás. Em outras palavras, o teor da água na mistura de vapor/gás se desvia do teor de água nas etapas do processo a montante, nas quais ocorre a oxidação a úmido. Portanto, a determinação contínua e instantânea da

fração volumétrica da água na mistura de vapor/gás permite uma redução do tempo morto entre a formação e a detecção de uma mistura explosiva de oxigênio/hidrogênio.

[0017] No entanto, ainda levará exatamente tanto tempo para purgar o Ngas - que pode conter oxigênio - quanto para um deslocamento detectado de O₂. Para evitar o tempo morto, é necessário ter um deslocamento sobre ambos, O₂ e pressão parcial,

[0018] A temperatura e a pressão da mistura de vapor/gás são usadas para determinar a fração volumétrica de água no ponto particular de medição. A dita determinação baseia-se no fato que, em cada ponto do processo de oxidação a úmido, é obtida uma fase de água gás saturado. Em outras palavras, é observado um equilíbrio dinâmico entre a água condensada (líquida) e o vapor de água. Para uma fase pura (100% em volume de água), este equilíbrio é descrito pela curva de saturação da pressão de vapor da água. A fase de água gás saturado em um processo de oxidação a úmido, no entanto, também contém gases não condensáveis, tais como o hidrogênio e o oxigênio. Devido à presença destes gases não condensáveis, o equilíbrio entre a água condensada e vaporosa é "deformado", de modo tal que a temperatura de uma mistura de água saturada não esteja mais correlacionada com a pressão absoluta, porém com a pressão parcial da água, o que então permite quantificar a fração volumétrica ou a fração molar da água. Em outras palavras, a presença dos gases não condensáveis resulta em uma temperatura medida, a qual é menor do que se comparada à temperatura esperada para uma fase de água pura.

[0019] Portanto, são usados sensores de

temperatura e pressão de acordo com a invenção. Visto que esses sensores são requeridos para o controle dos parâmetros do processo de oxidação a úmido, nenhum sensor adicional pode ser necessário. Além disso, os sensores de temperatura e pressão são muito fortes e requerem pouca manutenção, os custos totais do processo são reduzidos.

[0020] De preferência, a fração molar de água é 0,84 a 1,0, preferivelmente 0,9 a 1,0, a fração molar de oxigênio é 0 a 0,16 e a fração molar de hidrogênio é 0 a 0,16 e onde a soma das frações molares de todos os constituintes da mistura de vapor/gás é 1.

[0021] A fração molar de água é determinada pelo procedimento descrito acima. A Figura 2 mostra as diferenças de temperatura medidas em uma dada pressão do sistema com fração de vapor de água de 0,84 na mistura de água-vapor.

[0022] É preferido que a temperatura e a pressão da mistura de vapor/gás sejam medidas após a separação de uma maior parte de água, p.ex., por meio de condensação em um condensador de mistura de vapor/gás. Como um mecanismo de segurança imediato, a condensação da água pode ser interrompida da mesma forma que a introdução de gás contendo oxigênio caso a fração de vapor de água determinada seja muito baixa. A condensação interrompida aumenta o teor de água à jusante do condensador e, assim, impede adicionalmente a formação de uma mistura explosiva de hidrogênio/oxigênio à jusante do condensador.

[0023] Em uma modalidade adicional preferida, um gás quimicamente inerte, p.ex., o nitrogênio, é adicionado à mistura de vapor/gás removida do pelo menos um tanque de

vaporização. Isso pode ser feito diretamente após o tanque de vaporização. No entanto, é particularmente preferido proporcionar uma entrada a jusante da separação de água, uma vez que a formação de uma mistura explosiva é promovida pela separação da água. A adição de um gás quimicamente inerte proporciona adicionalmente um procedimento, o qual muito rapidamente, i.e., dentro de menos do que 30 segundos, pode ajustar a mistura de hidrogênio/oxigênio às condições não explosivas.

[0024] A este respeito, é particularmente preferido que a quantidade do gás inerte, tal como o nitrogênio, seja ajustada de modo tal que, na mistura de vapor/gás, caso uma fração molar de água de menos do que 0,84 seja determinada. Isto adicionalmente impede a existência de uma mistura explosiva de hidrogênio/oxigênio.

[0025] O objetivo da presente invenção é adicionalmente resolvido por uma planta para o tratamento de lama carbonácea de acordo com as características da reivindicação de planta 7.

[0026] Especificamente, uma tal planta, em particular a jusante de um processo de produção de alumina, compreende pelo menos um tanque de vaporização com pelo menos uma entrada para a introdução de - com relação ao seu conteúdo na matéria carbonácea - lama não tratada e/ou parcialmente tratada fornecida por meio de um tubo de fornecimento. Além disso, um tubo de fornecimento de gás é proporcionado para a introdução de um gás compreendendo o oxigênio na dita lama a montante do tanque de vaporização para permitir o tempo de residência necessário para a dissolução do oxigênio na dita lama e a sua reação com a

matéria carbonácea. O tubo de fornecimento de gás compreende uma válvula para a regulação da quantidade de oxigênio introduzida no processo. O tanque de vaporização tem um tubo de saída de gás/vapor para descarregar a mistura de vapor/gás do pelo menos um tanque de vaporização. A planta também compreende pelo menos um sensor de temperatura para medir a temperatura da dita mistura de vapor/gás, e um sensor de pressão para medir a pressão da dita mistura de vapor/gás, e uma unidade de controle e computação para determinar a fração volumétrica de água. A válvula do tubo de fornecimento de gás é fechada caso a fração molar de vapor de água esteja abaixo de 0,84 na mistura de vapor/gás, para evitar a formação de uma mistura explosiva.

[0027] Em uma modalidade preferida, a planta compreende pelo menos um condensador de mistura de vapor/gás. Um ou mais condensadores conectados em série ou em paralelo podem ser proporcionados a jusante do último tanque de vaporização, para remover a água das correntes combinadas de mistura de vapor/gás de cada tanque de vaporização. Um tal arranjo de planta reduz os custos globais de construção, uma vez que apenas um ou poucos condensadores são requeridos. De modo alternativo, um condensador deve ser proporcionado para cada tanque de vaporização. Por meio disso, os custos de construção para a planta correspondente são maiores, porém as condições (como a temperatura e a pressão) do processo de oxidação a úmido para cada tanque de vaporização podem ser reguladas independentemente.

[0028] A este respeito, é adicionalmente

preferido que o sensor de temperatura e o sensor de pressão estejam localizados a jusante do condensador.

[0029] Em uma modalidade adicional preferida, o tubo de fornecimento de gás emerge com o tubo de fornecimento de lama, de modo tal que o gás compreendendo o oxigênio seja introduzido na lama a montante do tanque de vaporização. Consequentemente, o tempo de reação entre o oxigênio e o carbonáceo é aceito ser completado antes de entrar no tanque de vaporização, sem um aumento do tempo de retenção da lama dentro dos tanques de vaporização. Em outras palavras, é obtida uma espécie de pré-tratamento da lama antes de ser introduzida no tanque de vaporização.

[0030] De acordo com outra modalidade preferida, o tubo de saída de gás, em particular diretamente, guia a mistura de vapor/gás para um condensador no qual a água é separada da mistura de vapor/gás.

[0031] Os objetivos, as características, as vantagens e as aplicações possíveis adicionais da invenção podem ser verificados a partir da descrição do desenho que se segue. Todas as características descritas e/ou ilustradas formam o assunto da invenção per se ou em qualquer combinação, também independente da sua inclusão em reivindicações individuais ou da sua referência anterior.

[0032] A fig. 1 mostra um esquema de detecção para misturas explosivas de vapor/gás,

[0033] A fig. 2 mostra uma razão entre a pressão e a temperatura em um sistema de acordo com a invenção e

[0034] A fig. 3 mostra esquematicamente uma planta para o tratamento de lama carbonácea de acordo com a presente invenção.

[0035] Na fig. 3, a lama carbonácea é introduzida por meio do tubo de fornecimento 1 e do conduto 2 em um tanque de vaporização 10. Dentro do tanque de vaporização 10, a lama é distribuída por meio da unidade de pulverização 11, de modo tal que a separação de gás/líquido ou lama seja melhorada. Um gás contendo oxigênio ou oxigênio tecnicamente puro (> 95% em volume) é introduzido na planta e no tanque de vaporização 10 por meio do tubo de fornecimento de gás 3 e do conduto 2. A quantidade de oxigênio adicionada é regulada pela válvula de regulação 4. A dita válvula 4 é controlada pela unidade de controle 5. Na modalidade preferida mostrada na Fig. 3, o oxigênio é diretamente introduzido na lama e a montante do tanque de vaporização 10, o que aumenta o tempo de reação entre o oxigênio e os materiais carbonáceos, sem o aumento do tempo de retenção da lama no tanque de vaporização 10.

[0036] Dentro do conduto 2 e do tanque de vaporização 10 ocorre a decomposição do material carbonáceo devida à reação entre o oxigênio e o material carbonáceo. Uma mistura de vapor/gás compreendendo água, oxigênio e hidrogênio é gerada por meio disso. A dita mistura de vapor/gás é removida do tanque de vaporização 10 por meio do conduto 20.

[0037] A lama remanescente é removida do tanque de vaporização 10 por meio do conduto 21. Conforme mostrado na Fig. 3, podem ser conectados vários tanques de vaporização em série a jusante do tanque de vaporização 10 com os condutos correspondentes, para a remoção da mistura de vapor/gás produzida nos ditos tanques de vaporização subsequentes, e condutos para a remoção da lama

remanescente. A jusante de cada tanque de vaporização proporcionado, a mistura de vapor/gás gerada é removida e subsequentemente combinada com a mistura de vapor/gás do tanque de vaporização 10 no conduto 20, ou é proporcionado um conduto de remoção da mistura de vapor/gás separado para cada tanque de vaporização, o que aumenta a flexibilidade do processo, uma vez que cada tanque de vaporização pode ser controlado completa e independentemente. Finalmente, a mistura de vapor/gás de todos os tanques de vaporização é conduzida para pelo menos um condensador 30, de preferência, no entanto, para condensadores separados e designados, conforme mostrado na Fig. 3.

[0038] Em um modo similar, a remoção da lama remanescente de cada tanque de vaporização pode ser conduzida para o tanque de vaporização subsequente (conforme mostrado na Fig. 3) ou cada conduto de remoção para a lama remanescente pode ser combinado em um conduto de descarga para descarregar a lama remanescente.

[0039] Em relação ao condensador 30, é preferido proporcionar um condensador para cada tanque de vaporização da planta inventiva. No dito condensador 30 (ou em cada condensador especificado para cada tanque de vaporização proporcionado), a água da mistura de vapor/gás é condensada e, assim, separada das substâncias não condensáveis. As substâncias não condensáveis são principalmente o hidrogênio e o oxigênio, porém também podem incluir o nitrogênio, o dióxido de carbono, o monóxido de carbono, o metano ou outros subprodutos que exibam um ponto de ebulição muito baixo, p.ex., abaixo de -50 °C.

[0040] A partir do condensador 30, um condensado

compreendendo a água como o constituinte principal é removido por meio do conduto 33. A água removida do condensador 30 da planta inventiva está basicamente isenta de qualquer contaminação, em particular, material carbonáceo, e pode ser usada em um processo a montante, como, por exemplo, como meio de suspensão em um processo Bayer a montante para produzir alumínio. Consequentemente, a planta inventiva pode ser incluída em um sistema de juntas, reduzindo assim a quantidade de água doce requerida. De modo alternativo, a água pode ser descarregada no meio ambiente como água basicamente pura, em particular depois de tratamento adicional, p.ex., a remoção de substâncias inorgânicas.

[0041] Por meio dos condutos 20 a 20x, a mistura de vapor/gás remanescente do último tanque de vaporização (ou de todos os tanques de vaporização combinados) é submetida aos condensadores 30 a 30x (ou ao condensador especificado para cada tanque de vaporização respectivo). Em particular, caso a lama remanescente tenha passado em cada tanque de vaporização e sido, assim, removida do tanque de vaporização final, a lama remanescente estará basicamente isenta de matéria carbonácea. Em geral, a matéria carbonácea é reduzida tipicamente em 50 a 90 %, dependendo da temperatura do processo, do tempo de residência e da adição de oxigênio. Em qualquer caso, a lama remanescente tratada é removida por meio do conduto 32 do processo.

[0042] Por meio das válvulas 35 a 35x e das unidades de controle 36 a 36x especificadas para as válvulas 35 a 35x, a quantidade de condensado removido do

processo é regulada.

[0043] Os constituintes não condensáveis da mistura de vapor/gás são removidos dos condensadores 30 a 30x por meio dos condutos 37 a 37x. Na modalidade preferida mostrada na Fig. 3, os sensores de temperatura 40 a 40x e os sensores de pressão 41 a 41x determinam a temperatura e a pressão dos constituintes não condensáveis deixados após a remoção da maior parte de água nos condensadores 30 a 30x. Devido à remoção de água dentro dos condensadores 30 a 30x, a fração volumétrica mais crítica (i.e., menor) de água está presente juntamente com o hidrogênio e o oxigênio nos condutos 37 a 37x. No caso da fração volumétrica de água menor do que 0,84, o fornecimento de oxigênio por meio dos condutos 3 e 2 é interrompido pelo fechamento da válvula 4 e a formação de uma mistura explosiva a montante do condensador é impedida primeiramente. Além disso, a condensação da água nos condensadores 30 a 30x pode ser interrompida no caso de uma mistura explosiva de hidrogênio e oxigênio estar prestes a ser formada a jusante do condensador.

[0044] A remoção dos constituintes não condensáveis da mistura de vapor/gás por meio dos condutos 37 a 37x e 38 a 38x é controlada pelas válvulas 50 a 50x em conjunto com as unidades de controle especificadas 51 a 51x.

[0045] A invenção e a redução do tempo morto são adicionalmente ilustradas por meio de um exemplo que se segue:

Exemplo 1

[0046] Para quatro pressões diferentes (4900,

2940, 980, 490, kPa abs (50, 30, 10, 5 bar abs)) medidas de uma mistura de vapor de água/não condensáveis, estão indicadas as temperaturas esperadas para uma fase de água pura vapor e as temperaturas realmente medidas, no caso das frações molares/volumétricas de não condensáveis de 0,05, 0,1 e 0,15.

P [kPa abs (bar abs)] medida	T [°C] medida	T [°C] isenta de não condensáveis	P [kPa abs (bar abs)] calculada por IAPWS	X _{nc} [-] calculada
4900 (50)	260,8	263,9	4655 (47,5)	0,05
4900 (50)	257,4	263,9	4410 (45)	0,10
4900 (50)	254,0	263,9	4165 (42,5)	0,15
2940 (30)	231,0	233,9	2793 (28,5)	0,05
2940 (30)	228,0	233,9	2646 (27)	0,10
2940 (30)	225,0	233,9	2499 (25,5)	0,15
980 (10)	177,7	179,9	931 (9,5)	0,05
980 (10)	173,3	179,9	882 (9,0)	0,10
980 (10)	172,9	179,9	833 (8,5)	0,15
490 (5)	149,9	151,8	465,5 (4,75)	0,05
490 (5)	147,9	151,8	441 (4,5)	0,10
490 (5)	145,8	151,8	416,5 (4,25)	0,15

Números de referência

- 1 tubo de fornecimento
- 2 conduto
- 3 tubo de fornecimento
- 4 válvula de regulação
- 5 unidade de controle

10	tanque de vaporização
11	unidade de pulverização
20-20x	conduto
21	conduto
30-30x	condensador
32-34	conduto
35-35x	válvula
36-36x	unidade de controle
37-37x	conduto
37-38x	conduto
40-40x	válvula
41-41x	unidade de controle
50-50x	válvula
51-51x	unidade de controle
60x, 61x	conduto

REIVINDICAÇÕES

1. Um processo para o tratamento de lama carbonácea, compreendendo as etapas de injetar um gás compreendendo o oxigênio na dita lama em temperaturas de 150 °C a 350 °C e uma pressão de acima das pressões dos pontos de ebulição associados resultando em uma mistura de gás/vapor compreendendo pelo menos a água, o oxigênio e o hidrogênio, determinar a fração volumétrica da água na dita mistura de vapor/gás e interromper a injeção de gás compreendendo o oxigênio caso a fração volumétrica da água esteja abaixo de 0,84 na dita mistura de vapor/gás, caracterizado pelo fato de que a fração volumétrica do vapor de água na dita mistura de vapor/gás é determinada pela formulação da IAPWS para água e vapor.

2. Um processo de acordo com a reivindicação 1, onde a temperatura e a pressão da mistura de vapor/gás são medidas.

3. Um processo de acordo com as reivindicações 1 ou 2, onde a fração volumétrica da água é 0,84 a 1,0, a fração molar de oxigênio é 0 a 0,16 e a fração molar de hidrogênio é 0 a 0,16.

4. Um processo de acordo com quaisquer das reivindicações 2 ou 3, onde a fração volumétrica da água é determinada pela formulação da IAPWS de água e vapor.

5. Um processo de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, onde a temperatura e a pressão da dita mistura de vapor/gás são medidas após separar a água por meio de condensação.

6. Um processo de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, onde um gás quimicamente inerte

é adicionado à dita mistura de vapor/gás caso uma dada fração de vapor de água esteja incidindo abaixo.

7. Uma planta para o tratamento de lama carbonácea compreendendo pelo menos um tanque de vaporização (10) com pelo menos um conduto de entrada (2) para a introdução de lama não tratada e/ou parcialmente tratada fornecida por meio de um tubo de fornecimento de lama (1), um tubo de fornecimento de gás (3) compreendendo uma válvula (4) para a introdução de um gás compreendendo o oxigênio na dita lama, um tubo de saída de gás (20) para descarregar a mistura de vapor/gás de pelo menos um tanque de vaporização (10), pelo menos um sensor de temperatura (40) para determinar a temperatura da dita mistura de vapor/gás e um sensor de pressão (41) para determinar a pressão da dita mistura de vapor/gás, um controle (5) para fechar a dita válvula (4) caso a fração volumétrica da água esteja abaixo de 0,84 na dita mistura de vapor/gás.

8. Uma planta de acordo com a reivindicação 7, compreendendo adicionalmente pelo menos um condensador (30) para separar a água da mistura de vapor/gás.

9. Uma planta de acordo com a reivindicação 7 ou 8, onde o tubo de fornecimento de gás (3) emerge diretamente com o tubo de fornecimento de lama (1) de modo tal que o gás compreendendo o oxigênio seja introduzido na lama a montante do tanque de vaporização (10).

10. Uma planta de acordo com quaisquer das reivindicações 7 a 9, onde o tubo de saída de gás (20) conduz a mistura de vapor/gás para o pelo menos um condensador (30) no qual a água é separada da mistura de vapor/gás.

11. Uma planta de acordo com a reivindicação 10, onde o sensor de temperatura (40) e o sensor de pressão (41) estão localizados a jusante do pelo menos um condensador (30).

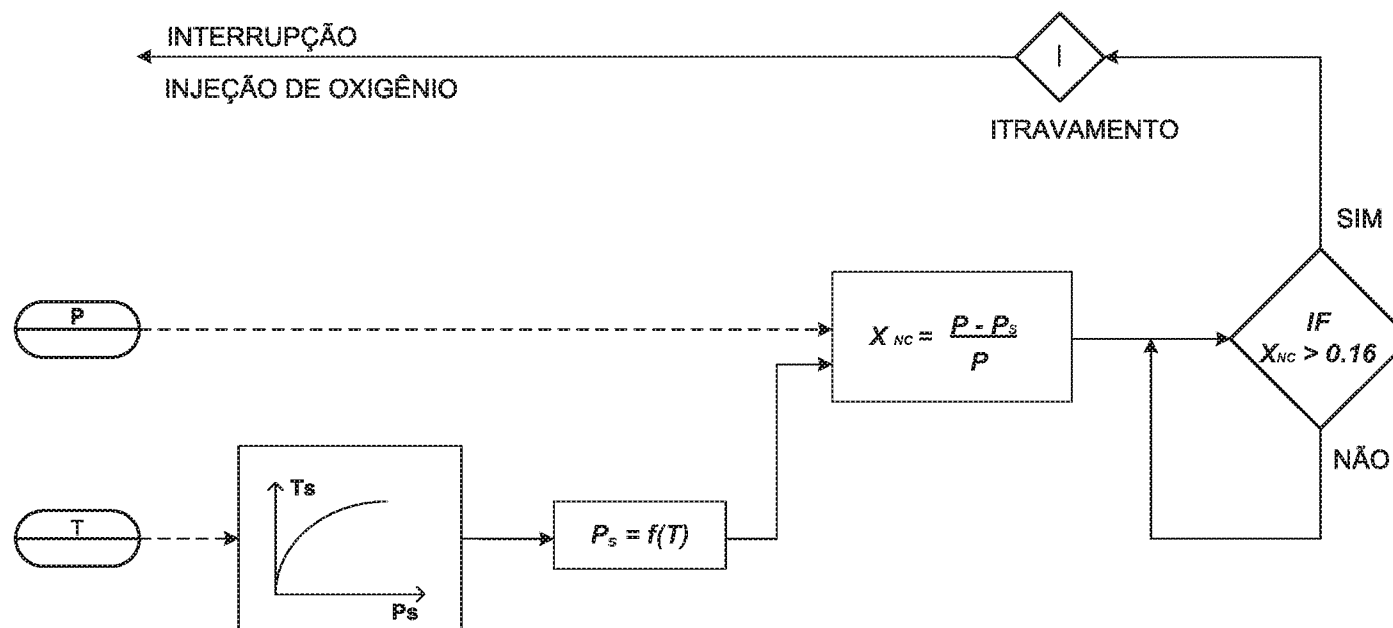


Fig. 1

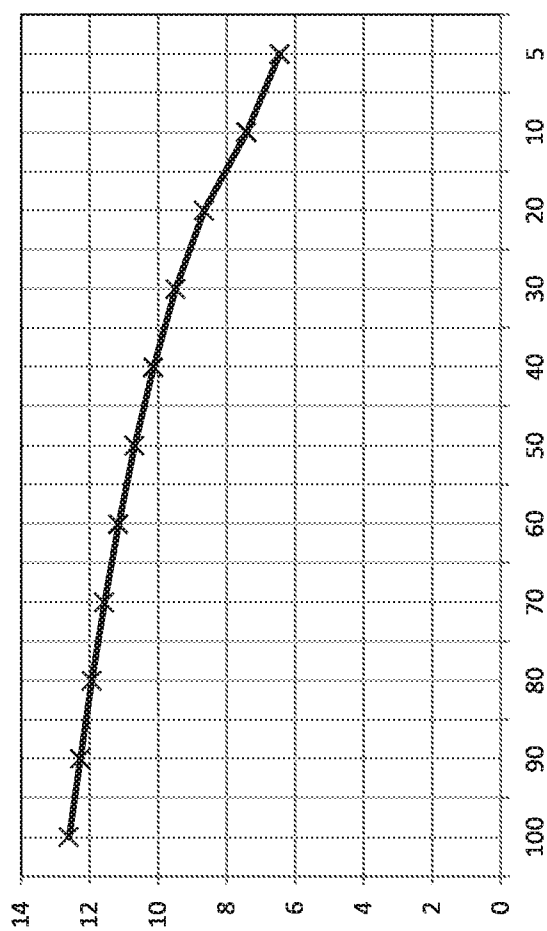


Fig. 2

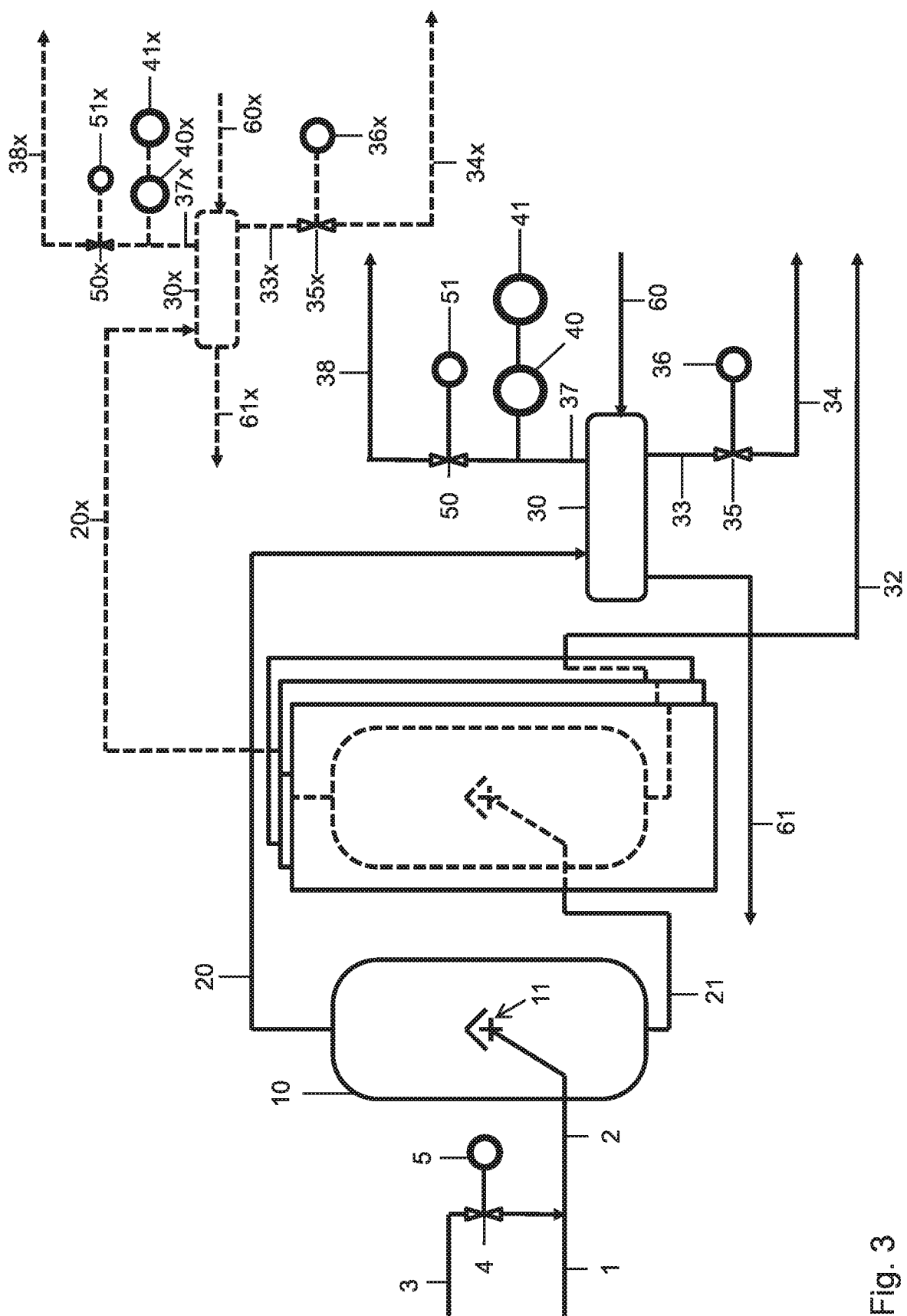


Fig. 3

RESUMO**"PROCESSO E PLANTA PARA O TRATAMENTO DE LAMA CARBONÁCEA"**

O processo para o tratamento de lama carbonácea compreende as etapas de injetar um gás compreendendo o oxigênio na dita lama, em temperaturas de 150 °C a 350 °C e uma pressão de acima das pressões dos pontos de ebulição associados, resultando em uma mistura de gás/vapor compreendendo pelo menos a água, o oxigênio e o hidrogênio, bem como determinar a fração volumétrica da água na dita mistura de vapor/gás e interromper a injeção de gás compreendendo o oxigênio caso a fração volumétrica da água esteja abaixo de 0,84 na dita mistura de vapor/gás. A fração volumétrica do vapor de água na dita mistura de vapor/gás é determinada pela formulação da IAPWS para água e vapor.