



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

(21) **PI0620642-5 A2**

(22) Data de Depósito: 21/12/2006
(43) Data da Publicação: 16/11/2011
(RPI 2132)



(51) *Int.Cl.:*
B01D 53/00

(54) Título: SORVENTE NITROGENOSO PARA COMBUSTÃO DE CARVÃO

(30) Prioridade Unionista: 20/12/2006 US 11/642,733,
21/12/2005 US 60/752,432

(73) Titular(es): Douglas C. Comrie

(72) Inventor(es): Douglas C. Comrie

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2006048870 de
21/12/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/073495de
28/06/2007

(57) Resumo: SORVENTE NITROGENOSO PARA COMBUSTÃO DE CARVÃO. A presente invenção refere-se as composições sorventes para carvão que contêm componentes nitrogenosos que reduzem o nível de mercúrio e/ou enxofre emitido na atmosfera após a combustão. As composições sorventes são adicionadas diretamente ao combustível antes da combustão; diretamente no globo de fogo durante a combustão; são adicionadas no combustível antes da combustão e no gás de combustão após a zona de combustão; ou são adicionadas completamente no gás de combustão após a zona de combustão, preferivelmente quando a temperatura do gás de combustão for pelo menos 500°C. As composições sorventes compreendem uma fonte de íons de nitrato, uma fonte de íons de nitrito, ou uma combinação de fontes de nitrato e nitrito. Os sorventes são adicionados como sólidos ou como soluções em água. Em várias modalidades, as composições sorventes ainda compreendem uma fonte de halogênio tal como brometo.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SORVENTE NITROGENOSO PARA COMBUSTÃO DE CARVÃO**".

Campo da Invenção

5 A invenção refere-se aos sorventes nitrogenosos para combustão de carvão. Em particular, a invenção fornece a adição de várias composições sorventes em uma instalação durante a combustão de carvão para reduzir a quantidade de mercúrio emitida pela instalação.

Introdução

10 Recursos significativos de carvão existem ao redor do mundo capazes de reunir grandes porções de energia do mundo necessárias nos próximos dois séculos. O carvão com alto teor de enxofre é abundante, mas requer etapas de reparação para impedir o excesso de enxofre de ser liberado na atmosfera após a combustão. Nos Estados Unidos, carvão com baixo teor de enxofre existe na forma de carvão de valor BTU baixo no Powder
15 River basin of Wyoming and Montana, em depósitos de lignita na região North Central de North and South Dakota, e em depósitos de lignita no Texas. Mas mesmo quando os carvões contêm baixo teor de enxofre, eles ainda contêm níveis não insignificantes de mercúrio elementar e oxidado e/ou outros metais pesados.

20 Infelizmente, o mercúrio é pelo menos parcialmente volatilizado após a combustão do carvão. Como um resultado, o mercúrio tende a não permanecer com a cinza, mas sem dúvida se torna um componente dos gases de combustão. Se a reparação não for empreendida, o mercúrio tende a escapar da instalação de queima de carvão para dentro da atmosfera circundante, levando a problemas ambientais. Um pouco do mercúrio hoje é
25 capturado pelas empresas de serviços públicos, por exemplo, no depurador de umidade e sistemas de controle SCR. No entanto, a maioria do mercúrio não é capturada e é portanto liberado através da chaminé de descarga.

30 Nos Estados Unidos, a Clean Air Act Amendments of 1990 contemplou a regulamentação e controle de mercúrio. Um estudo de mercúrio no relatório do Congress in 1997 by the Environmental Protection Agency (EPA) ainda definiu os limites da liberação de mercúrio das usinas de ener-

gia nos Estados Unidos. Em dezembro de 2000, a EPA decidiu regular o mercúrio, e publicou as normas para o mercúrio ao ar livre propostas em janeiro e março de 2004. Uma série de regulamentos para a redução requerida de mercúrio das usinas de queima de carvão dos Estados Unidos foi agora promulgada pela United States Environmental Protection Agency.

Além do depurador de umidade e sistemas de controle SCR que tendem a remover o mercúrio parcialmente dos gases de combustão da combustão de carvão, outros métodos de controle têm incluído o uso de sistemas de carvão ativado. O uso de tais sistemas tende a estar associado com custos elevados de tratamento e custos elevados de capital. Além disso, o uso de sistemas de carvão ativado leva à contaminação de carbono da cinza volante coletada nos tratamentos do ar de descarga tais como o filtro de manga e precipitantes eletrostáticos.

As emissões de mercúrio na atmosfera nos Estados Unidos são de aproximadamente 50 tons per ano. Uma fração significativa da liberação vem das emissões das instalações de queima de carvão tais como as instalações elétricas. O mercúrio é um perigo ambiental conhecido e leva a problemas de saúde para espécies animais tanto humanas quanto não humanas. Para salvaguardar a saúde do público e proteger o meio ambiente, a indústria utilitária continua a desenvolver, testar e implementar sistemas para reduzir o nível de emissões de mercúrio de suas usinas. Na combustão de materiais carbonados, é desejável ter um processo em que o mercúrio e outros compostos indesejáveis são capturados e retidos após a fase de combustão de modo que eles não sejam liberados na atmosfera.

25 Sumário

Processos e composições são fornecidos para diminuir as emissões de mercúrio após a combustão de combustíveis tais como carvão. Várias composições sorventes são fornecidas as quais contêm componentes nitrogenosos que reduzem o nível de mercúrio e/ou enxofre emitido na atmosfera após a queima de carvão.

Em várias modalidades, as composições sorventes são adicionadas diretamente ao combustível antes da combustão; são adicionadas no

combustível antes da combustão e no gás de combustão pós zona de combustão; são adicionadas no globo de fogo, ou são adicionadas completamente no gás de combustão pós zona de combustão. As composições sorventes compreendem uma fonte de íons de nitrato, uma fonte de íons de nitrito, ou uma combinação de fontes de nitrato e nitrito. Os sorventes são adicionados como sólidos ou como soluções em água. Em várias modalidades, as composições sorventes ainda compreendem uma fonte de halogênio tal como brometo.

Em várias modalidades as composições sorventes contendo nitrato e/ou nitrito são adicionadas ao combustível com um pó ou um líquido antes da combustão. Alternativamente ou além disso, as composições sorventes contendo nitrato e/ou nitrito são injetadas no gás de combustão, preferivelmente em um momento após a câmara de combustão onde a temperatura é mais elevada do que cerca de 500°C (932°F), preferivelmente maior do que 1500°F (cerca de 800°C).

Nas modalidades preferidas, as composições sorventes ainda contêm outros componentes, especialmente uma fonte de cálcio, uma fonte de sílica, e/ou uma fonte de alumina. Assim, em uma modalidade, a invenção fornece aplicações singulares e múltiplas de oxidantes de múltiplos elementos, promotores e sorventes no carvão antes, durante e/ou após a combustão em uma fornalha. Em várias modalidades, os componentes das composições sorventes desenvolvem características cerâmicas após a combustão e subsequente calcinação dos componentes com os materiais carbonados. Em várias modalidades, o uso das composições sorventes reduz as emissões de mercúrio mediante a captura e estabilização do mercúrio oxidado e elementar com materiais de reparação de múltiplos elementos tais como óxidos de cálcio, brometos de cálcio, outros halogêneos de cálcio, assim como óxidos de silício, alumínio, ferro, magnésio, sódio e potássio. Além disso, a estrutura cerâmica formada na cinza volante pelo uso do sorvente é suposta de contribuir com a propriedade de não lixiviação resultante da cinza.

Em várias modalidades, as emissões de mercúrio das instala-

ções de queima de carvão são reduzidas na medida em que 90% ou mais do mercúrio no carvão é capturado na cinza em vez de emitido pela chaminé. Em algumas modalidades, o mercúrio é capturado na cinza volante na forma de não lixiviação. Os processos de reparação de mercúrio podem ser usados juntamente com as composições sorventes e outros processos que removam o enxofre da corrente de gás de combustão. Assim, nas modalidades preferidas, a redução significativa de enxofre é obtida junto com 90% mais de captura de mercúrio.

Descrição

10 Em várias modalidades, a invenção fornece composições e métodos para a redução das emissões de mercúrio que aumenta a partir da combustão de combustíveis contendo mercúrio tais como o carvão. Uma modalidade comercialmente disponível é o uso da invenção para reduzir as emissões de mercúrio das instalações de queima de carvão para proteger o meio ambiente e cumprir com os regulamentos governamentais e/ou obrigações do tratado.

Muito do presente debate se refere ao carvão com o combustível; deve ficar entendido que a descrição de queima de carvão é para propósitos ilustrativos somente e a invenção não deve necessariamente ser limitada desse modo. Por exemplo, outros tipos de instalações que queimam combustíveis com níveis potencialmente nocivos de mercúrio ou outros metais pesados incluem usinas de incineração, tais como aquelas usadas para incinerar resíduos domésticos, resíduos perigosos ou sedimentos de água de esgoto. Uma variedade de correntes residuais é incinerada em tais usinas, que freqüentemente operam em áreas populosas por razões de logística. O resíduo doméstico é conhecido de conter mercúrio de uma variedade de fontes, tais como de baterias descartadas e termômetros assim como de uma ampla variedade de itens de consumo com níveis de mercúrio detectáveis. As correntes residuais nocivas incluem mercúrio de várias fontes comerciais ou industriais. O sedimento de água de esgoto contém mercúrio resultante da ingestão e eliminação de alimentos contendo mercúrio e de outras fontes. Todas as correntes residuais também contêm mercúrio de vá-

rias fontes naturais igualmente. Quando queimados em um incinerador, os resíduos podem liberar mercúrio volátil ou compostos de mercúrio no ar, que tendem a se estabelecer na terra perto da usina de incineração, levando à contaminação do local do solo e água subterrânea, assim como a qualidade do ar diminuída. Conseqüentemente, em várias modalidades, as correntes residuais contendo mercúrio ou outros metais pesados são incineradas na presença de várias composições sorventes adicionadas no sistema de incineração. Nas modalidades preferidas, os compostos nitrogenosos e preferivelmente sílica e alumina são adicionados em quantidades suficientes para reduzir as emissões de mercúrio na atmosfera e converter em mercúrio não lixiviável que é capturado na cinza.

Os sistemas e as instalações que queimam combustíveis contendo mercúrio são descritos com atenção particular ao exemplo de uma instalação de queima de carvão tal como usada pelas instalações elétricas. Tais instalações geralmente possuem alguma espécie de mecanismo de alimentação para liberar o carvão para dentro de uma fornalha onde o carvão é queimado ou submetido a combustão. O mecanismo de alimentação pode ser qualquer dispositivo ou instrumento adequado para uso. Exemplos não limitativos incluem sistemas transportadores, sistemas de extrusão helicoidais, e outros mais. Em operação, um combustível contendo mercúrio tal como carvão é alimentado na fornalha em uma taxa adequada para alcançar o rendimento desejado da fornalha. Geralmente, o rendimento térmico da fornalha é usado para ferver água para o vapor fornecer calor direto, ou então o vapor é usado para fazer girar as turbinas que operam os geradores para produzir eletricidade.

Em uma modalidade, um método é fornecido para reduzir a quantidade de mercúrio nos gases de combustão resultantes da queima de carvão contendo mercúrio. O método envolve a introdução de uma composição sorvente nos gases de combustão, preferivelmente em uma zona onde a temperatura é pelo menos 500°C. A composição sorvente contém uma quantidade eficaz de um sal de nitrato, uma quantidade eficaz de um sal de nitrito, ou uma combinação de um sal de nitrito e um sal de nitrato. Em várias

modalidades, a temperatura da zona em que a composição sorvente é introduzida é maior do que 800°C.

Em outra modalidade, a descrição descreve um método para operar uma instalação de queima de combustível, incluindo a captura de 90% ou mais do mercúrio no combustível durante a combustão. Um combustível contendo mercúrio tal com o carvão é queimado na instalação, e uma composição sorvente que compreende um sal de nitrato e/ou um sal de nitrito é injetado nos gases de combustão da instalação, preferivelmente onde a temperatura dos gases está na faixa de 1500°F a 2300°F (816°C a 1260°C). O nível de mercúrio nos gases de combustão é monitorado a jusante do ponto de injeção de sorvente, e a taxa de adição de sorvente é ajustada dependendo do nível de mercúrio medido para obter 90% ou mais de captura do mercúrio no combustível. Em uma modalidade preferida, o metanol é usado para queimar o carvão para a produção de energia, enquanto reduz ou elimina as emissões de mercúrio na atmosfera que deve de outro modo ocorrer. Em várias modalidades, a redução de emissões de mercúrio é obtida sem o uso de purificadores especiais, evitando maior gasto de capital.

Em uma outra modalidade, a descrição descreve um método para a redução de enxofre e/ou mercúrio durante a combustão de carvão. Em várias modalidades, a invenção envolve a queima de carvão na presença de um sal de nitrito e/ou um sal de nitrato. Durante a combustão, o nível de mercúrio dos gases de combustão é medido e a taxa de adição ou o nível de tratamento dos sais de nitrato e/ou nitrito é ajustado com base no nível de mercúrio medido. Por exemplo, se o nível de mercúrio medido nos gases de combustão estiver acima de um nível direcionado, a taxa de adição de nitrito e/ou nitrato é preferivelmente aumentada de modo a levar o nível de emissões de mercúrio abaixo do nível direcionado.

Em outra modalidade, a invenção fornece um método para a queima de carvão com emissões diminuídas de mercúrio. O carvão é submetido a combustão em um sistema de queima de carvão para produzir gases de combustão e cinza. Durante a combustão, o nitrito de cálcio e/ou nitrato de cálcio são adicionados no sistema de queima de carvão. Preferivel-

mente, o nível de mercúrio nos gases de combustão é monitorado e a taxa de adição do nitrato de cálcio e nitrito de cálcio é ajustada dependendo do nível de mercúrio medido. Em várias modalidades, o nitrato de cálcio e o nitrito de cálcio são adicionados como sólidos ou com uma solução aquosa.

- 5 O nitrato de cálcio e o nitrito de cálcio são adicionados em vários pontos no sistema de queima de carvão, incluindo antes da pulverização, no carvão pulverizado, na fornalha durante a combustão, no globo de fogo durante a combustão, e no caminho convectivo a jusante da fornalha.

A invenção também fornece a queima de combustível contendo
10 mercúrio carbonado diferente do carvão. Exemplos não limitativos incluem resíduos municipais, sedimentos de água de esgoto, e outros mais. Uma composição sorvente que compreende um sal de nitrato e/ou um sal de nitrito e preferivelmente compreendendo os sais de cálcio, é adicionada no sistema de queima de combustível durante a combustão. A adição é efetuada
15 pré-combustão, co-combustão e/ou pós-combustão. Preferivelmente, as emissões de mercúrio do sistema de queima de combustível são monitoradas e a taxa de adição do sorvente é ajustada dependendo do nível de mercúrio.

Em uma instalação de queima de carvão típica, o carvão bruto chega nos vagões e é liberado em uma correia receptora, que libera o carvão em um misturador de argamassa. A partir do misturador de argamassa,
20 o carvão é descarregado em uma correia de alimentação e depositado em uma área de armazenagem de carvão. Sob a área de armazenagem de carvão existe tipicamente uma área de grade e depósito; a partir daí uma correia transporta o carvão para uma área de estocagem aberta, às vezes chamada de carvoeira. Da carvoeira, o carvão é liberado pela correia ou outro
25 meio até um pulverizador. Do pulverizador o carvão pulverizado é liberado na fornalha para combustão. As composições sorventes de acordo com a invenção são adicionadas em várias modalidades no carvão bruto, no misturador de argamassa, na correia receptora ou correia de alimentação, na área
30 de armazenagem de carvão, no pulverizador antes ou durante a pulverização, e/ou enquanto está sendo transportado do pulverizador para a fornalha para combustão. Convenientemente, os sorventes são adicionados no car-

vão durante os processos que misturam o carvão tais como no misturador de argamassa ou no pulverizador. Em uma modalidade preferida, os sorventes são adicionados no carvão nos pulverizadores.

5 Além da ou em lugar da adição de sorvente no carvão a montante da fornalha descrita no parágrafo acima, em várias modalidades os sorventes são adicionados na fornalha durante a combustão e/ou nas seções da usina a jusante da fornalha, preferivelmente onde os gases de combustão possuem uma temperatura acima de 500°C, preferivelmente acima de 800°C.

10 Durante a operação o carvão é alimentado na fornalha e queimado na presença de oxigênio. A temperatura de combustão depende da natureza do combustível. Quando um combustível de alto valor tal como o carvão for queimado, as temperaturas de chama típicas na câmara de combustão são na ordem de 2700°F (cerca de 1480°C) a cerca de 3000°F (cerca de 1640°C). A jusante da fornalha ou caldeira onde o combustível alimenta-

15 do é submetido a combustão, a instalação fornece caminhos convectivos para os gases de combustão, que por conveniência são às vezes referidos como gases de combustão. Os gases de combustão quentes e o ar se movem por convecção longe da chama através do caminho convectivo em uma

20 direção a jusante (isto é, a jusante em relação ao globo de fogo). O caminho convectivo da instalação contém várias zonas caracterizadas pela temperatura dos gases e produtos de combustão em cada zona. Geralmente, a temperatura do gás de combustão cai quando se move em uma direção a jusante do globo de fogo. Os gases de combustão contêm dióxido de carbono assim como vários gases indesejáveis contendo enxofre e mercúrio. Os caminhos convectivos são também supridos com uma variedade de cinzas que é

25 varrida junto com os gases de temperatura elevada. Para remover a cinza antes da emissão na atmosfera, sistemas de remoção de particulado são usados. Uma variedade de tais sistemas de remoção, tais como precipitantes eletrostáticos e um filtro de manga, são geralmente dispostos no caminho convectivo. Além disso, os purificadores químicos podem ser posicionados no caminho convectivo. Adicionalmente, podem ser fornecidos vários

30

instrumentos para monitorar os componentes do gás tais como enxofre e mercúrio.

A partir da fornalha, onde o carvão é queimado em uma temperatura tão elevada quanto de aproximadamente 2700°F a 3000°F (cerca de 1480°C a 1650°C), a cinza volante e os gases de combustão se movem a montante no caminho conectivo para as zonas de temperatura sempre decrescente. Imediatamente a jusante da bola de fogo está uma zona com temperatura menor do que 2700°F (1482°C). Ainda a jusante, um ponto é alcançado onde a temperatura se esfria para cerca de 1500°F (816°C). Entre os dois pontos está uma zona tendo uma temperatura de cerca de 1500°F (816°C) a cerca de 2700°F (1482°C). Ainda a jusante, uma zona de menos do que 1500°C (816°C) é alcançada, e assim por diante. Ademais ao longo do caminho convectivo, os gases e a cinza volante passam através das zonas de temperatura mais baixa até que o filtro de manga ou precipitante eletrostático seja alcançado, que tipicamente possui uma temperatura de cerca de 300°F (149°C) antes dos gases serem emitidos até a chaminé.

Em várias modalidades, o processo de combustão de um combustível contendo mercúrio requer a aplicação de uma composição sorvente que contenha componentes nitrogenosos

- 20 diretamente na fornalha durante a combustão (adição "co-combustão");
- diretamente em um combustível tal como o carvão antes da combustão (adição "pré-combustão");
- diretamente na corrente gasosa após combustão, preferivelmente em uma zona de temperatura entre 2700°F e 1500°F (1482°C e 816°C) (adição "pós-combustão"); ou
- 25 em uma combinação de adições pré-combustão, co-combustão e pós-combustão.

Em várias modalidades, as emissões de mercúrio e/ou emissões de enxofre da instalação de queima de carvão são monitoradas. Dependendo do nível de mercúrio e/ou enxofre no gás de combustão antes da emissão da usina, a quantidade de composição sorvente adicionada pré-, co- e/ou pós-combustão é elevada, diminuída ou é mantida inalterada. Em geral, é

desejável remover um nível de mercúrio e/ou enxofre tão elevado quanto possível. Nas modalidades típicas, a remoção de mercúrio de 90% e maior é alcançada, com base na quantidade total de mercúrio no carvão. Este número se refere ao mercúrio removido dos gases de combustão de modo que o mercúrio não seja liberado através da chaminé para dentro da atmosfera. Para minimizar a quantidade de sorvente adicionada no processo de queima de carvão de modo a reduzir a quantidade total de cinza produzida na fornalha, é desejável em muitas modalidades utilizar as medições de emissões de mercúrio e/ou enxofre para ajustar a taxa de adição da composição sorvente para obter a redução desejada sem adicionar material em excesso no sistema.

Em várias modalidades, o mercúrio oxidado a partir da combustão se reporta ao filtro de manga ou precipitante eletrostático e se torna parte do teor de cinza total da usina de queima de carvão; como tal, o mercúrio não é emitido na atmosfera. Nas modalidades preferidas, o mercúrio na cinza é resistente à lixívia sob condições acídicas. Isto é, os metais pesados na cinza não lixiviam além dos níveis reguladores. Por causa disto, a cinza da combustão (cinza de carvão) pode ser vendida no comércio e usada, por exemplo, como um material cimentício para produzir cimentos Portland assim como produtos de concreto e misturas prontas.

Nas modalidades preferidas, a lixiviação de metais pesados é monitorada ou analisada periódica ou continuamente durante a combustão. A quantidade de sorvente, particularmente de componentes sorventes com Si (SiO_2 ou equivalentes) e/ou Al (Al_2O_3 ou equivalentes), é ajustada com base no resultado analítico para manter a lixiviação em uma faixa desejada.

As composições sorventes da invenção contêm componentes nitrogenosos. Em várias modalidades, os componentes nitrogenosos compreendem um ou mais sais de nitrato e/ou um ou mais sais de nitrito. Quando os componentes tanto de nitrato quanto de nitrito estão presentes, preferivelmente a relação de peso de uma para a outra faixa é de 99:1 a 1:99. Em algumas modalidades, as proporções de peso aproximadamente iguais são preferidas tais como cerca de 50:50. Os compostos nitrogenosos são forne-

cidos com uma mistura de sólidos, por exemplo, pós, ou com uma solução em um solvente adequado tal como água. Os nitratos e nitritos adequados incluem, sem limitação, os nitratos e nitritos de Li, Na, K, Be, Mg, Ca, Ti, Zr, Fé, Al, Si e NH_4^+ . Normalmente, os cátions de metais pesados ou metais de interesse ambiental devem ser evitados. Os nitratos e nitritos preferidos incluem aqueles que fornecem outros elementos úteis na redução de outros componentes indesejáveis tais como enxofre e/ou aqueles que tendem a diminuir a quantidade de mercúrio e outros metais pesados que lixiviam a partir da cinza resultante. Entres estes estão cálcio, ferro, silício e alumínio.

5

10 Em várias modalidades, os sais de cálcio são preferidos.

Os sorventes preferidos incluem uma combinação de íons de nitrato e nitrito, junto com uma fonte de cálcio. Exemplos não limitativos, além do nitrato de cálcio e nitrito de cálcio, de fontes de cálcio incluem óxidos de cálcio, hidróxidos de cálcio, carbonato de cálcio, bicarbonato de cálcio, sulfato de cálcio, bissulfato de cálcio, acetato de cálcio, citrato de cálcio, fosfato de cálcio, hidrogênio fosfato de cálcio, e minerais de cálcio tais como apatita e outros mais. Outros exemplos incluem pós básicos que contêm cálcio. Exemplos não limitativos de tais pós incluem cimento Portland, pó de forno de cimento (ckd), pó de forno de cal (LKD), e cal de beterraba (um subproduto da produção de açúcar). Em várias modalidades, as fontes de cálcio incluem haletos de cálcio, tais como brometo de cálcio, cloreto de cálcio e iodeto de cálcio. Os compostos de cálcio orgânicos também podem ser usados. Exemplos não limitativos incluem sais de cálcio de ácidos carboxílicos, alcóxilatos de cálcio e compostos de organocálcio. Em várias modalidades, os compostos de cálcio orgânicos tendem a ser menos preferíveis por causa do custo e disponibilidade.

15

20

25

Em uma modalidade, o nitrato, nitrito e cálcio são fornecidos por uma combinação ou mistura de nitrato de cálcio e nitrito de cálcio. Alternativamente ou além disso, o sorvente contém componentes de nitrato e/ou nitrito diferentes dos sais de cálcio, e compostos de cálcio diferentes do nitrato e nitrito. Os componentes de nitrato e nitrito de cálcio solúveis são convenientemente fornecidos na forma de uma solução aquosa. Um exemplo não limi-

30

tativo é uma solução aquosa contendo 20% em peso de nitrato de cálcio e 20% em peso de nitrito de cálcio.

É desejável adicionar sorventes contendo componentes nitrogenosos em níveis eficazes para remover o enxofre e/ou mercúrio dos gases de combustão da queima de carvão, mas não em uma quantidade abundante em excesso que resultaria na produção de cinza em excesso. Em várias modalidades, os componentes nitrogenosos são adicionados, como pós, soluções, ou combinação em um nível total de cerca de 0,05% a cerca de 20%, preferivelmente cerca de 0,1% a cerca de 10% em peso, com base no peso do carvão ou com base na taxa de combustão do carvão.

Quando a composição sorvente for uma solução de sólidos solúveis em um solvente, o nível de adição ou tratamento se baseia na liberação total dos sólidos na taxa mencionada. Para ilustrar, uma solução de 50% deve ser usada em uma taxa de 6% para alcançar uma taxa de tratamento ou adição de 3%.

Quando se trata a pré-combustão de carvão, a composição sorvente é misturada com o carvão antes, após ou durante a pulverização. Em um processo contínuo, o sorvente é adicionado no carvão em uma taxa de 0,05% a cerca de 20%, preferivelmente cerca de 0,1 a 10% em peso, com base na taxa de consumo do carvão mediante a combustão. Da mesma maneira, quando a composição sorvente for adicionada na fornalha durante a combustão ou no caminho convectivo a jusante da fornalha, a adição é preferivelmente feita nas taxas mencionadas com base na taxa em que o carvão está sendo consumido por combustão.

Em várias modalidades, as composições sorventes são adicionadas no sistema de queima de carvão em uma taxa de 0,1% a 6% ou de 0,1% a 3% em peso, com base no peso do carvão sendo tratado (em batelada) ou na taxa do carvão sendo consumida (em um tratamento contínuo ou "em movimento"). Em algumas modalidades, o tratamento está em um nível de 0,1% a 1% ou de 0,3% a 1%, mais uma vez com base na taxa de adição dos sólidos na composição sorvente. Preferivelmente, pelo menos 0,1% de um sal de nitrato e/ou pelo menos 0,1% de um sal de nitrito é adicionado por

meio da composição sorvente, com base no peso do carvão sendo tratado ou na taxa de carvão sendo consumido pela combustão. Em algumas modalidades, pelo menos 0,05% de um composto de nitrito e pelo menos 0,05% de um composto de nitrato são adicionados. Os níveis de tratamento abaixo das faixas preferidas podem ser usados, mas é esperado que em algum ponto, quando o nível de tratamento for diminuído, nenhuma redução apreciável nas emissões nocivas deve ser observada. Igualmente, os níveis de tratamento mais elevados do que aqueles descritos acima podem ser usados, mas podem resultar em resíduos de material, quando em algum momento nenhuma outra redução nas emissões deve ser obtida.

Em várias modalidades, as composições sorventes contendo componentes nitrogenosos ainda contêm compostos de halogênio, ou são usadas em combinação com composições sorventes que compreendem um composto de halogênio. As composições sorventes compreendendo um composto de halogênio contêm um ou mais compostos orgânicos ou inorgânicos que contêm um halogênio. Os halogêneos incluem cloro, bromo e iodo. Os halogêneos preferidos são bromo e iodo. Os compostos de halogênio são fontes dos halogêneos, especialmente de bromo e iodo. Para o bromo, as fontes de halogênio incluem vários sais inorgânicos de bromo incluindo brometos, bromatos e hipobromitos. Em várias modalidades, os compostos de bromo orgânicos são menos preferíveis por causa de seu custo ou disponibilidade. No entanto, as fontes orgânicas de bromo contendo um nível adequadamente elevado de bromo são consideradas dentro do escopo da invenção. Exemplos não limitativos de compostos de bromo orgânicos incluem brometo de metileno, brometo de etila, bromofórmio, e tetrabrometo de carbono. Fontes inorgânicas não limitativas de iodo incluem hipoioditos, iodatos e iodetos, com os iodetos sendo preferidos. Os compostos de iodo orgânicos também podem ser usados. Em várias modalidades, as composições sorventes contendo halogênio são fornecidas na forma de uma composição líquida ou sólida.

Quando o composto de halogênio for um substituinte inorgânico, é preferivelmente um bromo ou iodo contendo sal de um elemento terro-

so-alcálico. Os elementos terrosos-alcálicos preferidos incluem berílio, magnésio e cálcio. Dos compostos de halogênio, os particularmente preferidos são brometos e iodetos de metais terrosos-alcálicos tais como cálcio. Os compostos de metal alcálico são eficazes na redução das emissões de mercúrio. Mas, em algumas modalidades, eles são menos preferíveis quando eles tendem a causar corrosão nos tubos da caldeira e outras superfícies de aço.

Em uma modalidade, uma composição sorvente contendo compostos nitrogenosos é adicionada no carvão antes de sua combustão. O carvão é carvão particulado, e é opcionalmente pulverizado ou transformado em pó de acordo com os procedimentos convencionais. Em várias modalidades, a composição sorvente é adicionada no carvão como um líquido ou como um sólido. Geralmente, as composições sorventes sólidas estão na forma de um pó. Se o sorvente for adicionado como um líquido (geralmente como uma solução em água), em uma modalidade o carvão permanece úmido quando alimentado no queimador. A composição sorvente pode ser adicionada no carvão continuamente na instalação de queima de carvão mediante pulverização ou mistura no carvão enquanto está em um transportador, extrusor helicoidal, ou outro mecanismo de alimentação. Além disso ou alternativamente, a composição sorvente é separadamente misturada com o carvão na instalação de queima de carvão ou no gerador de carvão. Em uma modalidade preferida, a composição sorvente é adicionada como um líquido ou um pó ao carvão quando ele está sendo alimentado no queimador. Por exemplo, o sorvente é aplicado nos pulverizadores que pulverizam o carvão antes da injeção ou é aplicado no carvão antes que entre nos pulverizadores.

Em uma outra modalidade, uma composição sorvente contendo compostos nitrogenosos é inserida ou injetada no caminho convectivo da instalação de queima de carvão a jusante da fornalha. Preferivelmente, a composição sorvente é adicionada em uma zona do caminho conectivo a jusante do globo de fogo (causado pela combustão do carvão), cuja zona possui uma temperatura acima de cerca de 500°C, preferivelmente acima de cerca de 800°C, e mais preferivelmente acima de cerca de 1500°F (815°C),

e menor do que a temperatura do globo de fogo de 2700°F a 3000°F (1482°C a 1649°C). Em várias modalidades, a temperatura na zona de adição de sorvente está acima de cerca de 1700°F (927°C). A zona preferivelmente possui uma temperatura abaixo de cerca de 2700°F (aproximadamente 1482°C). Em várias modalidades, a zona de injeção possui uma temperatura abaixo de 2600°F (1427°C), abaixo de 2500°F (1371°C) ou abaixo de 2400°F (1316°C). Nos exemplos não limitativos, a temperatura de injeção é de 1700°F (927°C) a 2300°F (1260°C), de 1700°F (927°C) a 2200°F (1204°C), ou de cerca de 1500°F (815°C) a cerca de 2200 (1204°C). Quando com a adição de pré-combustão, a composição sorvente está na forma de um líquido ou um sólido (pó). Em várias modalidades, a taxa de adição do sorvente no caminho convectivo é variada e ajustada dependendo dos resultados do monitoramento de mercúrio e/ou enxofre como aqui descrito.

Em outra modalidade, uma composição sorvente contendo compostos nitrogenosos é adicionada diretamente na fornalha durante a combustão do carvão ou outro combustível. Injetores de pó ou líquido são utilizados como requerido pela natureza das composições sorventes. Na pré-combustão, o carvão ou outro combustível está em condições ambientais quando do primeiro contato com o sorvente. A modalidade da adição de co-combustão do sorvente (isto é, adição diretamente na fornalha) é caracterizada pelo combustível estando em uma temperatura de combustão elevada quando do primeiro contato com a composição sorvente.

Em uma outra modalidade, as composições sorventes são adicionadas no sistema de queima de carvão durante o processo de combustão em várias localizações no sistema. As localizações incluem no carvão a montante da câmara de queima da fornalha; diretamente na fornalha ou câmara de queima; e na seção da usina ou caminho convectivo a jusante da fornalha. Nas modalidades que envolvem a adição a jusante, a temperatura dos gases de combustão no ponto de adição ou injeção é preferivelmente pelo menos cerca de 500°C (932°F), e mais preferivelmente pelo menos cerca de 800°C, e tipicamente pelo menos 815°C (1500°F). Em várias modalidades, as composições sorventes são adicionadas em uma localização úni-

ça, ou em qualquer combinação de duas ou mais localizações. As composições sorventes contêm compostos nitrogenosos e opcionalmente compostos de halogênio. Quando o halogênio for usado, em várias modalidades ele é adicionado com os compostos nitrogenosos em uma composição sorvente
5 única, com os compostos nitrogenosos na mesma localização no sistema, mas em uma composição sorvente separada, ou em um lugar separado na combustão em uma composição separada.

Se desejável, a taxa de adição da composição sorvente é variada para alcançar um nível desejado de emissões de mercúrio. Em uma modalidade, o nível de mercúrio nos gases de combustão é monitorado e o nível de adição de sorvente ajustado para cima ou para baixo ou mantido inalterado quando requerido para manter o nível de mercúrio desejável.
10

Em várias modalidades, os níveis de mercúrio são monitorados com equipamento analítico convencional usando métodos de detecção e determinação padrão da indústria. Em uma modalidade, o monitoramento é conduzido periodicamente, ou manual ou automaticamente. Em um exemplo não limitativo, as emissões de mercúrio são monitoradas uma vez em por hora para garantir a obediência com as regulamentações governamentais. Para ilustrar, o método de Ontário Hydro é utilizado. Neste método conhecido, os gases são coletados durante um tempo predeterminado, por exemplo, uma hora. O mercúrio é precipitado dos gases coletados, e o nível é quantificado usando um método adequado tal como a absorção atômica. O monitoramento pode também ocorrer mais ou menos freqüentemente do que uma vez por hora, dependendo da possibilidade técnica e comercial. Por exemplo, os monitores de mercúrio contínuos comerciais podem ser fixados para medir o mercúrio e produzir um número em uma freqüência adequada, por exemplo, uma vez a cada 3 a 7 minutos. Em várias modalidades, o rendimento dos monitores de mercúrio é utilizado para controlar a taxa de adição da composição sorvente de mercúrio. Dependendo dos resultados do monitoramento, a taxa de adição do sorvente é ajustada pelo aumento do nível de adição, diminuído-a, ou deixando-a inalterada. Para ilustrar, se o monitoramento indica que os níveis de mercúrio estão mais elevados do que o de-
15
20
25
30

sejado, a taxa de adição de sorvente é aumentada até que os níveis de mercúrio retornem a um nível desejável. Se os níveis de mercúrio estiverem nos níveis desejados, a taxa de adição de sorvente pode permanecer inalterada. Alternativamente, a taxa de adição de sorvente pode ser diminuída até que o

5 monitoramento indique que deva ser aumentado para evitar níveis de mercúrio elevados. Desta maneira, a redução da emissão de mercúrio é alcançada e o uso excessivo de sorvente (com aumento concomitante de cinza) é evitado.

O mercúrio é monitorado no caminho convectivo em locais adequados. Em várias modalidades, o mercúrio liberado na atmosfera é monitorado e medido no lado limpo do sistema de controle de particulado. O mercúrio pode também ser monitorado em um ponto no caminho convectivo a montante do sistema de controle de particulado. As experiências mostram que tanto quanto 20 a 30% do mercúrio no carvão são capturados na cinza e

10 não liberados na atmosfera quando nenhum sorvente de mercúrio for adicionado. Em várias modalidades, a adição de sorventes de mercúrio de acordo com a invenção eleva a quantidade de captura de mercúrio em 90% ou mais. As emissões de mercúrio na atmosfera são correspondentemente reduzidas.

Nas modalidades preferidas, o mercúrio e o enxofre são monitorados usando métodos padrão da indústria tais como aqueles publicados pela American Society for Testing and Materials (ASTM) ou padrões internacionais publicados pela International Standards Organization (ISO). Um mecanismo que compreende um instrumento analítico é preferivelmente disposto

20 no caminho convectivo a jusante dos pontos de adição dos sorventes. Em uma modalidade preferida, um monitor de mercúrio é disposto no lado limpo do sistema de controle de particulado. Alternativamente ou além disso, os gases de combustão são experimentados em locais apropriados no caminho convectivo sem a necessidade de instalar um instrumento ou dispositivo de

25 monitoramento. Em várias modalidades, um nível medido de mercúrio ou enxofre é usado para fornecer sinais de regeneração nas bombas, solenóides, válvulas, pulverizadores, e outros dispositivos que são acionados ou

30

controlados para ajustar a taxa de adição de uma composição sorvente no sistema de queima de carvão. Alternativamente ou além disso, a taxa de adição de sorvente pode ser ajustada por um operador humano com base nos níveis observados de mercúrio e/ou enxofre.

5 De acordo com os vários aspectos da invenção, as composições sorventes são adicionadas em um sistema de queima de carvão de modo a reduzir a quantidade de mercúrio e/ou enxofre sendo emitida dos sistemas de queima de carvão na atmosfera. Em uma modalidade preferida, os sorventes adicionados no sistema contêm sílica e alumina além dos compostos
10 nitrogenosos.

Em vários aspectos, a invenção se baseia em uma descoberta de que o uso adicional de minerais contendo silício e alumínio tende a render a cinza volante resultante da combustão do carvão sem lixiviação em relação aos metais pesados tais como mercúrio. Conseqüentemente, em
15 algumas modalidades, as composições sorventes contêm vários componentes que contribuem com a sílica e/ou alumina na composição total. Alternativamente, os componentes contendo sílica e/ou alumina são adicionados nos vários locais nos sistemas de queima de carvão separadamente das outras composições sorventes que contêm os componentes nitrogenosos.

20 Normalmente, o carvão naturalmente contém componentes que contribuem tanto com a sílica quanto com a alumina na cinza resultante da combustão. Nas modalidades preferidas, os componentes sorventes que contribuem com a sílica e alumina são adicionados em quantidades suficientes para adicionar um nível extra significativo de sílica e/ou alumina sobre e
25 acima daquele naturalmente presente no carvão. Por exemplo, é preferível adicionar componentes de sílica e/ou alumina para elevar o teor de sílica e/ou alumina da cinza de carvão resultante em pelo menos cerca de 10% sobre a cinza resultante do carvão queimado sem os componentes de sílica e/ou alumina adicionados.

30 Uma ampla variedade de minerais e materiais inorgânicos contribui com a sílica e/ou alumina nas composições sorventes. Por exemplo, vários minerais e materiais comerciais contêm silício e alumínio associados

com um ambiente de oxigênio. Em tais materiais, o silício tende a estar presente como tetraedros, enquanto o alumínio está presente como tetraedros, octaedros, ou uma combinação de ambos. As cadeias ou redes de aluminossilicato são estabelecidas em tais materiais mediante a participação de 1, 2 ou 3 átomos de oxigênio entre tetraedros ou octaedros de silício e alumínio. Tais minerais passam por uma variedade de nomes, tais como sílica, alumina, aluminossilicatos, geopolímero, silicatos e aluminatos. No entanto apresentado, os compostos contendo alumínio e/ou silício tendem a produzir sílica e alumina após exposição às temperaturas elevadas de combustão na presença de oxigênio.

Em uma modalidade, os materiais inorgânicos que contribuem com a sílica e/ou alumina em várias composições da invenção incluem polimorfos de $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. Por exemplo, siliminato contém octaedros de sílica e alumina uniformemente dividida entre tetraedros e octaedros. Cianita se baseia em tetraedros de sílica e octaedros de alumina. Andaluzita é um outro polimorfo de $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

Em outras modalidades, os silicatos de cadeia são usados para contribuir com o silício (como sílica) e/ou alumínio (como alumina) nas composições da invenção. Os silicatos de cadeia incluem sem limitação silicatos de piroxeno e piroxenóides produzidos de infinitas cadeias de tetraedros de SiO_4 ligados pela divisão dos átomos de oxigênio.

Outros componentes que contribuem com a alumina e sílica incluem materiais laminares tais como mica, argilas, crisólitas, (tais como asbestos), talco, pedra-sabão, pirofilita e caolinita. Tais materiais tendem a ter estruturas em camadas em que os octaedros e tetraedros de sílica e alumina compartilham dois átomos de oxigênio. Os aluminossilicatos em camadas incluem argilas tais como caolinita, montmorilonita de cálcio, montmorilonita de sódio e benzonita. Outros exemplos incluem micas e talco.

Os materiais de aluminossilicato adequados também incluem zeólitos sintéticos e naturais, tais como sem limitação os grupos de analcima, sodalita, cabazita, natrolita, filipsita e mordenita. Outros minerais zeólitos incluem heulandita, brewsterita, epistilbita, estilbita, *yagawaralite*, laumontita,

ferrietita, paulingita e clinoptilolita. Os zeólitos são minerais ou materiais sintéticos caracterizados por uma estrutura de tetraedro de aluminossilicato, "cátions grandes" permutáveis por íon (tais como Na, K, Ca, Ba e Sr) e moléculas de água livremente sustentadas.

5 Em outras modalidades, silicatos, aluminatos e aluminossilicatos da estrutura ou 3D são utilizados. Os silicatos da estrutura são caracterizados por uma estrutura onde os tetraedros de SiO_4 , tetraedros de AlO_4 e/ou octaedros de AlO_6 são ligados em três dimensões. Exemplos não limitativos dos silicatos da estrutura contendo tanto sílica quanto alumina incluem
10 feldspatos tais como albita, anortita e ortoclásio.

 Além disso, vários produtos fabricados são comercialmente disponíveis que contribuem com a sílica, alumina ou ambas nas composições da invenção. Por exemplo, o cimento Portland é preparado pelo aquecimento de calcário com silicatos de alumínio e compressão do clínquer resultante.
15 Os cimentos Portland típicos contêm aproximadamente 70% de CaO , 20% de SiO_2 , 5% de Al_2O_3 e cerca de 5% de Fe_2O_3 , com quantidades menores de outros elementos tais como magnésio e outros mais. Os produtos industriais adicionais que contêm sílica e/ou alumina incluem pó de forno de cimento e pó de forno de cal. Em outras modalidades, vários materiais pozo-
20 lânicos podem ser utilizados. Em várias modalidades, as composições sorventes que contêm componentes nitrogenosos também contêm níveis adequados de aluminossilicatos, cimento Portland, pó de forno de cimento, pó de forno de cal, e outros mais para fornecer a composição sorvente com pelo menos cerca de 2% em peso de sílica e pelo menos 2% em peso de alumina. Alternativamente ou além disso, em várias modalidades, os componentes contendo alumina e sílica são adicionados separadamente no sistema de queima de carvão (isto é, pré-, co- ou pós-combustão) em quantidades eficazes para fornecer a produção da cinza com níveis baixos de lixiviação de metal pesado.

30 Embora o combustível contendo mercúrio a ser submetido a combustão possa naturalmente conter níveis baixos de sílica e/ou alumina, é geralmente desejável adicionar quantidades além daquelas naturalmente

presentes. No exemplo de carvão, é desejável adicionar quantidades adicionais de sílica e alumina que são suficientes para reduzir a lixiviação do mercúrio ou outros metais pesados da cinza resultante. Nas modalidades particulares, uma quantidade leve de experimentação rotineira é usada para estabelecer um nível mínimo de adição de sorvente adequado. Em várias modalidades, uma adição de sorvente é feita para fornecer pelo menos 0,1% de cada em peso de sílica e alumina, preferivelmente pelo menos 0,2%, e mais preferivelmente pelo menos 0,5%, com base na quantidade de combustível sendo tratada ou na taxa de consumo de combustível pela combustão.

Em várias modalidades, a relação de sílica para alumina nas composições sorventes varia de cerca de 10:1 a cerca de 1:10. Em várias modalidades, a sílica e a alumina são fornecidas como partes de componentes individuais ou em componentes que fornecem uma fonte tanto de silício quanto de alumínio. Como descrito acima, uma variedade de produtos comerciais facilmente disponíveis contém tanto sílica quanto alumina em relações adequadas.

Desde que a cinza resultante contenha mercúrio ou outros metais pesados em uma forma sem lixiviação, é adequado para venda para outras utilizações comerciais. Utilizações não limitativas de cinza de carvão gasto ou residual incluem como um aditivo em um produto de cimento tal como cimento Portland. Em várias modalidades, os produtos de cimento contêm até cerca de 10% em peso de cinza de carvão produzido pela queima de composições de acordo com a invenção. Em um aspecto, a propriedade sem lixiviação do mercúrio e outros metais pesados na cinza de carvão a torna adequada para todas as utilizações industriais conhecidas de cinza de carvão. Como observado, um exemplo não limitativo é um aditivo ou um diluente para um produto de cimento tal como cimento Portland.

O produto de cimento contendo cinza volante de acordo com a invenção é combinado em várias modalidades com agregados para formar um composto de mistura pronta. O composto de mistura pronta pode ser vendido aos consumidores ou fornecidos aos empreiteiros, que misturam a mistura pronta com água e formam uma variedade de produtos de concreto

tais como calçadas, meio-fio, ruas, pilares, canos de esgotos, tubulações, e outros mais. As construções de concreto designadas são o produto da hidratação de misturas prontas que contêm a cinza de carvão de acordo com a invenção.

5 Em uma outra modalidade, a invenção fornece uma composição de concreto hidratável ou solidificável produzida mediante a adição de água em qualquer um dos produtos de cimento ou produtos de concreto observados acima. Assim, a invenção fornece vários métodos de eliminação da necessidade de cinza de carvão de aterro sanitário ou cinza volante resultante
10 da combustão do carvão que contém níveis elevados de mercúrio. Em lugar de uma disposição de grande valor, o material pode ser vendido ou de outra maneira usado como uma matéria-prima.

 Embora a invenção não deva ser limitada pela teoria, acredita-se que as composições sorventes descritas acima fornecem fontes de sílica e alumina no processo de queima de carvão. A combustão do carvão com a
15 sílica e alumina adicionadas forma uma matriz geopolimérica tal como é conhecida nas cerâmicas frias. Embora o carvão naturalmente contenha pequenas quantidades de sílica e/ou alumina, acredita-se que a quantidade dos materiais de ocorrência natural no carvão não seja bastante elevada
20 para fornecer a matriz geopolimérica após a combustão. Além disso, a sílica e a alumina de ocorrência natural no carvão não é necessariamente equilibrada com o cálcio de ocorrência natural de modo a fornecer captura de enxofre e/ou mercúrio ideal.

 Em várias modalidades, a invenção fornece métodos para me-
25 lhorar a qualidade de lixiviação dos metais pesados tais como mercúrio a partir do carvão. Os métodos envolvem a adição de sílica e/ou alumina suficientes no carvão para fazer com que um geopolímero se forme após a combustão. Preferivelmente, a sílica e a alumina são adicionadas junto com os pós alcalinos suficientes para reduzir a escavação de enxofre. Os pós alcalinos tendem a neutralizar a sílica e a alumina, com formação de cinza
30 geopolimérica junto com o acoplamento da sílica e/ou alumina para formar uma matriz semelhante a cerâmica que relata como uma cinza estabilizada.

Pode ser também que a alumina e a sílica que queima com o carvão formem um composto de mistura semelhante a refratário com mercúrio e/ou outros metais pesados. Como um resultado, a cinza de carvão resultante ou cinza volante contendo metais pesados é resistente à lixiviação sob condições padrão. Como observado acima, a qualidade da cinza de carvão sem lixiviação resulta em vantagens comerciais porque o produto não mais seria considerado como um material perigoso.

A invenção foi descrita acima com respeito às várias modalidades preferidas. Outra descrição não limitativa da invenção é fornecida nos Exemplos que seguem. Eles ilustram a eficácia da invenção quando um líquido somente e um sistema sorvente líquido/sólido são aplicados para a reparação de mercúrio dos combustíveis.

Exemplo

Carvão Freeman Crown III é fornecido na forma pulverizada, com 70% em peso passando mesh 200 (isto é, cerca de 70% do carvão em peso estão presentes como partículas com um diâmetro menor do que cerca de 75 μm). Nenhum sorvente é adicionado ao combustível antes da combustão, mas é injetado no conduto na corrente gasosa do caminho convectivo a jusante da fornalha na zona de 2200°F a 1500°F (1204°C a 816°C). A composição sorvente líquida é injetada na taxa de aproximadamente 1,5% em peso (0,6% de taxa de adição dos sólidos) com base na taxa de combustão do carvão. Os resultados deste teste são também apresentados na tabela 1. Mais do que 98% do mercúrio no carvão é capturado na cinza.

Tabela 1

Tipo de Carvão	Parâmetro	Valor	Componentes do Sorvente	Redução em % Hg
Freeman Crown III	% de Umidade	10,46	20% de CaNO_3	98,86
	% de Enxofre	4,24	20% de CaNO_2	
	% de Mercúrio valor BTU	8,53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 11.824	60% de H_2O	

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a redução da quantidade de mercúrio em gases de combustão resultantes da queima de carvão contendo mercúrio, que compreende a introdução de uma composição sorvente nos gases de combustão em uma zona onde a temperatura é maior do que 500°C, em que a
5 composição sorvente compreende uma quantidade eficaz de um componente nitrogenoso selecionado do grupo consistindo em um sal de nitrato, um sal de nitrito e uma combinação de um sal de nitrato e um sal de nitrito.
2. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a temperatura dos gases de combustão na zona em que o sorvente é introduzido está
10 na faixa de temperatura de 1500°F a 2300°F (816°C a 1260°C).
3. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a composição sorvente compreende um sal de nitrato e um sal de nitrito.
4. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a composição
15 sorvente compreende sais de cálcio.
5. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a composição sorvente compreende nitrato de cálcio e nitrito de cálcio.
6. Método de acordo com a reivindicação 1, que compreende a introdução da composição sorvente em uma taxa para liberar de 0,01% a
20 10% em peso do sal de nitrato e/ou nitrito, com base na taxa total do consumo de carvão na combustão.
7. Método de acordo com a reivindicação 6, em que a taxa de liberação é de 0,1% a 1%.
8. Método de acordo com a reivindicação 6, em que a composição
25 sorvente compreende nitrito de cálcio e/ou nitrato de cálcio.
9. Método de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo a medição de um nível de mercúrio nos gases de combustão e ajuste da taxa de introdução de sorvente, dependendo do valor medido.
10. Método para a operação de uma instalação de queima de
30 combustível para reduzir a quantidade de mercúrio liberada da instalação durante a combustão de um combustível contendo mercúrio, o método compreendendo

injetar uma composição sorvente que compreende um sal de nitrato e/ou um sal de nitrito dentro dos gases de combustão onde a temperatura do gás de combustão está na faixa de 1500°F a 2300°F (816°C a 1260°C),

5 monitorar o nível de mercúrio nos gases de combustão a jusante do ponto de injeção de sorvente, e

ajustar a taxa de adição de sorvente para obter captura de 90% ou maior do mercúrio no combustível contendo mercúrio antes da emissão a partir da instalação de queima de combustível.

10 11. Método de acordo com a reivindicação 10, em que a composição sorvente compreende um sal de nitrito e um sal de nitrato.

12. Método de acordo com a reivindicação 10, em que a composição sorvente compreende nitrito de cálcio e nitrato de cálcio.

15 13. Método de acordo com a reivindicação 10, que compreende a adição da composição sorvente em uma taxa para liberar de 0,01 a 3% em peso do sal de nitrato e/ou nitrito, com base na taxa de consumo do combustível contendo mercúrio durante a combustão.

20 14. Método para reduzir as emissões de enxofre e/ou mercúrio resultantes da combustão de carvão na fornalha de um sistema de queima de carvão, compreendendo

queimar o carvão na presença de um sal de nitrito e/ou um sal de nitrato,

medir o nível de mercúrio nos gases de combustão resultantes da combustão,

25 comparar o nível de mercúrio medido com um nível alvo para emissões, e

ajustar o nível de adição de sal de nitrito e/ou nitrato dependendo do nível de mercúrio medido.

30 15. Método de acordo com a reivindicação 14, que compreende a queima do carvão na presença de nitrato de cálcio e/ou nitrito de cálcio.

16. Método para a queima de carvão com emissões diminuídas de mercúrio, compreendendo

a combustão de carvão em um sistema de queima de carvão para produzir gases de combustão e cinza;

a adição de nitrato de cálcio e nitrito de cálcio no sistema de queima de carvão durante a combustão,

5 a medição do nível de mercúrio nos gases de combustão, e o ajuste da quantidade de nitrato de cálcio e nitrito de cálcio adicionada no sistema de queima de carvão dependendo do nível medido de mercúrio.

10 17. Método de acordo com a reivindicação 16, que compreende a adição do nitrato de cálcio e nitrito de cálcio como sólidos no carvão antes da combustão.

18. Método de acordo com a reivindicação 16, que compreende a adição do nitrato de cálcio e nitrito de cálcio como um líquido no carvão antes da combustão.

15 19. Método de acordo com a reivindicação 16, que compreende a adição do nitrato de cálcio e nitrito de cálcio como um líquido na fornalha durante a combustão.

20 20. Método de acordo com a reivindicação 16, que compreende a adição do nitrato de cálcio e nitrito de cálcio como um sólido dentro da fornalha durante a combustão.

21. Método de acordo com a reivindicação 16, que compreende a adição do nitrato de cálcio e nitrito de cálcio como um líquido no globo de fogo durante a combustão.

25 22. Método de acordo com a reivindicação 16, que compreende a adição do nitrato de cálcio e nitrito de cálcio como um sólido no globo de fogo durante a combustão.

23. Método de acordo com a reivindicação 16, que compreende a injeção do nitrato de cálcio e nitrito de cálcio como um líquido em uma via propagante a jusante da fornalha.

30 24. Método de acordo com a reivindicação 23, em que a temperatura dos gases de combustão na via propagante no ponto de injeção é maior do que 1500°F a 2300°F (816°C a 1260°C).

25. Método de queima de combustível contendo mercúrio carbonado em uma instalação de queima de combustível para reduzir a quantidade de mercúrio liberada da instalação, o método compreendendo

5 a combustão do combustível no sistema de queima de combustível;

a adição de nitrato de cálcio e nitrito de cálcio no sistema de queima de combustível durante a combustão;

a medição de um nível de mercúrio nos gases de combustão resultantes da combustão; e

10 o ajuste da quantidade de nitrito de cálcio e nitrato de cálcio adicionada no sistema de queima de carvão dependendo do nível medido de mercúrio.

26. Método de acordo com a reivindicação 25, em que o combustível contendo mercúrio compreende resíduos municipais.

15 27. Método de acordo com a reivindicação 25, em que o combustível contendo mercúrio compreende depósito de esgoto.

RESUMO

Patente de Invenção: "MÉTODO PARA CODIFICAÇÃO E MÉTODO PARA DECODIFICAÇÃO, APARELHOS PARA TAL, PROGRAMAS PARA TAL, E MEIO DE ARMAZENAGEM PARA ARMAZENAR OS PROGRAMAS".

5 A presente invenção refere-se a um método para codificação de vídeo para codificar imagens de vídeo como uma imagem de vídeo única através do uso de compensação da paralaxe que executa prognóstico pelo uso da paralaxe entre as imagens de vídeo, e um método de decodificação correspondente. O número de parâmetros como dados da paralaxe usados para a compensação da paralaxe é selecionado e ajustado para cada imagem de referência. Os dados do número ajustado de parâmetros são codificados, e os dados da paralaxe de acordo com o número de parâmetros são codificados. Durante a decodificação, os dados do número de parâmetro da paralaxe, que são incluídos nos dados codificados e designam o número de parâmetros como dados da paralaxe para cada imagem de referência, são decodificados, e os dados da paralaxe de acordo com o número de parâmetros são decodificados, onde os dados da paralaxe são incluídos nos dados codificados.

10

15