



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

**(11) PI 0804762-6 B1**



**(22) Data do Depósito: 25/07/2008**

**(45) Data de Concessão: 04/02/2020**

**(54) Título:** ARRANJO DA CALDEIRA DE LEITO FLUIDIZADO CIRCULANTE COM UM SISTEMA SEPARADOR DE SÓLIDOS E UM CIRCUITO DE VAPOR/ÁGUA PARA CIRCULAR VAPOR E ÁGUA, UM SISTEMA DE DESCARGA DE VAPOR PARA USO DURANTE UMA CONDIÇÃO DE PANE DE ENERGIA EM UMA USINA E MÉTODO DE RESFRIAR OS COMPONENTES QUENTES DA CALDEIRA

**(51) Int.Cl.:** F23C 10/10.

**(30) Prioridade Unionista:** 17/07/2008 US 12/175.102; 27/07/2007 US 60/952.390.

**(73) Titular(es):** BABCOCK & WILCOX POWER GENERATION GROUP, INC..

**(72) Inventor(es):** MIKHAIL MARYAMCHIK; DAVID J. WALKER; MICHAEL J. SZMANIA; DONALD L. WIETZKE.

**(57) Resumo:** INJEÇÃO EM FORNALHA DE VAPOR EM PLANTA DE CARVÃO. Um sistema e método para resfriamento rápido e depressurização de um arranjo aquecedor no evento de uma perda de energia de uma usina, também conhecida como uma condição de blecaute em uma usina (do inglês, black plant). Um sistema de descarga de vapor injeta vapor do circuito vapor/água na fornalha, assim tanto resfriando componentes do arranjo aquecedor como reduzindo a pressão no circuito vapor/água. Isso reduz ou elimina o custo adicional associado com o fornecimento de capacidade extra em um tambor de vapor e/ou uma bomba de água aquecedora independentemente gerada. O sistema e método é particularmente útil para o resfriamento rápido dos cilindros em U de um aquecedor de leito fluido circulante (CFB) durante uma condição de blecaute em uma usina. No pedido de patente para arranjos aquecedores com um sistema de redução seletiva não-catalítica (SNCR) empregando vapor como um carreador para um agente redutor de NOx, o sistema de descarga de vapor vantajosamente usa os bocais de descarga de sistema SNCR para injetar o vapor na fornalha.

“ARRANJO DA CALDEIRA DE LEITO FLUIDIZADO CIRCULANTE COM UM SISTEMA SEPARADOR DE SÓLIDOS E UM CIRCUITO DE VAPOR/ÁGUA PARA CIRCULAR VAPOR E ÁGUA, UM SISTEMA DE DESCARGA DE VAPOR PARA USO DURANTE UMA CONDIÇÃO DE PANE DE ENERGIA EM UMA USINA E MÉTODO DE RESFRIAR OS COMPONENTES QUENTES DA CALDEIRA”

Referência Cruzada ao Pedido de Patente Correspondente

[0001] Reivindica-se prioridade ao Pedido de Patente U.S. Provisório 601952.390, depositado em 27 de julho de 2007, cuja divulgação na íntegra é incorporada aqui por referência.

Área e Histórico da Invenção

[0002] A presente invenção refere-se, em geral, a um arranjos caldeiras em leito fluidizado circulante (CFB) e, mais particularmente, a um arranjo caldeira CFB tendo um sistema de redução não-catalítica seletiva (SNCR) empregado a jusante da fornalha da caldeira CFB para conseguir melhor capacidade de redução de NOx.

[0003] Os arranjos de caldeiras CFB são conhecidos e usados na produção de vapor para processos industriais e/ou geração de energia elétrica. Veja, por exemplo, Patentes US nº 5.799.593, 4.992.085, e 4.891.052 para Belin et al.; Patente US nº 5.809.940 para James et al.; Patentes US nº 5.378.253 e 5.435.820 para Daum et al.; e Patente US nº 5.343.830 para Alexander et al. Em uma fornalha de caldeira CFB, sólidos reagentes e não-reagentes são colocados no encerramento do forno pelo fluxo de gás no sentido acima que transporta os sólidos para a saída até a porção superior da fornalha, onde os sólidos são separados por separadores de partícula do tipo impacto. Os separadores de partícula do tipo de impacto são posicionados em disposições em ziguezague para apresentar uma via que pode ser navegada pela corrente de gás, mas não pelas partículas colocadas. Os sólidos coletados são devolvidos ao fundo da fornalha. Um arranjo de caldeira CFB usa uma diversidade de separadores de partícula do tipo de impacto (ou membros côncavos de

impacto ou vigas-U) à saída da fornalha para separar partículas do gás do conduto. Enquanto esses separadores podem ter uma variedade de configurações, eles são comumente referidos como vigas-U porque eles mais freqüentemente têm uma configuração em forma de U em corte transversal.

[0004] Os separadores de partícula do tipo de impacto são geralmente posicionados à saída da fornalha e tipicamente não são resfriados. Eles são posicionados à saída da fornalha para proteger as superfícies de aquecimento a jusante, assim como superfícies superaquecedoras secundárias e primárias, de erosão por partículas sólidas. Desse modo, as vigas-U em U são expostas a altas temperaturas do fluxo de gás do conduto/sólidos, e os materiais usados para as vigas-U devem ser suficientemente resistentes à temperatura para fornecer suporte adequado e resistência a danos.

[0005] Os separadores de partícula do tipo de impacto que são resfriados ou apoiados fora de uma estrutura resfriada são conhecidos. Veja, por exemplo, as Patentes US nº 6.322.603 B1 para Walker, Patente US nº 6.500.221 B1 para Walker et al., e Patente US nº 6.454.824 B1 para Maryamchik et al.

[0006] Um arranjo caldeiracaladeira CFB de separador do tipo de impacto conhecido oferecido pela Babcock & Wilcox Company, baseado em um conjunto inteiramente resfriado a água, é mostrado nas FIGS. 1, 2 e 2A. Esse arranjo fornece uma fornalha 10 tendo um compartimento de gás compacto 11 adequado para operar com uma pressão positiva na fornalha 10, e fornece uma via de fluxo de gás para o gás do conduto 15. Ele não tem condutos alinhados refratários a altas temperaturas na vizinhança das vigas-U separadoras de partículas primárias 32 ou vigas-U na fornalha 34 e, portanto, requer mínimo espaço de construção e reduz a manutenção da fornalha refratária. Essa construção é possível devido ao uso de um separador de sólidos de impacto do tipo primário (vigas-U 32) integrado na cobertura da caldeira 11.

[0007] O combustível e o sorvente são alimentados ao leito CFB através da menor parede frontal da fornalha 10. A cinza e o sorvente gasto são removidos através de tubos de drenagem no piso. Os sólidos coletados pelas vigas-U 32, 34 e coletor de pó multi-ciclone são devolvidos através da parede anterior à menor porção da fornalha 10.

[0008] O ar Primário entra fornalha 10 através da placa distribuidora e o ar secundário é injetado a elevações de aproximadamente 6 e 12 pés (1,8 e 3,7 m) acima da placa distribuidora através de coletores de ar superaquecido superiores e inferiores.

[0009] O sistema de separação de sólidos primários, geralmente projetado 30, inclui colunas em ziguezague de membros de canal em forma de U, ou vigas-U 32, suspensos do teto da caldeira. O material que atinge as vigas-U 32 é separado do gás do conduto 15, flui no sentido do canal em U e descarga do fundo.

[0010] Uma fornalha da caldeira de leito fluidizado circulante (CFB) tem substancial inércia térmica, que é atribuída ao material de leito quente e partes não-resfriadas do separador de sólidos à saída da fornalha assim como vigas-U, refratário quente, etc. Em caso de perda de energia de uma usina, também conhecida como uma condição de blecaute em uma usina, a Válvula Principal de Interrupção de Vapor (MSV) tipicamente se fecha para evitar uma rápida redução de pressão lateral vapor/água e queda no nível da água na caldeirana caldeira. A inércia térmica do tambor, tubos, coletores e outros componentes da caldeira, irá continuar a promover geração de vapor durando após o fechamento de MSV. Para evitar aumento da pressão de vapor que desencadearia uma abertura da válvula de segurança com uma correspondente queda rápida no nível da água na caldeira, e para fornecer resfriamento de superfície superaquecedora submetida a calor residual das partes não-resfriadas dos componentes da caldeirada caldeira, assim como um aquecedor CFB fornecido com separador de sólidos de cilindro em U, uma válvula de alívio do vapor

abriria permitindo uma sangria do vapor através da lateral do vapor do superaquecedor na atmosfera ou a o usuário do vapor (por exemplo, quando o vapor é usado para aquecimento), tipicamente de uma maneira controlada.

[0011] Como no caso de uma MSV aberta ou válvula de segurança, esse sangria de vapor resulta em uma diminuição do nível de água no sistema de circulação da caldeira. Se o nível de água recua abaixo do teto da fornalha, irá resultar em porções dos tubos não sendo resfriadas, e aqueles tubos não resfriados que são expostos a calor residual da partes não resfriadas do separador de sólidos podem ser danificados. Para evitar que isso ocorra, a caldeira pode ser fornecido com capacidade do tambor de vapor suficiente e/ou uma bomba de água aquecedora com gerador independente que manteria um nível de água seguro na caldeira. Entretanto, o fornecimento dessa capacidade extra do tambor de vapor e/ou uma bomba de água de caldeira com gerador independente agrega custo à caldeira.

[0012] A combinação de baixas temperaturas e combustão em estágios permite que caldeiras de de leito fluidizado, assim como sistemas de caldeiras CFB, operem com baixas emissões de NOx. Além do mais a redução de NOx pode ser controlada a valores menores através da uso de um sistema de redução não-catalítica seletiva (SNCR) consistindo em injeção de amônia próximo a elevação de vigas-U. Um sistema SNCR baseado em amônia inclui equipamento de manuseio e armazenamento para a amônia, equipamento para misturar a amônia com um carregador (assim como ar comprimido, vapor ou água) e equipamento de injeção. O sistema de injeção, um componente chave, consiste em bocais geralmente posicionados em diversas elevações nas paredes da fornalha para combinar com a temperatura de operação dos gases de exaustão esperada.

[0013] Para adicionais detalhes do projeto e operação de caldeiras de leito fluidizado circulante e sistemas SNCR, ao leitor é recomendado capítulo 17 e páginas 34-13 a 34-15 de *Steam/Its Generation and Use*, 41ª Edição, A Babcock & Wil-

cox Company, Barberton, Ohio, EUA, © 2005.

#### Resumo da Invenção

[0014] A presente invenção é direcionada a um sistema e método para reduzir ou eliminar a custo adicional associado com o fornecimento de capacidade extra no tambor de vapor e/ou uma bomba de água de caldeira com gerador independente a um arranjo caldeiracaladeira, no evento de uma condição de blecaute em uma usina. Isso é conseguido por descarga de uma sangria de fluxo de vapor na fornalha de caldeira. A descarga de vapor seria conduzida de uma maneira controlada. Quando o vapor é descarregado na fornalha, sua temperatura (tipicamente, na faixa de 148,9°C a 398,9°C) é substancialmente menor do que a das partes não-resfriadas, por exemplo, do separador de sólidos (tipicamente, 760°C a 926,7°C). Portanto, a descarga de vapor irá acelerá-las resfriando até a temperatura de nível seguro para o material dos tubos potencialmente não-resfriados (tipicamente, 482,2°C a 537,8°C) desse modo reduzindo ou eliminando a necessidade de capacidade extra do tambor de vapor e/ou uma bomba de água da caldeira com gerador independente, também conhecida como uma bomba de gotejamento. Vantajosamente, a invenção tanto reduz pressão da caldeira como simultaneamente resfria componentes quentes da caldeira, assim como vigas-U e estruturas de suporte associadas.

[0015] Do mesmo modo, um aspecto da invenção é direcionado a um sistema de descarga de vapor para uso com um arranjo caldeira de leito fluidizado circulante (CFB) durante uma condição de blecaute em uma usina. O arranjo caldeiracaladeira CFB inclui uma fornalha CFB com sistema separador de sólidos e um circuito de vapor de água para circular vapor e água. O sistema de descarga de vapor é composto de meios para transportar vapor do circuito de vapor de água, junto com meios, relacionados aos meios para transportar vapor, para injetar um vapor transportado na fornalha, resfriando assim o sistema separador de sólidos e reduzindo pressão no circuito de vapor de água. Os meios para injetar um vapor transportado

na fornalha podem incluir um coletor de injeção de vapor e uma diversidade de bocais de injeção. Uma bomba de gotejamento pode ser conectada ao tambor de vapor no circuito vapor/água a mantém o fluxo de água ao tambor de vapor, assim compensando o vapor perdido do circuito de vapor de água por injeção na fornalha. O vapor pode ser obtido de um coletor da entrada do permutador de calor ou o tambor de vapor, ou a quaisquer outros pontos na via do vapor no circuito de vapor de água e os meios para transportar vapor podem incluir uma linha de suprimento de vapor conectada entre o circuito vapor/água e os meios para injetar vapor na fornalha. Os meios para transportar vapor podem também incluir uma estação redutora de pressão relacionada a uma linha de suprimento de vapor. Quando usada, a linha de suprimento de vapor e estação redutora de pressão podem ser dimensionadas para aproximadamente 5% de fluxo de vapor de taxa contínua máxima de caldeira (BMCR).

[0016] Em um outro aspecto da presente invenção, o sistema de descarga de vapor pode ser aplicado a um arranjo caldeiracaldeiraCFB equipado com um sistema de redução não-catalítica seletiva (SNCR) utilizando vapor como um carreador para um agente redutor de NO<sub>x</sub>, assim como amônia, com os bocais de descarga do sistema SNCR fornecidos e posicionados de modo a descarregar o vapor e a amônia na fornalha. De acordo com a invenção, esses mesmos bocais de sistema SNCR podem desse modo ser usados para descarga da sangria de vapor na fornalha em caso de uma condição de blecaute em uma usina. Do mesmo modo um outro aspecto/objeto da invenção é direcionado a um sistema de descarga de vapor para uso durante uma condição de blecaute em uma usina com um arranjo caldeiracaldeira tendo um sistema de redução não-catalítica seletiva que emprega vapor como um gás carreador fluido para um agente de redução NO<sub>x</sub>. O arranjo caldeira inclui um circuito de vapor de água com um tambor de vapor e uma fornalha de leito fluidizado circulante com um sistema separador de sólidos. O sistema de descarga de vapor

também inclui meios para interromper o gás carreador fluido e agente de redução NOx, e uma linha de suprimento de vapor tendo uma estação redutora de pressão na mesma para suprir vapor do circuito vapor/água até o sistema de redução não-catalítica seletiva. O sistema de descarga de vapor também inclui meios para descarga do vapor suprido de circuito vapor/água através do sistema de redução não-catalítica seletiva na fornalha, assim resfriando o sistema separador de sólidos. A linha de suprimento de vapor e estação redutora de pressão podem ser dimensionadas para aproximadamente 5% de fluxo de vapor BMCR. O sistema de descarga de vapor pode também incluir uma bomba de gotejamento conectada ao tambor de vapor para manter o fluxo de água a o tambor de vapor, assim compensando a perda de vapor suprido do circuito vapor/água e descarregado na fornalha.

[0017] Ainda um outro aspecto da invenção é direcionado a um método de resfriar a quente os componentes da caldeira de um arranjo caldeira durante uma condição de blecaute em uma usina. O arranjo caldeira inclui uma cobertura da caldeira definindo um fluxo de via de gás para transportar gases de exaustão durante operação normal. O método inclui as etapas do fornecimento uma fonte de vapor, e descarga do vapor no fluxo de via de gás durante uma condição de blecaute em uma usina, assim resfriando os componentes quentes da caldeira. Onde o arranjo caldeira inclui um sistema SNCR tendo uma diversidade de bocais de injeção SNCR que descarregam uma mistura de vapor e amônia no fluxo de via de gás durante operação normal, a etapa do método de descarga do vapor no fluxo de via de gás pode incluir descarga de vapor somente através de bocais de injeção SNCR. Onde o arranjo caldeira inclui uma fornalha CFB tendo um separador de partícula do tipo de impacto, a etapa de descarga do vapor no fluxo de via de gás durante uma condição de blecaute em uma usina serve para resfriar um separador de partícula do tipo de impacto. Onde o arranjo caldeira inclui uma fornalha CFB tendo um separador de partícula do tipo de impacto composto de vigas-U, o método pode incluir as etapas

de monitorar a temperatura das vigas-U e continuar a etapa de descarga de vapor até a temperatura das vigas-U ser aproximadamente 454° - 482°C. O coletor da entrada do permutador de calor de um arranjo caldeira pode servir como a fonte de vapor, em cujo caso a etapa de fornecimento uma fonte de vapor inclui transportar o vapor do coletor da entrada do permutador de calor.

[0018] As várias características de novidade que caracterizam a invenção são apontadas com particularidade nas reivindicações anexas e partes formadoras dessa divulgação. Para um melhor entendimento da presente invenção, e para operar vantagens obtidas por seu uso, referência são feitos desenhos em anexo e matéria descritiva, formando uma parte dessa divulgação, em que uma modalidade preferida da invenção é ilustrada.

#### Breve Descrição dos Desenhos

[0019] Nos desenhos em anexo, formando uma parte desse relatório descritivo, e em que os numerais de referência mostrados nos desenhos projetados como ou partes correspondente ao longo do mesmo:

A FIG. 1 é uma ilustração esquemática de um arranjo caldeira CFB conhecido;

AS FIGS. 2 e 2A são ilustração esquemáticas da porção superior da caldeira CFB da FIG. 1;

A FIG. 3 é uma ilustração esquemática de um arranjo caldeira CFB de acordo com a presente invenção; e

A FIG. 4 é uma ilustração esquemática de um arranjo caldeira CFB de acordo com uma variação da presente invenção, adequado para uso em um arranjo caldeira com um sistema SNCR.

#### Descrição das Modalidades Preferidas

[0020] O propósito geral para os procedimentos e equipamento em blecaute em uma usina é permitir que a pressão da caldeira diminua e a caldeira configure-se

para resfriar a condições estáveis tão rapidamente o quanto possível, sem permitir que o nível de água caia abaixo do teto da fornalha, em seguida a um incidente de blecaute em uma usina. O seguinte fornece informação anterior geral e define como a presente invenção seria aplicada para lidar com uma condição de blecaute em uma usina, e particularmente como aplicado a um arranjo caldeira CFB experimentando uma condição de blecaute em uma usina.

[0021] Com referência agora às FIGS. 3 e 4, as vigas-U são separadores do tipo de impacto que coletam e reciclam os sólidos de volta à fornalha 10. Os separadores do tipo impacto servem para proteger a jusante as superfícies de aquecimento, assim como o superaquecedor primário 41, o superaquecedor secundário 42 e superfícies de reaquecimento de erosão. O permutador de calor 46 é um aparelho para reduzir e controlar a temperatura de um fluido superaquecido passando através do mesmo. Isso é conseguido por aspersão de água de alta pureza 44 em um tubo de vapor interconectado, geralmente entre os estágios de superaquecedor 41, 42.

[0022] Após um incidente de um blecaute em uma usina, o inventário de sólidos da operação da fornalha de um arranjo caldeira CFB 1 irá geralmente cair até o piso da fornalha 10 à temperatura de operação do leito imediatamente antes do incidente. Esse inventário irá continuar a transferir calor às paredes menores da fornalha 10 e gerar vapor por algum tempo, mesmo que a menor fornalha refratária e o 'auto-isolamento' pela camada limite do leito de encontro às paredes da fornalha 10 tenda a diminuir a transferência de calor. Ainda com a menor taxa de fluxo, com a Válvula Principal de Interrupção de Vapor falhando em fechar no incidente, a geração de vapor adicional irá tender a aumentar a pressão de vapor e tender a reduzir o nível de água no tambor 20 a medida que a água se torna vapor. Em resumo:

- a pressão de vapor crescente irá tipicamente levar ao aumento de uma ou mais das válvulas de segurança na saída de vapor principal 65 e tambor 20;
- a produção adicional de vapor do leito colapsado e os vácuos do colapso

de vapor inicial na água em circulação irá tender a rapidamente reduzir o nível de água; e

- o nível de água tende a ser reduzido o quão mais rapidamente deveria levantar a válvula de segurança(s) e permitir os vácuos do colapso de vapor de água circular mais prontamente.

[0023] Para a fornalha CFB 10, em um incidente de um blecaute em uma usina as vigas-U 32 representam uma significativa massa de armazenamento térmico que irá continuar a radiar calor nas áreas circunvizinhas do conjunto caldeira por algum período de tempo. Especificamente, os tubos de suporte da parede anterior 37 das vigas-U resfriadas pela água 1 (veja A FIG. 2A) irão continuar a receber calor dos vigas-U 32 à alta temperatura similar a operação normal. Como em operação normal, desde que esses tubos contenham água, eles irão manter temperaturas e valores de tensão aceitáveis. O nível de água deveria diminuir abaixo do teto, alguma porção desses tubos pode apenas ter resfriamento do vapor, e a temperatura do metal do tubo aumentaria. Mesmo que tubos de baixa liga de aço tenham sido usados para as vigas-U e tubos de suporte da parede anterior 37, mostrado como painel de membrana SW na FIG. 2A (com capacidade para manter os níveis de tensão da operação normal a temperaturas acima da temperatura normal de operação), a perda de água nos tubos enquanto as vigas-U 32 estão ainda próximos a sua temperatura de operação normal poderia resultar em uma temperatura do tubo onde a tensão de operação normal no tubo exceda a tensão permitida àquela temperatura.

[0024] Para considerar as condições que levam a uma rápida perda de água a abaixo do teto da fornalha, as seguintes ações ou etapas de métodos são empregadas:

- 1) a ventilação controlada de vapor 115 tanto na fornalha 10 e à atmosfera como necessário para suprimir o aumento de pressão e ajudar a reduzir a chance de aumento das válvulas de segurança.

2) ventilação inicial de aproximadamente 5 - 10% de fluxo de vapor de taxa contínua máxima de caldeira (BMCR) através de uma descarga de vapor/sistema de injeção, geralmente designado 100. Sistema de descarga de vapor 100 inclui uma linha de sangria de vapor 160 que transporta vapor 115 de uma fonte de vapor posicionada na via de caldeira de vapor do circuito vapor/água 60, assim como o tambor de vapor 20 ou preferivelmente do coletor da entrada do permutador de calor 140, através de uma alta estação redutora de pressão 150 e coletores de injeção de vapor 110 a uma diversidade de bocais de injeção 120, que descarregam vapor 115 na fornalha 10. Essa injeção de vapor irá ajudar a resfriar as vigas-U 32. A estação redutora de pressão 150 preferivelmente é equipada com isolamento automatizado válvulas 152, 154. Para arranjos de caldeiras equipadas com um sistema SNCR 200 empregando vapor como um gás carreador para amônia para distribuição a fornalha 10 através de um ou mais níveis de bocais de injeção SNCR ou portas 220, o sistema de descarga de vapor 100 vantajosamente incorpora coletores SNCR existentes de injeção de vapor 210 e bocais de injeção SNCR ou portas 220. O número e o tamanho de portas de injeção usadas irá depender de capacidade de ventilação de vapor desejada.

3) ventilação adicional de um fluxo de vapor BMCR adicional 5 - 10% através de uma válvula esférica operada por energia (pneumática) 70 no terminal da saída de vapor principal 65.

4) operação de apoio da 'bomba de gotejamento' 170 para manter o fluxo de água a o tambor 20 a água de compensação perdida através de ventilação de vapor 115 produzida pelo inventário do leito colapsado e outras energias térmicas armazenada na massa do conjunto caldeira.

[0025] A seqüência projetada de operações em incidente de blecaute em uma usina inclui:

[0026] A) Um sistema de controle distribuído (DCS) irá continuar a correr em

um o suprimento de energia ininterrupto (UPS).

[0027] B) Para válvulas que necessitam ser automaticamente manobradas após um incidente, UPS será disponível para operação solenóide (se não gerada por DCS) e a capacidade receptora de ar adequada estará disponível para permitir a operação.

[0028] C) É atualmente considerado que as válvulas de interrupção da turbina (ou uma Válvula Principal de Interrupção de Vapor) irão se fechar e interromper o fluxo principal de vapor para fora da caldeira. Isso irá tender a provocar um aumento de pressão no tambor 20.

[0029] D) Os reguladores de tiragem dos ventiladores de tiragem forçada e ventoínha ID irão 'falhar no lugar' em um incidente de blecaute em uma usina e permitir um fluxo de via de gás através da unidade.

[0030] E) Um sistema SNCR 200 deveria estar em operação, automaticamente e imediatamente fechar a pressão baixa 'normal' da válvula de suprimento do vapor de suprimento 202 e manobrar as válvulas do sistema 150 para aceitar o ponto de saída do vapor de sangria do coletor da entrada do permutador de calor 140. Automaticamente manobrar as válvulas de descarga (não mostradas) para a esteira de vaporização / mistura SNCR 230 de modo que tanto os níveis de injetores SNCR 220 estão disponíveis para injetar vapor 115 na fornalha 10.

[0031] F) Automaticamente, e imediatamente em um incidente e fechamento da Válvula Principal de Interrupção de Vapor (e coordenado com o fechamento de válvula de suprimento de vapor normal SNCR 202 quando SNCR 200 está em operação), inicia a sangria de um fluxo de vapor de alta pressão 115 do coletor da entrada do permutador de calor 140 através da linha de sangria da linha de vapor 160 até a alta estação redutora de pressão 150 e a portas de mistura e injeção SNCR 220 na fornalha 10. Esse equipamento de sangria de vapor / redução de pressão 160, 150 irá preferivelmente ser dimensionado para aproximadamente 5% de fluxo

de vapor BMCR.

[0032] G) Monitorar o aumento de pressão ao terminal e saída de vapor principal 65, como é conhecido na técnica, e preferivelmente abrir o respiradouro operado por energia 70 se a pressão continuar a subir e se aproximar da pressão de aumento da válvula de saída de segurança do superaquecedor secundário (SSH) por aproximadamente 25 - 30 psig.

[0033] H) O(s) operador(es) começa a controlar e iniciar a bomba de gotejamento 170. Seja diretamente operado, ou operado por motor por energia de gerador de apoio ou alimentação auxiliar de energia para a usina; o plano deveria preferivelmente ser para que a bomba 170 fosse capaz de suprir a água ao tambor 20 em não mais do que 5 a 7 minutos. A bomba de gotejamento 170 deveria preferivelmente ser capaz de suprir o tambor 20 com 10% ou mais de taxa contínua máxima (MCR) de fluxo de alimentação de água à pressão normal de operação. A operação da bomba de gotejamento 170 deveria preferivelmente ser planejada para um mínimo de 45 minutos do momento em que é iniciada e o fluxo de água até a caldeira é iniciado.

[0034] I) Monitorar a pressão de vapor e nível do tambor, como é conhecido na técnica. Como necessário, abrir a válvula respiradoura operada por energia 70 para acomodar mais alívio de pressão.

[0035] J) Monitorar a temperatura da viga-U, ao ponto da pressão de vapor ter começado a cair da pressão de levantamento para quaisquer válvulas de segurança, interromper a ventilação de vapor para a fornalha 10 quando a temperatura medida por sensor de temperatura 139 na área da grade termopar da viga-U ter se resfriado a 454° - 482,2°C.

[0036] K) Continuar a operação de bomba de gotejamento 170 até que não seja mais suportado pelo nível de armazenamento do desaerador ou o nível de tambor 20 seja estável a um nível normal de água (NWL) ou a 7,62 – 10,16 cm abaixo de NWL.

[0037] L) Restabelecer a unidade à configuração de operação normal quando o suprimento de energia à usina é restabelecido.

[0038] Enquanto as modalidades específicas da invenção tenham sido mostradas e descritas em detalhe para ilustrar o pedido de patente dos princípios da invenção, é entendido que a invenção pode ser incorporada de outra forma sem se afastar de tais princípios. Por exemplo, a presente invenção pode ser aplicada a novas caldeiras ou construção geradora de vapor, ou para substituição, reparo ou modificação de caldeiras ou geradores de vapor existentes. Em algumas modalidades da invenção, certas características da invenção podem ser algumas vezes usadas por vantagem sem um correspondente uso das outras características. Do mesmo modo, todas as tais mudanças e modalidades apropriadamente recaem no escopo das seguintes reivindicações.

## REIVINDICAÇÕES

1. Arranjo da caldeira de leito fluidizado circulante com um sistema separador de sólidos e um circuito de vapor/água para circular vapor e água, um sistema de descarga de vapor para uso durante uma condição de pane de energia em uma usina, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema de descarga de vapor compreende:

meios para transportar vapor do circuito de vapor/água; e

meios, conectados aos meios para transportar vapor, para injetar o vapor transportado na fornalha, assim resfriando o sistema separador de sólidos e reduzindo pressão no circuito vapor/água.

2. Sistema de descarga de vapor, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios para injetar um vapor transportado na fornalha compreendem ainda um coletor de injeção de vapor e uma pluralidade de bocais de injeção.

3. Sistema de descarga de vapor, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os meios para injetar um vapor transportado na fornalha compreendem ainda coletores de injeção de vapor e bocais de injeção de um sistema SNCR conectados à fornalha.

4. Sistema de descarga de vapor, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o circuito de vapor/água inclui um tambor de vapor e o sistema de descarga de vapor compreende ainda uma bomba de gotejamento conectada ao tambor de vapor para manter o fluxo da água até o tambor de vapor, assim compensando o vapor perdido do circuito de vapor/água por injeção na fornalha.

5. Sistema de descarga de vapor, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o arranjo da caldeira compreende ainda um coletor na entrada do permutador de calor, e os meios para transportar vapor com-

preendem uma linha de suprimento de vapor conectada entre o coletor da entrada do permutador de calor e os meios para injetar vapor na fornalha.

6. Sistema de descarga de vapor, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda uma estação redutora de pressão conectada à linha de suprimento de vapor.

7. Sistema de descarga de vapor, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a linha de suprimento de vapor e a estação redutora de pressão são dimensionadas para cerca de 5% de fluxo de vapor BMCR.

8. Arranjo da caldeira **CARACTERIZADO** pelo fato de que tem um circuito vapor/água com um tambor de vapor, uma fornalha de leito fluidizado circulante com um sistema separador de sólidos, e um sistema de redução não-catalítica seletiva que emprega vapor como um fluxo de gás de arraste para um agente de redução NO<sub>x</sub>, um sistema de descarga de vapor para uso durante uma condição de pane de energia, o sistema de descarga de vapor compreendendo:

meios para interromper o fluxo de gás de arraste e agente de redução NO<sub>x</sub>;

uma linha de suprimento de vapor tendo uma estação redutora de pressão para suprir vapor a partir do circuito de vapor/água para o sistema de redução não-catalítica seletiva; e

meios para descarga do vapor fornecido a partir do circuito vapor/água através do sistema de redução não-catalítica seletiva dentro da fornalha, assim resfriando o sistema separador de sólidos.

9. Sistema de descarga de vapor, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a linha de suprimento de vapor e a estação redutora de pressão são dimensionadas para cerca de 5% de fluxo de vapor BMCR.

10. Sistema de descarga de vapor, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema de descarga de vapor compreende ainda uma bomba de gotejamento conectada ao tambor de vapor para manter fluxo

de água para o tambor de vapor, assim compensando a perda de vapor fornecida a partir do circuito vapor/água e descarregado dentro da fornalha.

11. Sistema de descarga de vapor, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o arranjo da caldeira compreende ainda um coletor na entrada do permutador de calor, e a linha de suprimento de vapor conecta o coletor da entrada do permutador de calor ao sistema de redução não-catalítica seletiva.

12. Método para resfriar os componentes quentes da caldeira de um arranjo da caldeira durante uma condição pane de energia em uma usina, o arranjo da caldeira tendo um isolamento para a caldeira definindo fluxo de gás para transportar gases de exaustão durante operação normal e um sistema SNCR tendo uma pluralidade de bocais de injeção SNCR que descarregam uma mistura de vapor e amônia no fluxo de gás durante a operação normal, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o método compreende:

fornecer uma fonte de vapor; e

descarregar o vapor no fluxo de gás durante uma condição de pane de energia, assim resfriando os componentes quentes da caldeira e em que a etapa de descarregar o vapor no fluxo de gás compreende descarregar somente vapor no aquecedor através de bocais de injeção SNCR.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o arranjo da caldeira compreende ainda uma fornalha CFB tendo um separador de partícula do tipo de impacto com vigas em U e o método compreende ainda as etapas de monitorar a temperatura das vigas em U e continuar a etapa de descarregar vapor até a temperatura das vigas em U ser de cerca de 454,4 - 482,2°C (850 - 900°F).

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o arranjo da caldeira compreende ainda um coletor na entrada do permutador

de calor e em que a etapa do fornecimento de uma fonte de vapor compreende transportar vapor do coletor da entrada do permutador de calor.

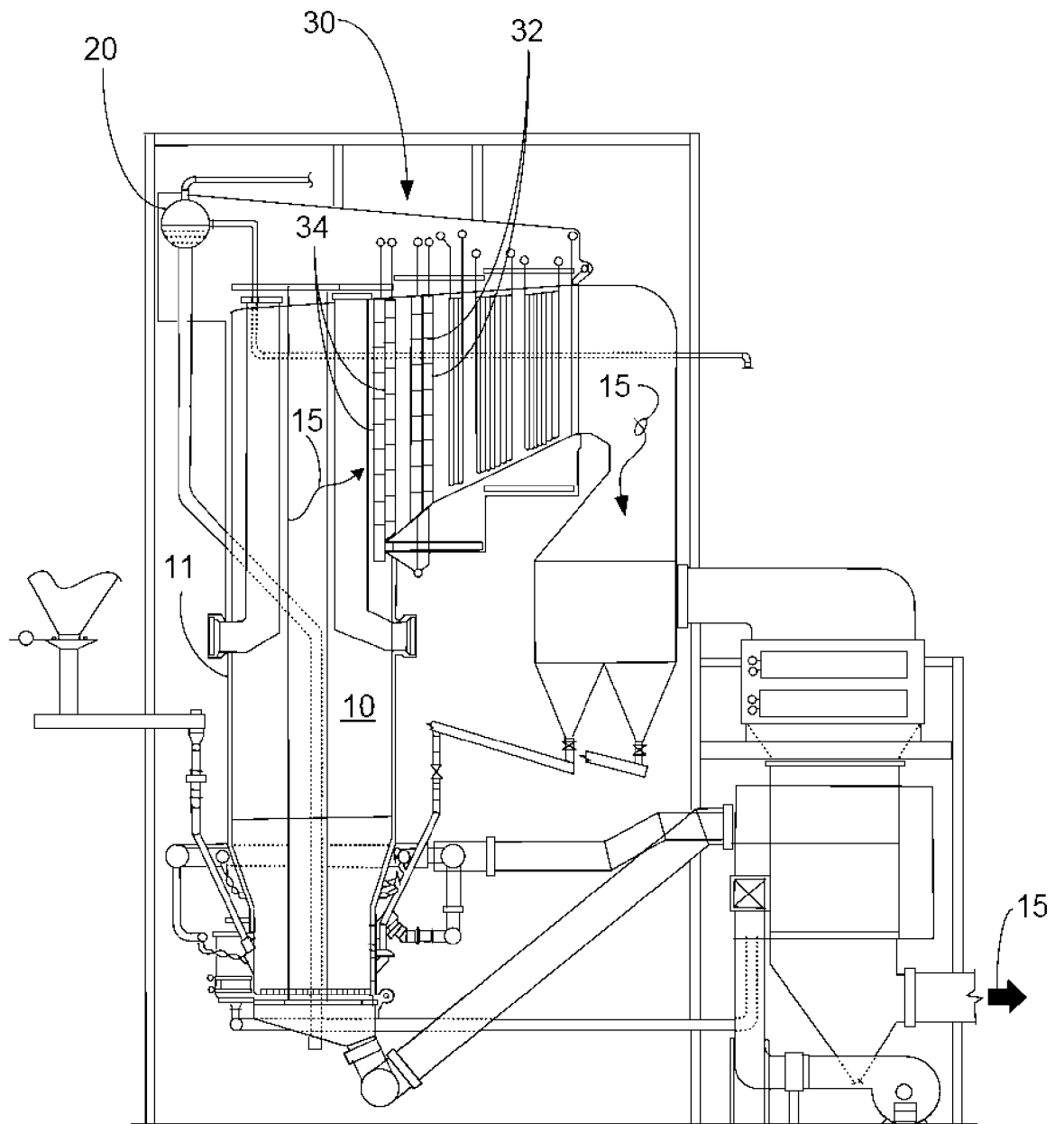
15. Método para resfriar os componentes quentes da caldeira de um arranjo da caldeira durante uma condição pane de energia em uma usina, o arranjo da caldeira tendo um isolamento da caldeira definindo um fluxo de gás para transportar gases de exaustão durante operação normal e um coletor na entrada do permutador de calor, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o método compreende:

fornecer uma fonte de vapor; e

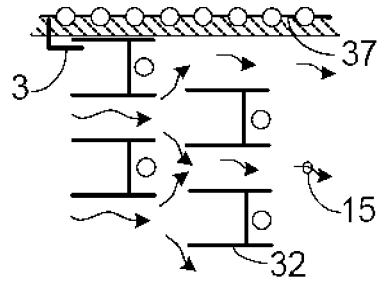
descarregar o vapor no fluxo de gás durante uma condição de pane de energia, assim resfriando os componentes quentes da caldeira e em que a etapa de fornecer uma fonte de vapor compreendendo transportar vapor do coletor de entrada do permutador de calor.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o arranjo da caldeira compreende ainda uma fornalha CFB tendo um separador de partícula do tipo de impacto, e em que a etapa de descarregar o vapor no fluxo de gás durante uma condição de pane de energia, assim resfria um separador de partícula do tipo de impacto.

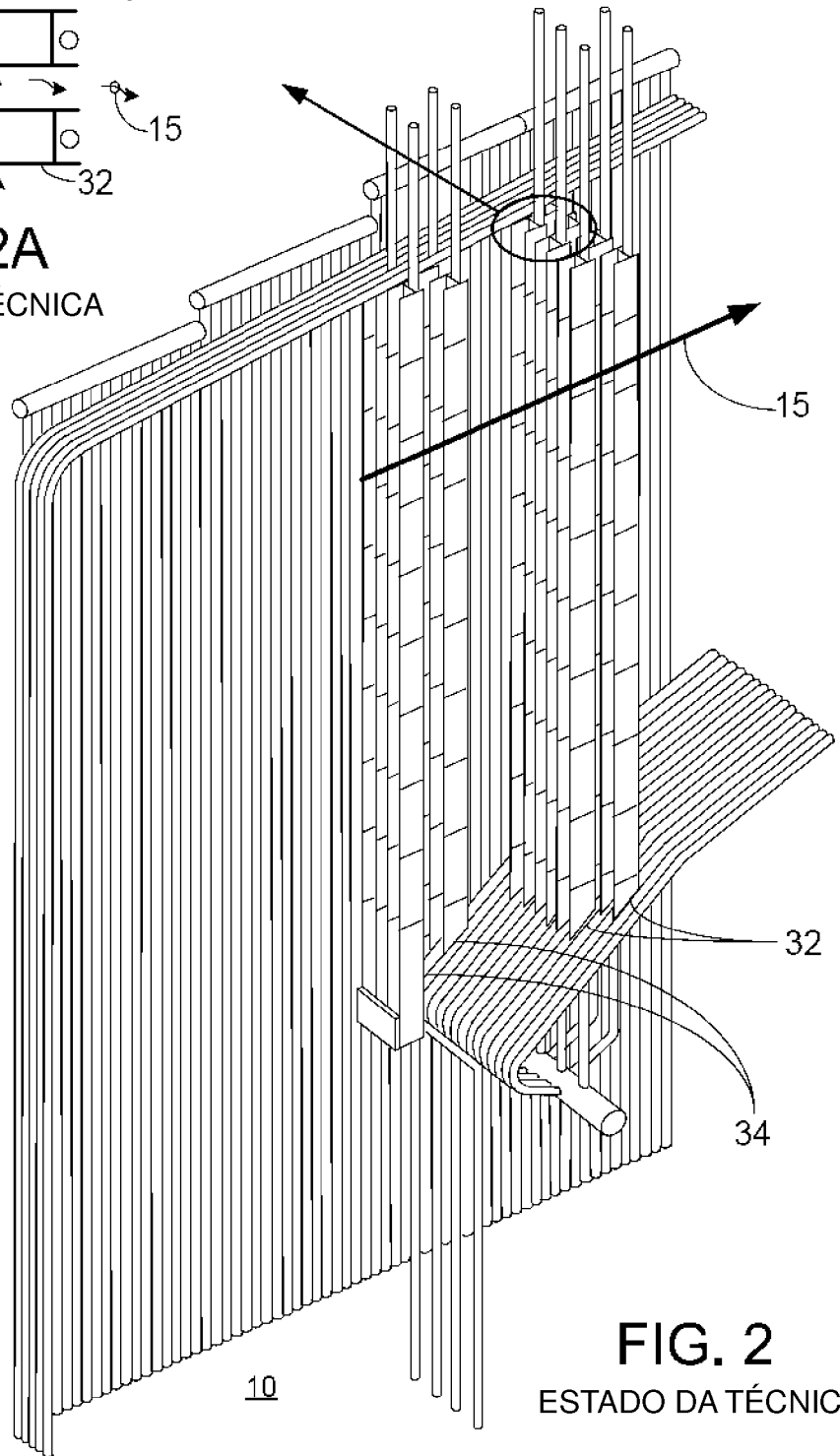
17. Método, de acordo com a reivindicação 16, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que um separador de partícula do tipo de impacto compreende vigas em U e o método compreende ainda as etapas de monitorar a temperatura das vigas em U e continuar a etapa de descarregar vapor até a temperatura das vigas em U ser de cerca de 454,4 - 482,2°C (850 - 900°F).

**FIG. 1**

ESTADO DA TÉCNICA



**FIG. 2A**  
ESTADO DA TÉCNICA



**FIG. 2**  
ESTADO DA TÉCNICA

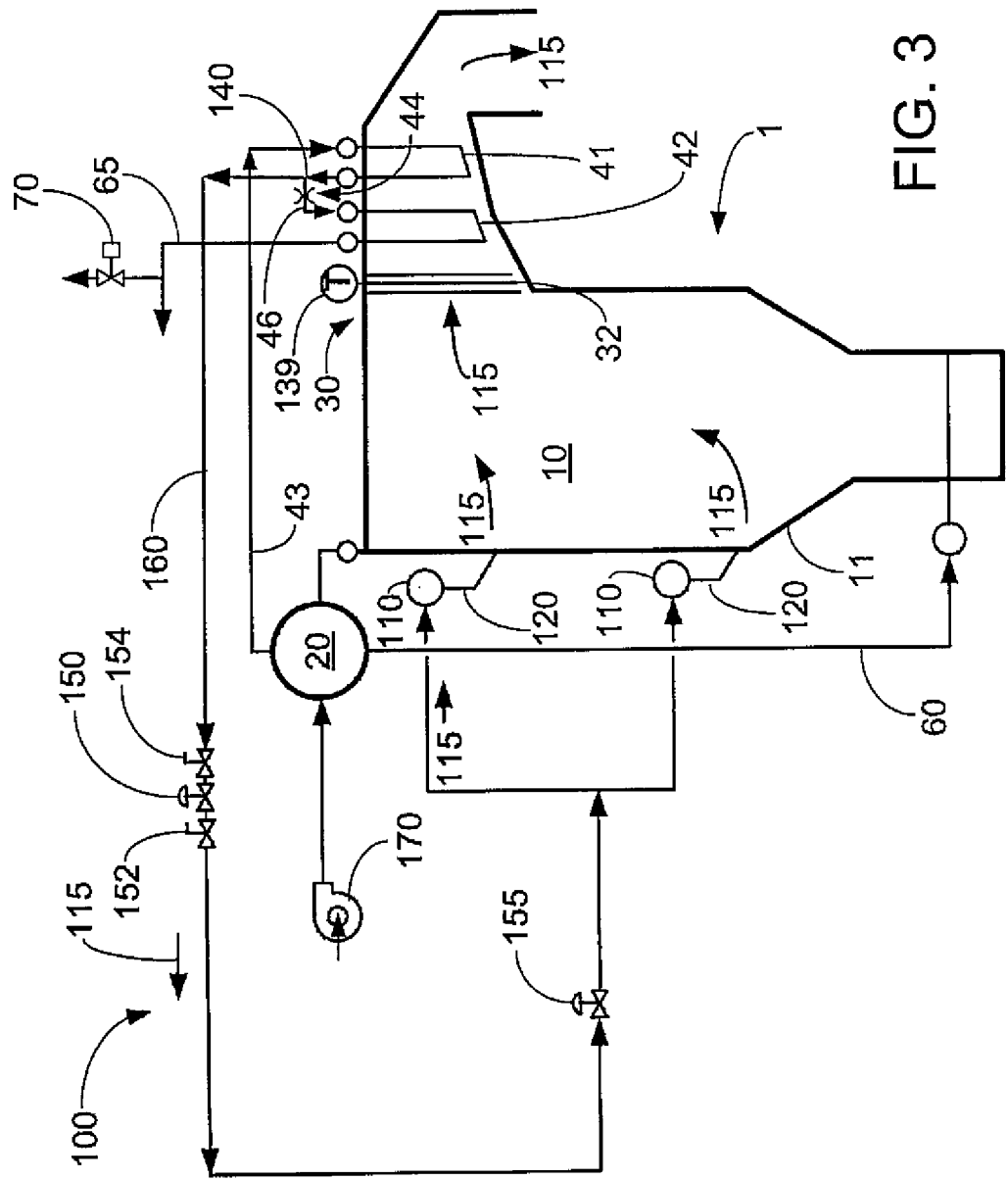


FIG. 3

