

MEMÓRIA DESCRITIVA

DA

PATENTE DE INVENÇÃO

Nº 95.031

NOME: FOSTER WHEELER ENERGY CORPORATION

EPIGRAFE: "SISTEMA DE MATERIAL REFRACTARIO PARA A PAREDE
DE UM SEPARADOR POR CICLONE"

INVENTORES: Richard C. Johnson, norte-americano, engenheiro,
residente em 4 Perine Street, Dansville, Nôva
Iorque, N.Y., E.U.A.

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo
4º da Convenção da União de Paris de 20 de Março de 1883.
18 de Agosto de 1989, nos Estados Unidos da América, sob
o Nº.395.863



Titular: FOSTER WHEELER ENERGY CORPORATION

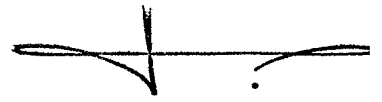
Epigrafe: " SISTEMA DE MATERIAL REFRACTARIO PARA A PAREDE DE UM
SEPARADOR POR CICLONE"

M E M O R I A D E S C R I T I V A

Antecedentes do invento

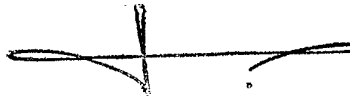
Este invento diz respeito a um sistema de material refractário para a parede de um separador por ciclone e, mais particularmente, a um tal sistema de material refractário que tenha sido provido com uma superfície resistente à erosão causada por material particulado.

Os separadores por ciclone convencionais, a funcionar à temperatura ambiente, são normalmente providos com um casco de aço que pode ser revestido com um material refractário, resistente à erosão, relativamente espesso (10 a 15 cm), quando é esperada uma erosão acentuada. Para altas temperaturas (até cerca de 1000°C - 1800°F) o revestimento pode ser proporcionado com um material refractário "hot face", denso e resistente à erosão, e uma camada de suporte leve, isolante, com uma espessura de 30 cm, ou mais. A camada de suporte isolante tem como objectivo isolar e proteger o casco exterior de gases de processamento quentes e corrosivos, bem como proporcionar um material refractário "hot face", resistente à erosão, que pode ser reparado ou substituído à medida que a erosão progride.



Uma caldeira de leito fluidificado circulante requer separadores por ciclone de grande diâmetro, os quais são expostos a gases quentes (800°C - 1000°C) contendo partículas erosivas. Os separadores por ciclone convencionais, com paredes refractárias espessas, apresentam diversas desvantagens para esta aplicação. As desvantagens mais significativas são: são necessárias espessuras de diversos centímetros de material refractário e de isolamento, com um aumento significativo de peso; a camada resistente à erosão deve ser resistente a alterações rápidas de temperatura, o que requer um material refractário especial, dispendioso, de baixa dilatação, e ciclos de aquecimento conservativo; as paredes maciças de material refractário são de instalação e manutenção difíceis, especialmente nas secções de topo; e, são necessárias reparações internas frequentes para manter o contorno de superfície e a espessura necessários. Qualquer perda excessiva de material refractário "hot-face" requer reparações demoradas e com custos elevados, de modo a evitar um sobreaquecimento do casco de aço.

Os separadores por ciclone possuindo paredes arrefecidas a água-vapor possuem uma perda reduzida de calor através das paredes do envólucro. Contudo, as paredes do separador por ciclone têm que ser protegidas da erosão causada por partículas quentes, animadas de alta velocidade, provenientes do leito fluidificado. Um sistema refractário que proteja da erosão as paredes do separador por ciclone deve possuir uma condutância térmica previsível, de modo a evitar a danificação das paredes tubulares de circulação de água-vapor, caso ocorra uma paragem catastrófica em que os sólidos quentes fluidificados



se depositem no sistema refractário.

A patente norte-americana com o número de série 4.635.713 descreve uma parede tubular de circulação de água, resistente à erosão. Contudo, os critérios de concepção de uma parede tubular de circulação de água diferem substancialmente, do ponto de vista de características de erosão e absorção térmica, dos critérios de concepção de uma parede de um separador por ciclone numa caldeira de leito fluidificado circulante.

Existe portanto a necessidade de um sistema de material refractário "hot-face", de baixo peso e com alta resistência à erosão, bem como com uma condutância térmica controlável e previsível, de modo a assegurar uma protecção, a longo prazo, dos elementos tubulares de suporte e do envólucro de aço durante paragens rápidas.

Sumário do invento

Assim, constitui um objectivo do presente invento proporcionar um sistema de material refractário resistente à erosão, destinado à parede de um separador por ciclone, em que o sistema tubular da parede de circulação de água do separador por ciclone está protegido de sobreaquecimentos.

E ainda um objectivo do presente invento proporcionar um sistema de material refractário resistente à erosão, destinado à parede de um separador por ciclone do tipo acima referido, em que os blocos de desgaste do material refractário estão ligados ao sistema tubular da parede de circulação de água do separador por ciclone.

E ainda um objectivo do presente invento proporcionar

um sistema de material refractário resistente à erosão, destinado à parede de um separador por ciclone do tipo acima referido, em que os blocos de desgaste do material refractário possam ser facilmente substituídos em caso de falha mecânica ou térmica.

No sentido de satisfazer estes e outros objectivos, o sistema de material refractário, resistente à erosão, do presente invento, inclui uma multiplicidade de blocos de desgaste de material refractário resistente à erosão. Os blocos de desgaste estendem-se numa relação espaçada em relação aos tubos do sistema de parede de circulação de água de um separador por ciclone. Os blocos de desgaste estão ligados a uma placa contínua que se estende entre cada par de tubos adjacentes, e material refractário e resistente à erosão, isolante, estende-se entre o sistema de parede de circulação de água e os blocos de desgaste de material refractário.

Breve descrição das Figuras

A breve descrição acima apresentada, bem como outros objectivos, características e vantagens do presente invento, serão objecto de uma melhor apreciação, na sua globalidade, através da referência à descrição detalhada que se segue, respeitante às presentes formas preferenciais, mas não menos ilustrativas, de realização do presente invento, sendo essa descrição tomada em conjunto com os esquemas anexos, em que:

A Figura 1 é uma vista esquemática, em perspectiva, de um separador por ciclone, que inclui o sistema de material refractário resistente à erosão do presente invento.

A Figura 2 é uma vista transversal, ampliada, do



sistema de material refractário resistente à erosão do presente invento, tomada ao longo da porção de parede do cilindro mais exterior da Figura 1, designado pela linha 2-2; e

A Figura 3 é uma vista semelhante à Figura 2, mas ilustrando uma forma alternativa de realização do sistema de material refractário do presente invento.

Descrição da forma preferencial de realização

Em relação à Figura 1 dos esquemas, a referência com o número 10 refere-se, de forma genérica, a um separador por ciclone, o qual pode ser de qualquer tipo adequado para uso em caldeiras de leito fluidificado circulante, tal como os separadores por ciclone descritos no pedido co-pendente de patente norte-americana com o número de série 161.632, de 29 de Fevereiro de 1988, no pedido co-pendente de patente norte-americana com o número de série 179.818, de 11 de Abril de 1988, e na patente norte-americana com o número de série 4.476.337. Um sistema de material refractário, indicado de forma genérica pela referência com o número 12, é mostrado na Figura 1, aplicado à parede interior do separador por ciclone descrito no pedido co-pendente de patente norte-americana com o número de série 179.818, para efeitos de exemplo.

O separador por ciclone 10 inclui uma cabeça em anel inferior, 16, e uma cabeça em anel superior, 18. A cabeça 16 estende-se imediatamente acima de, e está ligada a, uma tremonha, 20, disposta na parte inferior do separador 14.

Um grupo de tubos, 22, estendendo-se na vertical, espaçados e paralelos, estão ligados nas suas extremidades



inferiores à cabeça 16, e estendem-se verticalmente na maior parte dos seus comprimentos, de modo a formar um cilindro circular direito, 24.

Os tubos 22 estão dobrados, numa porção do seu comprimento, para fora do plano do cilindro 24, tal como mostrado pela referência com o número 22a, de modo a formar uma passagem de entrada, 26, para o interior do cilindro.

Na parte superior do cilindro 24, os tubos 22 estão dobrados radialmente, para o interior, tal como mostrado pela referência com o número 22b, e estão então dobrados para cima, tal como mostrado pela referência com o número 22c, de modo a definir uma abertura circular cujo diâmetro é inferior ao diâmetro do cilindro 24. Os tubos 22 são então dobrados radialmente, para fora, tal como mostrado pela referência 22d, estando as respectivas extremidades ligadas à cabeça superior 18. As porções de tubo 22b formam assim uma cobertura para o separador por ciclone.

Uma multiplicidade de tubos verticais, 28, estende-se, na vertical, a partir da cabeça superior 18, estando entendido que a cabeça inferior 16 pode estar ligada a uma fonte de fluido para arrefecimento, tal como água, ou vapor, que passa da cabeça 16, através dos tubos 22, e para a cabeça superior 18, antes de ser descarregado, através dos tubos 28, para equipamento externo. A direcção de fluxo do fluido para arrefecimento pode igualmente ser invertida.

Um tubo interior, ou cano, 29, está disposto no interior do cilindro 24, sendo formado de um material sólido, metálico, tal como aço inoxidável, e tem uma porção terminal

superior que se estende ligeiramente acima do plano formado pela cabeça 18 e pelas porções superiores de tubo 22d. O tubo 29 estende-se imediatamente adjacente às porções de tubo 22c, e o seu comprimento coincide aproximadamente com a passagem de entrada formada pelas porções dobradas de tubo 22a. Assim, forma-se uma passagem anelar entre a superfície exterior do tubo 29 e a superfície interior do cilindro 24, e as porções de tubo 22b formam uma cobertura para a câmara.

Deve ser entendido que uma coberta superior, ou semelhante (não mostrada), de preferência com secção transversal rectangular, pode ser proporcionada acima do plano formado pela cabeça superior 18 e pelas porções de tubo 22d, podendo ser ligado ao tubo 29 através de uma multiplicidade de placas cónicas, ou semelhantes (não mostradas). A coberta pode ser suportada pelo topo a partir da cobertura da estrutura em que o separador 14 é colocado, e a porção restante do separador pode ser suportada a partir de ganchos ligados à cabeça 18, ou aos tubos 28.

Em relação à Figura 2, o sistema de material refractário, 12, inclui uma multiplicidade de blocos de desgaste de material refractário resistente à erosão, 30. Tal como mostrado na Figura 1, o sistema de material refractário, 12, estende-se adjacente à parede interior do separador por ciclone, 10, e apoia-se nos tubos 22. Tal como mostrado na Figura 2, uma placa 32 está ligada a, e estende-se a partir de, as paredes adjacentes de cada par de tubos adjacentes 22. As placas 32, de preferência, estão soldadas aos tubos 22. Os tubos 22 e as placas 32 em conjunto constituem uma parede de circulação de



água, 34, a qual forma a parede interior do cilindro 24.

Os blocos de desgaste 30 estão ligados ao sistema de parede de circulação de água 34 através de âncoras, 36, que se estendem a partir das placas 32. As âncoras 36 são, de preferência, soldadas às placas 32. Cada bloco de desgaste 30 inclui um furo, 38, localizado no seu centro, cujo diâmetro é variável, e uma virola inserida, 40, localizada na extremidade inferior do furo. Os blocos de desgaste 30 são, de preferência, ligados às âncoras 36 através da inserção de cada âncora 36 no correspondente furo 38, e ligando através de soldadura a virola inserida 40 à âncora, de modo a criar uma zona de soldadura 44. Os especialistas reconhecerão que os blocos de desgaste 30 podem ser ligados às âncoras através de outros meios adequados, tal como utilizando um parafuso enroscado.

A zona de soldadura 44 e a extremidade superior do furo 38 são cobertas com um tampão, 48, de um material refractário, isolante, resistente à corrosão. O tampão 48 compreende, de preferência, um material refractário disponível comercialmente sob a marca C-E 90 Ram TR Plastic Trowel Mix.

Uma camada isolante, resistente à erosão, de material refractário, 50, está disposta entre os blocos de desgaste 30 e o sistema de parede de circulação de água 34, e em redor de uma multiplicidade de pernos, 52, ligados aos tubos 22. Os pernos 52 são, de preferência, de aço e, tal como mostra a Figura 2, estão dispostos, de preferência, num padrão alternado de 3 pernos num tubo e 2 pernos em cada um dos tubos adjacentes 22. A camada de material refractário 50 contribui para a protecção do sistema de parede de circulação de água 34 contra sobreaquecimentos em caso



de paragem catastrófica, em que material quente do leito fluidificado se deposita no sistema de parede de circulação de água 34, causando um sobreaquecimento da estrutura tubular não isolada.

A camada de material refractário 50 compreende, de preferência, um silicato de alumina ligado a alumínio ou magnésio por ligações fosfato. Materiais adequados incluem produtos disponíveis comercialmente sob a marca CE-Blu Ram HS que é um tijolo refractário plástico, não cozido, com 73% de Al_2O_3 , ou sob a marca Resco AA-22. Tal como acima declarado, o material refractário é, de preferência, comprimido contra o contorno de superfície dos pernos 52, se bem que os especialistas reconhecerão que outros materiais refractários e menos resistentes à erosão, plásticos ou moldáveis, possam ser moldados, comprimidos, projectados, ou moldados por vibração sobre os pernos 52. Os especialistas também reconhecerão que o material refractário da camada 50, bem como do tampão 48, pode incluir fibras de reforço de aço inoxidável, de preferência no intervalo de cerca de 2,0 a 5,0 p%, de modo a melhorar as propriedades de limiar de ruptura e resistência ao esboroamento do material refractário.

Os blocos de desgaste 30 proporcionam isolamento e protecção contra a erosão, adicionais, ao sistema da parede de circulação de água 34, e à camada isolante de material refractário 50. Contudo, em caso de falha de diversos blocos de desgaste resistentes à erosão 30, o sistema da parede de circulação de água 34 ainda estará protegido, de uma absorção excessiva de calor e de erosão acentuada, pela camada de material



refractário, resistente à erosão, 50. De preferência, os blocos 30 têm uma elevada resistência à erosão e uma condutividade térmica específica que contribui para controlar a taxa de absorção de calor a partir dos sólidos do leito fluidificado, os quais podem estar a uma temperatura de cerca de 900°C (1.600°F), para o sistema de parede de circulação de água 34, no caso de uma paragem rápida.

De preferência, os blocos de desgaste 30 do sistema de material refractário 12 estão dispostos num alinhamento vertical, em escada, de forma a se adaptarem ao contorno circunferencial do cilindro 24, tal como mostra a Figura 1. Os blocos de desgaste 30 estão, preferencialmente, dispostos de modo a proporcionar um espaçamento perimétrico entre si e, mais preferencialmente, de modo a proporcionar juntas abertas, perimétricas, com 0,64 cm. O espaçamento perimétrico dos blocos de desgaste 30 tende a evitar a acção destruidora de forças mecânicas de esboroamento, que são geradas durante os ciclos térmicos, especialmente durante o início e o fim de funcionamento, alturas em que se acumulam finas poeiras do leito, ou material particulado, entre os blocos de desgaste adjacentes, unidos por junções de topo ou massa. O espaçamento perimétrico dos blocos de desgaste 30 também permite reparações periódicas, de manutenção, dos blocos de desgaste individuais, sem que seja necessária a remoção de diversos, senão de todos, os blocos adjacentes. Através do escalonamento dos blocos de desgaste 30, e ao proporcionar juntas abertas entre estes, são minimizados o ataque erosivo tangencial, e caminhos contínuos de erosão entre as juntas dos blocos de desgaste, em redor da circunferência do cilindro 24. Os especialistas



reconhecerão que o tamanho e forma dos blocos de desgaste 30 podem ser variáveis, de forma a proporcionar adaptação a qualquer configuração específica. De preferência, cada bloco de desgaste 30 possui as arestas verticais em bisel, 54, de modo a minimizar a destruição das características de fluxo em ciclone do separador.

Como cada bloco de desgaste 30 está ligado a uma âncora 36, os blocos de desgaste 30 podem ser facilmente removidos e substituídos, em caso de falha mecânica ou esboroamento térmico, através da remoção do tampão 48, e da separação do bloco de desgaste 30 da sua âncora 36.

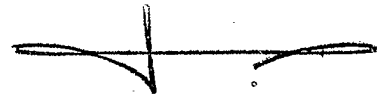
Os blocos de desgaste podem compreender qualquer material refractário adequado, tal como os que contêm silicatos de alumina, alumina, sílica, zircónia, ou carboneto de silício. De preferência, os blocos de desgaste 30 compreendem materiais refractários ligados a alumínio ou magnésio por ligações fosfato, uma vez que se podem obter propriedades vantajosas de resistência à erosão, sem necessidade de efectuar um pré-cozimento dos blocos a uma temperatura acima de 500°C (1.000°F), e os blocos terão o máximo do seu limiar de ruptura na gama de temperaturas de 400 a 1100°C (700 a 2.000°F). Um material adequado inclui um produto disponível comercialmente sob a marca C-E 90 Ram HS Plastic, o qual é um tijolo refractário plástico, pré-aquecido, com ligações fosfato, contendo 93% de alumina (Al_2O_3), ou sob a marca C-E Blue Ram HS (73% de Al_2O_3). Os especialistas reconhecerão que os blocos de desgaste 30 podem também compreender um material pré-cozido, com ligações cerâmicas, e que o material refractário dos blocos de desgaste pode também incluir fibras de reforço de aço

inoxidável, de modo a melhorar as propriedades de limiar de ruptura e resistência ao esboroamento do material refractário.

O sistema 10 de material refractário resistente à erosão do presente invento, tem uma resistência elevada a alterações rápidas de temperatura que possam ocorrer num ambiente de leito quente circulante. O material refractário 50, disposto em torno dos tubos 22 e dos pernos 52, é grosseiramente subdividido pelo grande número de pernos 52, deixando um número infinito de pequenos segmentos de massa refractária entre os pernos 52. Estes pequenos segmentos são muito resistentes à falha por contracção ou fractura. Para além disso, os blocos de desgaste 30 são muito resistentes a fractura devida à ausência de junções de topo, situação em que a acumulação de material particulado e poeiras em expansão podem originar tensões de compressão.

Apesar de não estar mostrado nem na Figura 1, nem na Figura 2, pode ser proporcionado um revestimento, ou painel, de um material leve, tal como alumínio, numa relação ligeiramente espaçada em relação ao plano do sistema de parede de circulação de água 34. Adicionalmente, pode ser disposto um material isolante térmico, entre a superfície exterior do sistema de parede de circulação de água 34 e a parede interior do revestimento ou painel.

Em funcionamento, e assumindo que o separador 10 que inclui o sistema de material refractário 12 do presente invento faz parte de um sistema de caldeira que inclui um reactor de leito fluidificado, ou semelhante, disposto adjacientemente ao separador, a passagem de entrada 26, formada pelas porções



dobradas de tubo 22a, recebe gases quentes do reactor, em que os ditos gases contêm material combustivel sólido arrastado, fino e particulado, proveniente do leito fluidificado. Os gases contendo o material particulado entram e passam rapidamente em turbilhão na câmara anelar definida entre o cilindro 24 e o tubo interior 29, e as partículas sólidas arrastadas são impelidas por forças centrífugas contra a parede interior do cilindro 24, onde se recolhem e caem, por acção da gravidade, para a tremonha 20. Os gases relativamente limpos que permanecem na câmara anelar são impedidos de fluir, em sentido ascendente, pela cobertura formada pelas porções de tubo 22b e correspondentes placas 32, e assim entram no cano 29 pela extremidade inferior deste. Assim, os gases passam através do comprimento do cano 29, antes de saírem pela extremidade superior do cano, para a acima mencionada cobertura, ou semelhante, para dirigir os gases quentes para equipamento externo, para seu uso futuro.

Para o interior da cabeça inferior 16 é passado água ou vapor, de uma fonte externa, passando esta água ou vapor em sentido ascendente através dos tubos 22, antes de sair, através da cabeça superior 18 e dos tubos 28, para um circuito externo que pode fazer parte do sistema de caldeira que inclui o separador 10. Assim, a água mantém a parede do cilindro 24 a uma temperatura relativamente baixa.

Caso ocorra uma paragem catastrófica, em que se deposita material quente do leito fluidificado nas paredes do separador 10, a camada de material refractário resistente à erosão, 50, e os blocos de desgaste, 30, protegem o sistema de parede de circulação de água, 34, contra sobreaquecimentos.



Diversas vantagens resultam da disposição precedente. Por exemplo, o separador do presente invento reduz as perdas de calor e minimiza as necessidades de isolamento refractário interno. Além disso, o volume, peso, e custo do separador do presente invento são inferiores aos de separadores convencionais. Como o sistema de material refractário 10 é relativamente leve, a estrutura do separador por ciclone pode ser pré-fabricada com o sistema refractário montado, o que resulta numa redução considerável de custos de instalação em campo. O separador do presente invento também minimiza a necessidade de dispendiosos revestimentos de condutas com material refractário para altas temperaturas, juntas de expansão entre o reactor e o separador por ciclone, e entre este último e a secção de recuperação de calor. Adicionalmente, a utilização das porções de tubo 22b para formar uma cobertura para a câmara anelar, entre o cilindro 24 e o tubo 29, elimina a necessidade de circuitos adicionais na cobertura.

A forma de realização da Figura 3 é semelhante à forma de realização da Figura 2, e utiliza alguns componentes em comum com esta, aos quais foram dadas referências com o mesmo número. De acordo com a forma de realização da Figura 3, os blocos de desgaste 30 e, por consequência, as virolas inseridas 40, da forma de realização da Figura 2, foram suprimidas, e a camada refractária 50 estende-se de modo a cobrir completamente as âncoras 36. Para além deste facto, a forma de realização da Figura 3 é idêntica à forma de realização da Figura 2.

Deve ser entendido que o presente invento não está limitado ao desenho específico do separador por ciclone mostrado



na Figura 1. Por exemplo, a secção da tremonha 20 do separador 10 pode também incluir tubos para circulação de água idênticos aos tubos 22 da Figura 1.

Outras alterações e substituições estão projectadas na descrição precedente e, em alguns casos, algumas características do invento serão empregues sem o uso correspondente de outras características. Consequentemente, é apropriado que as reivindicações anexas sejam interpretadas de modo genérico, e numa forma consistente com o alcance do invento a esse respeito.

R E I V I N D I C A Ç O E S

1. Um separador por ciclone compreendendo uma multiplicidade de tubos que se estendem, vertical e circunferencialmente, numa relação de paralelismo durante pelo menos uma porção dos seus comprimentos, uma multiplicidade de placas contínuas que se estendem entre tubos adjacentes, formando os ditos tubos e placas uma parede de circulação de água, uma multiplicidade de blocos de desgaste estendendo-se com espaçamento regular em relação à dita parede de circulação de água, em que os ditos blocos de desgaste compreendem um furo localizado no seu centro e um membro soldável localizado num dos extremos do dito furo, uma multiplicidade de âncoras estendendo-se perpendicularmente em relação às ditas placas, em que os ditos membros soldáveis se encontram soldados às ditas âncoras, e meios refractários estendendo-se entre a dita parede de circulação de água e os ditos blocos de desgaste.

2. Um separador por ciclone conforme reivindicado na reivindicação 1, caracterizado pelo facto de os blocos de desgaste se estenderem em colunas espaçadas, e estando os blocos de desgaste em cada coluna escalonados em relação aos blocos de desgaste em colunas adjacentes.

3. Um separador por ciclone conforme reivindicado na reivindicação 2, caracterizado pelo facto de os ditos blocos de desgaste se estenderem em colunas perimetricamente espaçadas.

4. Um separador por ciclone conforme reivindicado na reivindicação 3, caracterizado pelo facto de os ditos blocos de desgaste possuírem arestas em bisel.

5. Um separador por ciclone conforme reivindicado na reivindicação 4, caracterizado pelo facto de os ditos blocos de desgaste compreenderem adicionalmente meios refractários que se estendem na outra extremidade do dito furo.

6. Um separador por ciclone conforme reivindicado na reivindicação 1, caracterizado pelo facto de compreender adicionalmente uma multiplicidade de pernos ligados aos ditos tubos e estendendo-se no interior do dito meio refractário.

7. Um separador por ciclone conforme reivindicado na reivindicação 6, caracterizado pelo facto de os ditos pernos estarem dispostos num modelo repetitivo de três pernos em um tubo e dois pernos em cada um dos tubos que lhe são adjacentes.

Lisboa, 17 de Agosto de 1990
PELO AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

O ADJUNTO



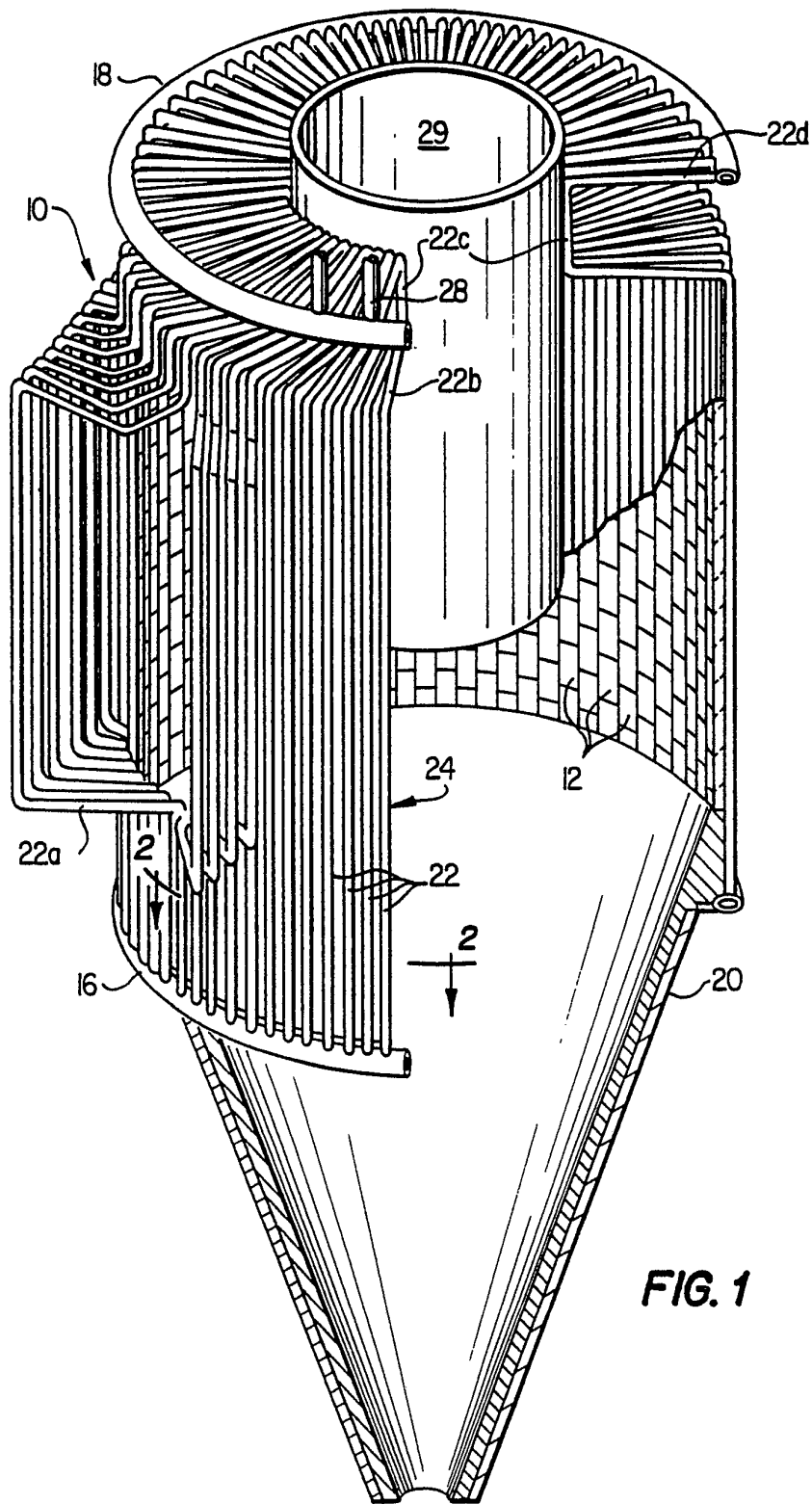


FIG. 1

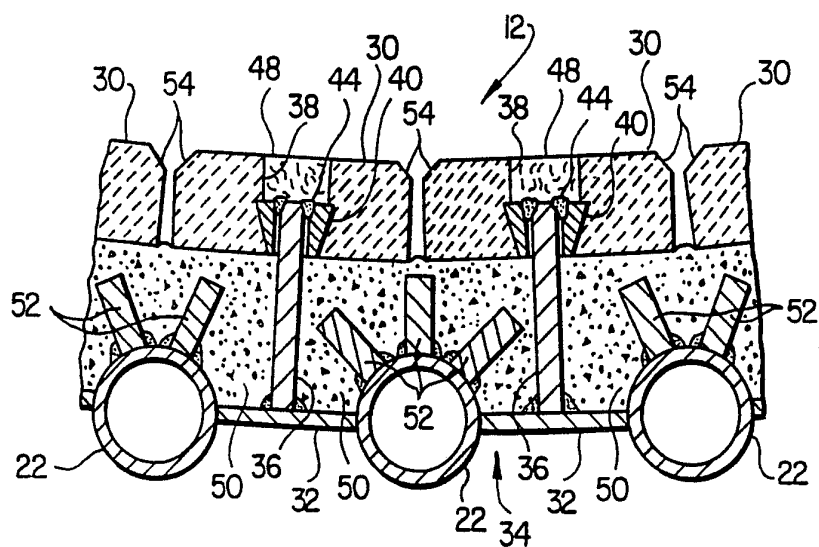


FIG. 2

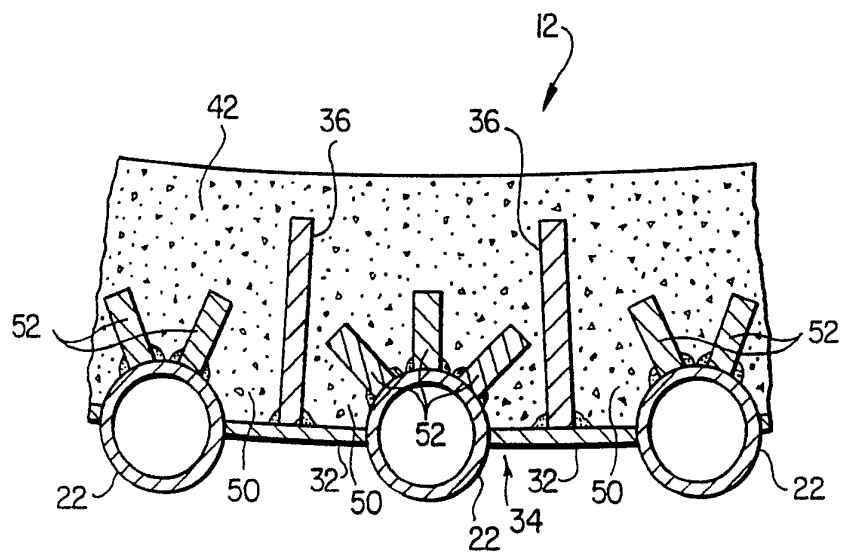


FIG. 3

16183 V 0199

1990/08/17

RESUMO

PAT.

95031 H

"SISTEMA DE MATERIAL REFRACTARIO PARA A PAREDE DE UM SEPARADOR
POR CICLONE"

Este invento refere-se a um sistema de material refractário para a parede de um separador por ciclone, em que uma multiplicidade de blocos de desgaste, de um material refractário e resistente à erosão, se estende com espaçamento regular em relação aos tubos das paredes de água-vapor de um separador por ciclone. Os blocos de desgaste estão ligados a uma placa contínua que se estende entre cada par de tubos adjacentes e isolantes, e material refractário e resistente à erosão estende-se entre as placas e os blocos de desgaste.

