(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 568 727**

(51) Int. CI.:

B65G 53/18 (2006.01)
B65G 53/16 (2006.01)
B65G 53/50 (2006.01)
F28C 3/14 (2006.01)
F23C 10/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2011 E 11781929 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 2632831**

(54) Título: **Válvula para controlar un flujo de sólidos a través de un intercambiador de calor**

(30) Prioridad:

27.10.2011 US 201113283355
28.10.2010 US 407694 P
28.10.2010 US 407741 P
28.10.2010 US 407706 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2016

(73) Titular/es:

ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH

(72) Inventor/es:

JUKKOLA, GLEN D. y
TEIGEN, BARD C.

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Válvula para controlar un flujo de sólidos a través de un intercambiador de calor

CAMPO TÉCNICO

Esta exposición se refiere a una disposición de rejilla activa de válvulas de control de flujo de sólidos para controlar el flujo de ceniza o de sólidos a través de un intercambiador de calor de lecho móvil o dispositivo similar. Esta exposición se refiere a la válvula de control de flujo de sólidos para utilizar en un intercambiador de calor de lecho móvil, así como en otras aplicaciones. Esta exposición también se refiere a métodos para utilizar la válvula de control de flujo de sólidos.

ANTECEDENTES

Los intercambiadores de calor de lecho móvil utilizan válvulas para controlar el flujo de sólidos a través de ellos. Distintos tipos de válvulas mecánicas tales como válvulas de bola, válvulas de puerta, válvulas de compuerta y válvulas giratorias pueden ser utilizadas para controlar el flujo de los sólidos. Sin embargo, estas válvulas tienen partes móviles que hacen contacto entre ellas y la ceniza y las partículas que pasan a través del intercambiador de calor de lecho móvil, y estas partes a menudo sufren desgaste a lo largo del tiempo lo que reduce su capacidad para controlar el flujo de sólidos. Además, cerrar estas válvulas con los sólidos en su interior plantea problemas que pertenecen al hecho de ejercitar un control activo cuando se desee.

Además, necesitan hacerse consideraciones especiales de diseño debidas al hecho de que los componentes de la válvula necesitan funcionar y sobrevivir a temperaturas extremadamente elevadas. Los sólidos (por ejemplo ceniza) que dejan el intercambiador de calor de lecho móvil están frecuentemente a temperaturas mayores de 1500º F (815º C).

Es por ello deseable desarrollar un sistema de control de flujo para el intercambiador de calor de lecho móvil que pueda controlar el flujo de sólidos a temperaturas de 1500º F (815° C) o mayores sin ningún desgaste.

El documento US 2009/0151902 A1 describe una válvula con una columna vertical, un recipiente en forma de zapato y un tubo de transporte aguas abajo del recipiente en forma de zapato. El documento US 5.682.828 describe una válvula de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 con una columna vertical, un recipiente en forma de zapato y un tubo de transporte aguas abajo del recipiente en forma de zapato. El recipiente en forma de zapato tiene un tacón, una base y una punta; hay previstos puertos u orificios para la admisión de aire comprimido en la columna vertical y en la base.

RESUMEN

Se ha descrito aquí una válvula de control de flujo de sólidos de acuerdo a las características de la reivindicación 1.

Se ha descrito aquí también una válvula de control de flujo de sólidos de acuerdo a las características de la reivindicación 7.

Se ha descrito aquí también un distribuidor de sólidos de rejilla activa de acuerdo a las características de la reivindicación 12.

Se ha descrito aquí también un método que comprende descargar sólidos desde un intercambiador de calor a través de una pluralidad de válvulas de control de flujo de sólidos de acuerdo a las características de la reivindicación 15.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La fig. 1 representa el sistema de válvula de control de flujo de sólidos para un intercambiador de calor de lecho móvil que comprende una pluralidad de válvulas de control de flujo de sólidos;

La fig. 2 es una representación agrandada de la válvula de control de flujo de sólidos que muestra la dirección de flujo de sólidos calientes y/o ceniza;

La fig. 3 es una representación agrandada del recipiente en forma de zapato. La fig. 3 representa una vista lateral y una vista posterior del recipiente en forma de zapato;

La fig. 4 representa el distribuidor de sólidos de rejillas activas para controlar una pluralidad de válvulas de control de flujo de sólidos;

La fig. 5 es una representación gráfica de la válvula de control de flujo de sólidos que utiliza el método de impulso digital;

La fig. 6 es una representación gráfica de la caída de presión media del conducto de transporte de la válvula de control de sólidos en función del caudal de cenizas para distintos tamaños de válvula de control de sólidos e inclinación del conducto de transporte; y

La fig. 7 es otra comparación gráfica de resultados experimentales de laboratorio con resultados procedentes de una

aplicación de la válvula de control de sólidos a una caldera de lecho fluidificado circulante que funciona comercialmente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se ha descrito aquí un sistema de válvula de control de flujo de sólidos que controla el flujo de sólidos a alta temperatura (también conocidos como ceniza a alta temperatura) cuando salen de un intercambiador de calor de lecho móvil y son transportados a una cámara de combustión. El sistema de válvula de control de flujo de sólidos controla el flujo de sólidos a alta temperatura cuando salen del intercambiador de calor de lecho móvil, lo que a su vez conduce a controlar el flujo de sólidos dentro del intercambiador de calor de lecho móvil. En una realización ejemplar, los sólidos son sólidos calientes y/o ceniza procedentes del intercambiador de calor de lecho móvil. La válvula de control de flujo de sólidos no tiene partes móviles ventajosamente, lo que minimiza el mantenimiento y mejora la fiabilidad. Puede utilizar una presión de aire de menos de 4 libras por pulgada cuadrada (0,2812 Kg/cm^2) para facilitar el transporte de sólidos de nuevo a una cámara de combustión. La válvula de control de flujo de sólidos puede manipular piezas de escombros que son del mismo tamaño que la entrada de la válvula. La ausencia de partes móviles en el sistema de válvula de control de flujo de sólidos hace que el sistema de válvula sea fácil de construir y de mantener.

Se ha descrito también aquí un distribuidor de rejilla activa que comprende una pluralidad de válvulas de control de sólidos para controlar la distribución de sólidos a alta temperatura cuando salen del intercambiador de calor de lecho móvil y son transportados a la cámara de combustión. La rejilla controla el flujo y la distribución de sólidos a alta temperatura en el intercambiador de calor de lecho móvil. Como las válvulas de control de flujo de sólidos individuales, el distribuidor de rejilla activa no tiene partes móviles, utiliza la gravedad y aire a baja presión para facilitar el transporte de sólidos desde el intercambiador de calor de lecho móvil a través de la válvula de control de flujo de sólidos. Puede manejar piezas de escombros que son del mismo tamaño que la entrada de la rejilla. La ausencia de partes móviles hace que el distribuidor de rejilla activa sea fácil de construir y de mantener.

La fig. 1 representa el sistema 100 de válvulas de control de flujo de sólidos para un intercambiador de calor 200 de lecho móvil que comprende una pluralidad de válvulas 102, 104. Como será detallado a continuación en la fig. 2, cada válvula 102, 104 comprende una columna vertical 112, un recipiente en forma de zapato 126, y un alojamiento 116. Como se ha representado por las flechas en las figs. 1 y 2, los sólidos y/o ceniza calientes procedentes del intercambiador de calor 200 de lecho móvil se desplazan desde el intercambiador de calor de lecho móvil a través de la válvula 102 a un conducto de transporte 120 a una cámara de combustión 976. Con referencia a la fig. 2, los sólidos y/o ceniza calientes se desplazan desde el intercambiador de calor 200 de lecho móvil a través de la columna vertical 112, del recipiente en forma de zapato 126 y del alojamiento 116 antes de entrar en el conducto del transporte 120 desde el que son transportados a la cámara de combustión 976. En una realización, la cámara de combustión 976 puede ser reemplazada por un reactor (no mostrado) o una tolva (no mostrada) y facilitar el desechado de los sólidos y/o cenizas calientes.

El sistema 100 de válvulas de control de flujo de sólidos está dispuesto aguas abajo del intercambiador de calor 200 de lecho móvil y en comunicación operativa con él. El sistema 100 de válvulas de control de flujo de sólidos está generalmente situado aguas arriba de la cámara de combustión 976 (o alternativamente el reactor o la tolva). En una realización, el sistema 100 de válvulas de control de flujos de sólidos está dispuesto directamente por debajo del intercambiador de calor 200 de lecho móvil y contacta con una abertura en el suelo del intercambiador de calor de lecho móvil. Como se ha mostrado en la fig. 1, el intercambiador de calor 200 de lecho móvil comprende un recinto 202 que contiene un número de tubos (no mostrados) que están dispuestos en uno o más haces de tubos 212 del intercambiador de calor. El recinto 202 está formado por paredes verticales 204 del intercambiador de calor del lecho móvil, un techo 206 que contacta con las paredes verticales y un suelo o piso 208 que también hace contacto con las paredes verticales 204. El intercambiador de calor de lecho móvil recibe sólidos y/o cenizas calientes procedentes de un cierre hermético de bucle ciclónico de una caldera, la cámara de combustión, el redactor, la tolva, o una fuente similar de sólidos granulares calientes.

Con referencia a la fig. 2, los haces de tubos 212 en el intercambiador de calor 200 de lecho móvil están dispuestos para eliminar calor de los sólidos y/o cenizas calientes y para transferirlo a un medio de refrigeración. El medio de refrigeración es generalmente agua, vapor, aceite térmico, o un refrigerante de transferencia de calor. El medio de calentamiento o enfriamiento fluye a través de los tubos. El flujo del medio de refrigeración y del producto (por ejemplo sólidos y/o cenizas calientes) ocurre en sentido transversal, paralelo, o a contracorriente entre ellos. Los refrigeradores trabajan de acuerdo con el principio de lecho móvil, es decir, los sólidos y/o cenizas calientes forman una columna de productos que fluye continuamente hacia abajo entre los tubos de refrigeración. El calor es transferido desde la ceniza o sólidos a través de las paredes del tubo al fluido de refrigeración.

Las válvulas 102, 104 de control de flujo de sólidos, y similares están en contacto con el suelo 208 del intercambiador de calor 200 de lecho móvil. Con respecto una vez más a la fig. 1, los sólidos y/o ceniza calientes procedentes del intercambiador de calor 200 de lecho móvil fluyen hacia abajo entre los tubos (no mostrados) hacia las válvulas de control 102, 104 de flujo de sólidos. La fig. 2 representa una válvula individual 102. La válvula 102 comprende una columna vertical 112 que es utilizada para transportar sólidos y/o ceniza calientes desde el intercambiador de calor 200 de lecho móvil a una cámara de combustión 976 o a un reactor (no mostrado) o a una tolva (no mostrada) a través de un conducto 120 de transporte inclinado. La columna vertical también sirve como un cierre hermético a presión entre el tubo de transporte de presión más elevada y el intercambiador de calor de lecho móvil de presión inferior. El extremo superior

de la columna vertical 112 hace contacto con el suelo 208 del intercambiador de calor 200 de lecho móvil. El suelo 208 contiene una pluralidad de agujeros 210 que están alineados con una abertura de la columna vertical 112. En otras palabras, la columna vertical 112 y el agujero 210 son coaxiales y están concéntricamente alineados.

El extremo superior de la columna vertical 112 puede hacer contacto con el suelo 208 a través de una brida opcional 124. La brida 124 permite que la válvula sea retirada para su mantenimiento y para su reemplazamiento si se desea. El extremo de la columna vertical 112 opuesto al extremo superior hace contacto con un recipiente en forma de zapato 126 de control de flujo (en lo que sigue recipiente en forma de zapato 126) en la que son depositados los sólidos y/o cenizas calientes que son transportados a través de la columna vertical 112. El recipiente en forma de zapato 126 se encuentra aguas abajo de la columna vertical 112. El recipiente en forma de zapato 126 puede ser una parte de una pieza con la columna vertical 112 o puede ser fijada a la columna vertical 112 mediante remaches, mediante soldadura, o similar. En una realización, el recipiente en forma de zapato 126 puede ser fijada de manera reversible al conducto de transporte mediante roscado o mediante pernos y tuercas. El recipiente en forma de zapato 126 descarga su contenido en un alojamiento 116 y en un tubo de transporte 120. El tubo de transporte 120 está situado aguas abajo del recipiente en forma de zapato 126.

Una junta de expansión opcional 125 puede ser instalada en la columna vertical para acomodar las diferencias de expansión térmica entre el intercambiador de calor 208 de lecho móvil y el tubo de transporte 120.

Como puede verse en las figs. 1 y 2, la columna vertical 112 es vertical. Sin embargo, es también posible inclinar la columna vertical en ángulos distintos de la vertical. La columna vertical generalmente transporta sólidos desde el intercambiador de calor de lecho móvil a la cámara de combustión 976 o al reactor o tolva bajo el efecto de la gravedad y es por ello deseable que la columna vertical esté posicionada de tal manera que permita que la gravedad facilite el movimiento de sólidos desde el intercambiador de calor de lecho móvil a la cámara de combustión 976 o alternativamente a un reactor o a una tolva. Así incluso cuando la columna vertical está inclinada en ángulos distintos de la vertical, es deseable que la gravedad sea capaz de producir el flujo de sólidos hacia abajo.

La altura de la columna vertical es determinada por la contrapresión de diseño entre la cámara de combustión o la tolva de descarga y el intercambiador de calor 200 de lecho móvil. Las contrapresiones menores que el valor de diseño permitirán que las cenizas o sólidos sean descargados al tubo de transporte 120.

La fig. 3 es una representación agrandada del recipiente en forma de zapato 126. La fig. 3 representa una vista lateral y una vista posterior. Ni la vista lateral ni la vista posterior en la fig. 3 están dibujadas a escala. El recipiente en forma de zapato 126 contiene una cara posterior 128 (en lo que sigue el tacón 128) que está alineada con la columna vertical 112 de tal modo que la pared interior de la columna vertical está enrasada con la cara del interior del tacón 128. Fijado al tacón 128 hay un primer puerto u orificio 118 que contiene una frita sinterizada, a través de la cual puede ser admitido en el recipiente en forma de zapato 126. La base del recipiente en forma de zapato 126 contiene una frita sinterizada porosa 122 a través de la cual puede ser admitido aire a baja presión al recipiente en forma de zapato 126.

La base del recipiente en forma de zapato 126 actúa como una restricción temporal al flujo hacia abajo de los sólidos y/o ceniza calientes. Cuando los sólidos y/o ceniza calientes fluyen hacia abajo por gravedad, encuentran la base del recipiente en forma de zapato 126 y comienzan a apilarse sobre el recipiente en forma de zapato. La base del recipiente en forma de zapato 126 actúa así como un control sobre el flujo hacia abajo de sólidos y/o ceniza calientes.

En oposición al tacón 128 está la punta 114 del recipiente en forma de zapato. El recipiente en forma de zapato 126 tiene paredes laterales opuestas 132 y 134, cada una de las cuales hace contacto con el tacón 128, la base del recipiente en forma de zapato y la punta 114 del recipiente en forma de zapato. Las paredes laterales 132, 134 se extienden por encima de la parte superior de la punta 114 cuando se mide desde la parte inferior de la base del recipiente en forma de zapato 126. Un alojamiento 116 completa el recipiente en forma de zapato 126.

Las paredes laterales 132, 134 del recipiente en forma de zapato forman paredes laterales para el alojamiento 116 y hacen contacto con el techo 140 del alojamiento. El alojamiento 116 tiene una pared frontal 162 y una pared posterior 160. La pared frontal 162 hace contacto con el techo 140 del alojamiento, mientras que la pared posterior 160 hace contacto con la base 122 del recipiente en forma de zapato 126 como se ha mostrado en la fig. 3. El alojamiento 116 impide así que los sólidos y/o cenizas calientes que son transportados al recipiente en forma de zapato caigan fuera del sistema de válvulas de control de sólidos.

Como puede verse en la fig. 3, los pasos en el recipiente en forma de zapato 126, los pasos entre la punta 114 del recipiente en forma de zapato 126 y el techo 140 o paredes 160 del alojamiento 116, y los pasos dentro del alojamiento 116 son al menos 3 veces mayores, específicamente al menos 5 veces mayores que los mayores residuos que son transportados a través del sistema de control de válvula. En una realización ejemplar, los pasos en el recipiente en forma de zapato 126, los pasos entre la punta 114 del recipiente en forma de zapato 126 y el techo 140 o paredes 160 del alojamiento 116, y los pasos dentro del alojamiento 116 son al menos 5 veces mayores que los mayores residuos que son transportados a través del sistema de control de válvula. Tener los pasos que son al menos 3 veces mayores que los mayores residuos que pueden ser transportados en el sistema, facilita un movimiento suave de los sólidos y/o cenizas calientes e impide el atascamiento del sistema de control de flujo de sólidos.

El primer puerto u orificio 118 en el recipiente en forma de zapato 126 sirve como un puerto de entrada para aire a presión que está destinado a desalojar grandes residuos presentes en los sólidos y/o cenizas de alta temperatura. Los sólidos y/o ceniza calientes que son descargados desde el intercambiador de calor de lecho móvil pueden contener grandes residuos ocasionales que pueden provocar el atascamiento de las válvulas 102, 104. Con el fin de desalojar los residuos y con el fin de mantener un flujo uniforme de sólidos y/o cenizas calientes a través de las válvulas 102, 104, el aire a presión es descargado periódicamente a través de las válvulas a través del primer puerto 118 y también de la base 122 a caudales mayores de los necesarios para el funcionamiento estacionario. El aire a alta presión es descargado a través de la válvula durante periodos de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 segundos a intervalos de aproximadamente 30 segundos a aproximadamente 40 segundos.

Como se ha detallado anteriormente, la base del recipiente en forma de zapato 126 contiene una frita sinterizada porosa 122 a través de la cual puede ser admitido aire a baja presión al recipiente en forma de zapato 126. La frita sinterizada puede ser fabricada a partir de cerámica o de un metal que no reacciona con ninguno de los sonidos, cenizas calientes o los gases calientes que son descargados a través de la válvula 102. Alternativamente, la frita sinterizada porosa puede ser reemplazada con una almohadilla de malla sinterizada que tiene una caída de presión mínima. La frita sinterizada o la almohadilla de malla sinterizada pueden tener un tamaño de poro de aproximadamente 3 micrones a aproximadamente 10 micrones. El tamaño medio de partícula de las partículas de ceniza o de los sólidos calientes es de aproximadamente 50 a aproximadamente 200 micrones y el volumen de estas partículas no puede pasar a través de la frita porosa o de la almohadilla de malla sinterizada. Un drenaje en la cámara de sobrepresión que suministra al aire a la frita permite la evacuación de finos que podrían pasar a través de la frita.

La presencia de una frita porosa o de una almohadilla de malla sinterizada situada en la base del recipiente en forma de zapato facilita el flujo uniforme de sólidos y cenizas calientes a través del recipiente en forma de zapato debido a una corriente de aire a baja presión admitida al recipiente en forma de zapato a través de la frita porosa o de la malla 122. El aire a baja presión fluidifica los sólidos o ceniza calientes y facilita el transporte uniforme de sólidos y/o ceniza calientes desde el recipiente en forma de zapato 126 al tubo de transporte 112. La corriente de aire a baja presión puede ser continua o puede ser intermitente.

En una realización, el aire puede ser admitido al recipiente en forma de zapato a través de una parte de la base (es decir, puede ser dejado entrar al recipiente en forma de zapato a través de la parte delantera o a través de la parte trasera de la frita). En otras palabras, el aire a baja presión puede ser admitido al recipiente en forma de zapato en una variedad de posiciones diferentes y en una variedad de ángulos diferentes. El aire a baja presión es admitido generalmente a través de la frita sinterizada porosa 122 a una presión de aproximadamente 0,08 a aproximadamente 0,23 kilogramos por centímetro cuadrado. La punta 114 está opuesta al tacón 128 y la superficie interior de la punta 114 está inclinada con relación a la base en un ángulo α que es mayor de 90 grados. El ángulo α oscila desde aproximadamente 105 a aproximadamente 135 grados.

El alojamiento 116 cubre el recipiente en forma de zapato 126 y dirige los sólidos calientes y/o cenizas calientes desde el recipiente en forma de zapato al tubo de transporte 120. El alojamiento 116 está en una relación protectora con el recipiente en forma de zapato 128 y rodea al recipiente en forma de zapato 128. El alojamiento 116 hace contacto con el recipiente en forma de zapato y el tubo de transporte y proporciona un trayecto de comunicación de fluido entre el recipiente en forma de zapato y el tubo de transporte. Impide que los sólidos y/o cenizas calientes se dispersen en el entorno alrededor de las válvulas. El tubo de transporte 120 está inclinado en un ángulo efectivo para transportar los sólidos calientes fluidificados y/o las cenizas fluidificadas a la cámara de combustión 976 o a una tolva. El tubo de transporte está inclinado en un ángulo β con respecto a la vertical. El ángulo β puede variar en un ángulo de aproximadamente 60 grados a aproximadamente 120 grados medidos en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj con respecto a la vertical.

Como puede verse en las figs. 2, 3 y 4, las válvulas de control 102 y 104 de flujo de sólidos funcionan para controlar el flujo de sólidos y/o ceniza calientes creando un trayecto tortuoso entre el recipiente en forma de zapato 126 y el alojamiento 116. El trayecto tortuoso hace que los sólidos fluyan en al menos dos direcciones diferentes desde el intercambiador de calor de lecho móvil a la cámara de combustión o al reactor o a la tolva. Como puede verse en la fig. 2, los sólidos y/o cenizas calientes fluyen en una primera dirección y al hacer contacto con la base del recipiente en forma de zapato, los sólidos y/o cenizas calientes cambian de dirección y flujo en una segunda dirección hacia la punta del recipiente en forma de zapato. Al moverse a través de la punta 114 del recipiente en forma de zapato, los sólidos y/o cenizas calientes una vez más cambian de dirección y flujo en una tercera dirección hacia el tubo de transporte 120. El trayecto tortuoso creado en el recipiente en forma de zapato 126 es así utilizado para regular el flujo de sólidos.

El tubo de transporte 120 puede tener un diámetro de desde aproximadamente 25 cm a aproximadamente 500 cm. Ha de observarse que el tubo del transporte tiene un diámetro que es al menos 3 veces, específicamente al menos 4 veces y más específicamente al menos 5 veces mayor que los mayores residuos que pueden ser transportados desde el intercambiador de calor de lecho móvil a la cámara de combustión o a la tolva o al reactor. Como puede verse en la fig. 1, una o más válvulas pueden estar en comunicación operativa con el tubo de transporte 120. Ha de observarse que mientras la fig. 1, representa dos válvulas, el sistema de válvulas de control de flujo de aire puede tener desde aproximadamente 1 a aproximadamente 50 válvulas, específicamente desde aproximadamente 5 a aproximadamente 25 válvulas, y más específicamente desde aproximadamente 4 a aproximadamente 16 válvulas. En una realización ejemplar

el sistema de válvulas de control de flujo de sólidos tiene aproximadamente 16 válvulas. El número de válvulas puede depender del área en sección transversal del intercambiador de calor 200 de lecho móvil.

Cuando el sistema de válvulas de control de flujo de sólidos comprende una pluralidad de válvulas, las válvulas están dispuestas adyacentes entre sí en una pluralidad de filas. Cada fila está en comunicación con un tubo de transporte. Como resultado, puede ser utilizada un único tubo o una pluralidad de tubos de transporte para conectar la pluralidad de filas de válvulas con la cámara de combustión o con una tolva.

En una realización ejemplar, cuando un sistema de válvula de control de flujo de aire tiene 16 válvulas, las válvulas pueden estar dispuestas en 4 filas cada una con 4 válvulas. El sistema tendrá entonces 16 tubos verticales, 16 recipiente en forma de zapatos y 16 tapas o cubiertas, estando asociado cada columna vertical con un recipiente en forma de zapato y una tapa. Las 4 válvulas de cada fila estarán conectadas a un tubo de transporte 120. El sistema tendrá 1 ó 4 tubos de transporte, cada uno de los cuales transportará los sólidos o cenizas a la cámara de combustión o a la tolva.

La columna vertical, el recipiente en forma de zapato, el alojamiento, el tubo de transporte están todos fabricados a partir de materiales que no reaccionan con los sólidos o gases calientes producidos en la cámara de combustión. Las partes de la válvula pueden ser fabricadas a partir de metales, materiales refractarios, o una combinación de los mismos. También pueden ser utilizadas partes metálicas que están revestidas con cerámica.

El sistema de válvulas descrito aquí tiene varias ventajas. No tiene partes móviles, como resultado de lo cual el mantenimiento es muy reducido con respecto a otras válvulas comparables que tienen partes móviles (por ejemplo válvulas de bola, válvulas de puerta, válvulas de compuerta).

Un amplio rango de control de flujo de ceniza o sólidos es obtenido mediante una secuencia digital del aire suministrado a las válvulas 102, 104. El aire a presión es descargado a través de la válvula durante periodos de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 segundos a intervalos de aproximadamente 30 segundos a aproximadamente 40 segundos. Los intervalos precisos dependen del flujo de ceniza deseado a través de las válvulas. Las válvulas pueden ser puestas en secuencia o hechas funcionar individualmente para proporcionar el flujo de ceniza deseado y la distribución de ceniza a través de la columna vertical del intercambiador de calor de lecho móvil.

Cuando la contrapresión cambia, el flujo de ceniza a través del sistema de válvulas de control de flujo de ceniza no cambia. El sistema es así auto-controlador por la secuencia de suministro de aire descrita anteriormente. El límite de contrapresión es controlado por la densidad en volumen de cenizas y la altura "h" de la columna vertical por encima de la entrada del recipiente en forma de zapato. Ajustando la altura "h" de la columna vertical el caudal de los sólidos y/o cenizas calientes puede ser controlado ajustando el flujo de aire a los puertos 118 y 122.

La pluralidad de válvulas de control 102, 104 de flujo de sólidos, y similares, proporcionan un perfil de flujo de cenizas uniforme a través del intercambiador de calor de lecho móvil controlando el flujo de cada válvula de control de flujo. También permite el uso de una pluralidad de válvulas de control de flujo de sólidos, debido a que permite el funcionamiento de las válvulas de control de flujo de sólidos de tal manera que efectúen un control uniforme del flujo de sólidos a través de las válvulas. Esto a su vez permite el flujo de sólidos uniforme a través del intercambiador de calor de lecho móvil y para un perfil de temperatura uniforme a través del intercambiador de calor de lecho móvil.

El distribuidor de sólidos de rejillas activas permite el control del flujo de sólidos y/o ceniza calientes a través del intercambiador de calor de lecho móvil sin partes móviles, puede utilizar aire de control de transporte a baja presión procedente de un ventilador de aire principal (PA) o de aire secundario (SA) (no mostrado), y puede acomodar y dejar pasar una pieza ocasional de escombro sobredimensionada a través de la válvula de control de ceniza. El distribuidor de sólidos de rejillas activas es fiable debido a que no tiene partes móviles, lo que minimiza el mantenimiento y mejora la fiabilidad.

El flujo de cenizas a través de una válvula de control del flujo de sólidos individual es controlado impulsando el flujo de aire a través de la válvula. El control del flujo de aire digital puede ser conseguido mediante el controlador lógico programable. El controlador lógico programable puede utilizar un microprocesador, ordenador o un sistema de control distribuido. Pueden obtenerse medios secundarios de control del flujo de sólidos variando los caudales de aire de control durante cada impulso. La transferencia de calor del haz de tubos del intercambiador de calor de lecho móvil no se ve afectada por este flujo intermitente de ceniza.

El distribuidor de sólidos de rejillas activas se refiere a una pluralidad de válvulas de control de ceniza que son hechas funcionar de una manera prescrita para controlar el caudal total de sólidos y la distribución de flujo de sólidos a través de la totalidad del intercambiador de calor de lecho móvil. El flujo de aire de activación es alternado entre cada una de las válvulas de control de flujo de sólidos en el distribuidor de sólidos de rejillas activas en un diseño prescrito de modo que cada válvula de control de ceniza en sucesión es accionada.

La variación de control de flujo entre las válvulas de control de ceniza es obtenida cambiando el tiempo de activación del flujo de aire para cada válvula de control de ceniza. El flujo total de sólidos y/o ceniza calientes a través del intercambiador de calor de lecho móvil es controlado por el tiempo de para momentánea entre activaciones para cada válvula de control de ceniza.

Un controlador lógico programable está en comunicación eléctrica con el sistema de válvulas de control del flujo de sólidos y es utilizado para establecer las secuencias de flujo de aire para las válvulas de control de ceniza. El controlador lógico programable puede ser un microprocesador, un ordenador, o similar. Los tiempos de activación y de parada momentánea para las válvulas de control de ceniza pueden ser ajustados para uniformizar desequilibrios en el flujo de sólidos a través del intercambiador de calor de lecho móvil. Dependiendo de la disposición del haz de tubos en el intercambiador de calor de lecho móvil, puede también ser utilizado para cargar la distribución del flujo de sólidos en el intercambiador de calor de lecho móvil para control de temperatura del refrigerante.

La fig. 4 es una representación del distribuidor 400 de sólidos de rejillas activas. El distribuidor 400 de sólidos de rejillas activas comprende un controlador lógico programable 402 en comunicación eléctrica con un dispositivo 404 de medición de temperatura, una primera válvula de solenoide 406, una segunda válvula de solenoide 406', una primera válvula 408 de control de flujo de aire (que controla el flujo de aire a las válvulas de control 102, 104 del flujo de sólidos, y así sucesivamente), una segunda válvula de control 408' de flujo de aire y un ventilador (no mostrado) o una bomba 410. El ventilador o bomba 410 es operativo para descargar al aire (tal como la fuente de aire principal de la cámara de combustión) al recipiente en forma de zapato a través del primer puerto 118 o a través de la base 122. El aire procedente del ventilador o de la bomba 410 es descargado a través de la primera válvula de control 408 de flujo de aire y de la primera válvula de solenoide 406 al primer puerto 118 del recipiente en forma de zapato 126 o a través de la segunda válvula de control 408' de flujo de aire y de la segunda válvula de solenoide 406' a la base 122 del recipiente en forma de zapato 126. La primera válvula de solenoide 406 y la segunda válvula de solenoide 406' funcionan como una válvula "abierta-cerrada", mientras que la primera válvula de control 408 del flujo de aire y la segunda válvula de control 408' de flujo de aire funcionan para permitir el control del flujo de aire efectivo al recipiente en forma de zapato 126. La información de temperatura desde el intercambiador de calor de lecho móvil es recibida por el controlador lógico programable 402, que a continuación activa el aire a las válvulas de control 102, 104 del flujo de sólidos respectivas, y así sucesivamente.

En una realización, en un método de funcionamiento del distribuidor 400 de sólidos de rejillas activas, la temperatura en distintos puntos en el intercambiador de calor 200 de lecho móvil o la temperatura del fluido de entrada y salida del fluido que fluye a los haces de tubos 212 es alimentado al controlador lógico programable 402. Dependiendo del perfil de temperatura en el intercambiador de calor 200 de lecho móvil, el controlador lógico programable 402 puede activar la válvula de control 408 de flujo de aire y la válvula de solenoide 406 para accionar el flujo de sólidos en una válvula de control 102 o 104 del flujo de sólidos particular y así sucesivamente. Como se ha indicado anteriormente, puede haber una pluralidad de válvulas en la válvula de control 408 de flujo de sólidos. El controlador lógico programable 402 puede utilizar una variedad de formas diferentes de lógicas para controlar las válvulas de control de flujo de sólidos en el sistema de control de flujo de sólidos. El funcionamiento del distribuidor 400 de sólidos de rejillas activas y las válvulas de control de flujo de sólidos están descritos con más detalle a continuación. Mientras el distribuidor 402 de sólidos de rejillas activas está mostrado funcionando como un sistema de bucle cerrado, un experto en la técnica comprendería que el sistema puede funcionar en un modo de bucle abierto.

El accionamiento de las válvulas puede estar basado en una variedad de parámetros tales como la temperatura del agua o del vapor en uno o más tubos, el caudal de agua o vapor en uno o más tubos, el perfil de temperatura del intercambiador de calor de lecho móvil, la carga sobre la caldera, el perfil de cenizas, los deseos de un usuario particular, el sistema de perfil completo, o similar, o una combinación de al menos uno de los parámetros anteriores.

El distribuidor de sólidos de rejillas activas puede controlar desde 1 a aproximadamente 50 válvulas, específicamente desde aproximadamente 5 a aproximadamente 25 válvulas, y más específicamente desde aproximadamente 4 a aproximadamente 24 válvulas. En una realización ejemplar, el distribuidor de sólidos de rejillas activas puede controlar un flujo de sólidos y/o ceniza calientes en un sistema de control de válvula de ceniza que tiene aproximadamente 16 válvulas. Es deseable que en general tenga un número par de válvulas.

En una realización ejemplar, un distribuidor de sólidos de rejillas activas puede controlar 16 válvulas de control de cenizas. En una manera o funcionamiento, el distribuidor de sólidos de rejillas activas permitirá aire a baja presión en la primera válvula de las 16 válvulas durante un periodo de aproximadamente 3 a aproximadamente 15 segundos, específicamente desde aproximadamente 5 a aproximadamente 10 segundos, después de lo cual es cerrada o desactivada durante un periodo de 15 a aproximadamente 50 segundos, específicamente de aproximadamente 20 a aproximadamente 30 segundos.

Al cerrar la primera válvula, el distribuidor de sólidos de rejillas activas permitirá aire a baja presión en la segunda válvula de las 16 válvulas durante un periodo de aproximadamente 3 a aproximadamente 15 segundos, específicamente de aproximadamente 5 a aproximadamente 10 segundos, después de lo cual es cerrada durante un periodo de 15 a aproximadamente 50 segundos, específicamente de aproximadamente 20 a aproximadamente 30 segundos. De esta manera, el distribuidor de sólidos de rejillas activas abre y cierra secuencialmente, o en paralelo todas las 16 válvulas. El proceso es repetido a continuación.

En una realización, las válvulas pueden ser activadas secuencialmente en filas o en columnas. Por ejemplo las válvulas en la primera fila o en la primera columna puede ser activadas antes que las válvulas de la segunda fila o de la segunda columna. En otra realización, las válvulas en una pluralidad de filas o columnas pueden ser activadas simultáneamente

antes de que las válvulas en otra pluralidad de filas o columnas sean activadas simultáneamente. En otra realización, las válvulas en la totalidad de las filas o en la totalidad de las columnas pueden ser activadas simultáneamente. Las secuencias antes mencionadas pueden ser utilizadas bien para aire a baja presión o bien para aire a alta presión o para ambos. El aire a baja presión en el aire a alta presión pueden ser alternados en una variedad de secuencias para las válvulas en diferentes filas o en diferentes columnas. Aún en otra realización, las válvulas pueden ser activadas en cualquier secuencia deseable. Como se ha descrito anteriormente, la secuencia de activación de las válvulas puede depender de un parámetro de entrada al controlador 402 de función en un modo de bucle abierto con una secuencia predeterminada.

Como se ha indicado anteriormente, este método de controlar el flujo de sólidos y/o de ceniza calientes mantiene una distribución uniforme de temperatura a través del intercambiador de calor de lecho móvil. Ha de observarse que las válvulas de control del flujo de sólidos y el distribuidor de sólidos de rejillas activas pueden ser utilizados en otros tipos de intercambiadores de calor en los que el calor ha de ser extraído desde los sólidos y/o ceniza calientes. Puede también ser utilizado en otras industrias en las que se desea un control del flujo de sólidos. Por ejemplo, puede ser utilizado en industrias implicadas en la fabricación de metales tales como acero y aluminio, donde sólidos conformados irregularmente han de ser cargados en un horno.

Los siguientes ejemplos, que pretenden no ser limitativos ilustran el sistema de válvulas de control de flujo de sólidos y el distribuidor de sólidos de rejillas activas.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Este ejemplo representa el funcionamiento de la válvula de control del flujo de sólidos y del sistema de válvulas de control de flujo de sólidos. Este ejemplo detalla la válvula de control del grupo de sólidos y su funcionamiento utilizando una fuente de aire a baja presión.

Un intercambiador de calor comercial de lecho móvil que tiene un área en sección transversal cuadrada con lados de aproximadamente un tamaño de 16 pies x 16 pies (487,68 cm x 487,68 cm) fue seleccionado como base para este experimento. Se construyó un modelo de rebanadas para demostrar el uso de la rejilla de la válvula de control de cenizas para controlar el flujo de cenizas a través de la rebanada. Una serie de boquillas fueron situadas bajo el modelo de rebanadas para conectar con las válvulas de control de cenizas. Las válvulas de control de cenizas y el intercambiador de calor de lecho móvil utilizado para este ajuste experimento son similares a los mostrados en la fig. 1. Las válvulas de control de cenizas fueron accionadas neumáticamente por un sistema de aire a baja presión. Como se ha explicado anteriormente, cada válvula de control de cenizas fue alimentada con aire fluidificado a través de una malla sinterizada en la parte inferior o suelo, y en la parte inferior de la pata o tacón de entrada en pendiente.

Una manguera de alimentación de aire comprimido fue pasada a través de una válvula reductora de presión para proporcionar un flujo de aire a 60 pulgadas (1524 mm) de presión manométrica de agua. Varias válvulas de control de cenizas podrían ser alimentadas por el suministro de aire. Cuatro válvulas de control de cenizas con dos puertos de admisión cada una fueron conectadas al suministro de aire. Cada puerto tenía una válvula de control de flujo y una válvula de bola de aislamiento para controlar el flujo de aire al puerto. Esto permitió que el flujo a un solo puerto sea asustado a un valor deseado y a continuación abierto o cerrado por la válvula de bola de aislamiento sin perturbar el ajuste de flujo.

Los puertos de admisión de aire fueron utilizados para proporcionar caudales máximos de cenizas, un puerto de aire de la parte inferior o suelo, y un puerto de aire en la columna vertical o tacón. Inicialmente se ensayaron varias aberturas individuales de distinta orientación para el puerto de aire con el fin de determinar la ubicación óptima.

Los puertos de aire fueron suministrados con una almohadilla de malla sinterizada que tiene una caída de presión mínima y un tamaño de poro del orden de 5 micrones. Las almohadillas fueron rebajadas en la parte inferior con una abertura de 1/4 de pulgada (6,35 mm) de profundidad y como tal no se vio la corriente de cenizas que fluye a través de la válvula de control de cenizas. El uso de las almohadillas sintetizadas con aire que fluye a sus través impidió el desplazamiento hacia atrás de la ceniza a la cámara de suministro de aire.

Cada válvula de control del flujo de sólidos descargó sólidos y/o cenizas a un tubo de transporte de 2 pulgadas. Los sólidos y/o cenizas fueron descargados a una tolva receptora, que sirvió como una sustitución de la cámara de combustión.

El control del flujo de cenizas por la válvula de control de cenizas fue activado o desactivado básicamente. Un control de flujo de cenizas menor podría ser obtenido ajustando los flujos de aire. Sin embargo con el fin de dejar pasar escombros a través de la válvula de control de cenizas, los flujos de aire necesitaban ser mantenidos con ajustes de flujo elevados. Los flujos de cenizas bajos fueron obtenidos por un funcionamiento de apertura-cierre digital de las válvulas (típicamente 5 segundos con el flujo de aire abierto seguido por 25 segundos con el flujo de aire cerrado). Si la relación abierto-cerrado fuera ajustada, el flujo de aire promedio cambiaría de manera correspondiente. La transferencia de calor del haz de tubos del intercambiador de calor de lecho móvil no fue afectada por este flujo intermitente de cenizas.

Ejemplo 2

Este ejemplo fue realizado para demostrar cómo puede ser utilizada la altura "h" y el diámetro de una columna vertical para controlar la contrapresión en la válvula de control de flujo de sólidos. La altura de la columna vertical por encima del recipiente en forma de zapato determina cuánta contrapresión se puede desarrollar en el sistema. La altura de la columna vertical fue incrementada en 10 pulgadas (254 mm) con una extensión de tubo de diámetro interior de 1,88 pulgadas (47,75 mm) en el modelo de rebanadas para proporcionar un flujo de contrapresión incrementado.

Se ensayaron múltiples válvulas de control de cenizas, descargando todas a un tubo de transporte de retorno común como se ha mostrado en la fig. 1. Las válvulas de control de cenizas fueron de un tamaño de pata en pendiente de 2 pulgadas (50,8 mm) y de un tamaño de pata en pendiente de 3 pulgadas (76,2 mm) respectivamente. La diferencia de tamaño fue seleccionada para proporcionar un escalado de tamaño para la válvula de control de cenizas. Las válvulas de control de flujo de sólidos descargaron todas en el tubo de transporte de 2 pulgadas (50,8 mm). Se evaluaron varios ángulos de inclinación β desde 15 grados a 330 grados para el tubo de transporte. Se ensayaron dos tamaños de válvulas de control de cenizas - una columna vertical de 2 pulgadas (50,8 mm) de diámetro y una columna vertical de 3 pulgadas (76,2 mm) de diámetro. Ambos tamaños descargaron en un tubo de transporte de 2 pulgadas (50,8 mm) de diámetro interior.

La secuencia de aire de control para la válvula de control de cenizas y la columna vertical está mostrada en la fig. 5. Se conectaron válvulas reguladoras de presión de bajo rango a una manguera alimentación de aire comprimido. Esto proporcionó una presión de suministro ajustable para las válvulas de control de cenizas y para el tubo de transporte. Los reguladores de presión fueron ajustados para rangos de desde 60 pulgadas (1524 mm) de H_2O a 120 pulgadas (3048 mm) de H_2O dependiendo de los requisitos de ensayo. El flujo de aire a la válvula de control de cenizas fue medido por un medidor de orificio. El flujo de aire al tubo de transporte fue medido mediante un medidor de orificio separado.

El aire que fluye desde el orificio de medición a la base de la válvula de control de flujo de sólidos (la almohadilla sinterizada) y los puertos de tacón (el primer puerto) fue controlado por una válvula de aguja de tubo de una pulgada (25,4 mm) y una válvula de bola de una pulgada (25,4 mm). La caída de presión mayor en el sistema de suministro de aire fue en la válvula de aguja. La válvula de aguja para cada válvula de control de cenizas fue ajustada con las otras aisladas por sus válvulas de bola de modo que el medidor de orificio midió el flujo a esa válvula de control de cenizas particular. Las válvulas de aguja fueron sucesivamente ajustadas para cada puerto en cada válvula de control de cenizas y sin cambios durante un ensayo.

La característica principal de la válvula de control de cenizas fue el control de los caudales de aire secuenciales necesarios para activación, los subsiguientes caudales de sólidos, la influencia de la inclinación del tubo de transporte, y el efecto de partículas de escombros o sobredimensionadas en el rendimiento. El control de caudal de cenizas mediante una válvula de control de cenizas es fundamentalmente un proceso de activación-desactivación. El control secundario es conseguido variando los caudales de aire de control. El método de control principal para la aplicación del intercambiador de calor de lecho móvil fue impulsar la válvula de control de cenizas mediante un control del flujo de aire digital, dando como resultado un control de flujo de sólidos pulsatorio. Este control de flujo pulsatorio no tuvo un efecto significativo sobre la transferencia de calor.

Los resultados del ángulo de inclinación y del tamaño están mostrados en la fig. 6. La fig. 6 muestra todas las representaciones gráficas de la caída de presión promediada en el conducto de transporte de la válvula de control de cenizas en función del caudal de cenizas para distintos tamaños de válvula de control de cenizas e inclinación del conductor de transporte. El aire de control de la válvula de control de cenizas fue activado continuamente al comienzo del ensayo, luego fue activado 10 segundos impulsado digitalmente seguido por 20 segundos desactivado, a continuación fue activado impulsado 5 segundos seguido por 25 segundos desactivado.

A partir de la fig. 7 puede verse que el flujo de sólidos incrementado dio como resultado una caída de presión incrementada de transporte. La caída de presión de transporte limitó el caudal de sólidos. La altura "h" de la columna vertical por encima de la válvula de control de cenizas determinó la contrapresión máxima contra la que la válvula de control de cenizas podría transportar sólidos.

A partir de las figuras anteriores, puede verse que era necesario muy poco aire para el control. La relación de sólidos a aire para la válvula de control de cenizas fue determinada para que fuera del orden de 400 a 20000 libras de sólidos/libra de aire. Esto se traduce en aproximadamente 20 a aproximadamente 150 libras por hora por pie cuadrado (0,0096 a aproximadamente 0,07 Kg/h por cm^2) basado en el área de sección transversal de la columna vertical. En efecto, los sólidos fluirían si se suministrara suficiente aire para fluidificar el material en la columna vertical y si la columna vertical fuera de suficiente altura.

A partir de la fig. 6, puede verse que una válvula de control de flujo de sólidos neumática puede controlar efectivamente el caudal y satisfacer los requisitos de capacidad de un intercambiador de calor de lecho móvil. La configuración final ensayada contenía almohadillas de fluidificación de aire de control de malla sinterizada. Los puertos de inyección de aire sin las almohadillas de malla sinterizada estaban sujetos a desplazamiento hacia atrás de la ceniza y pérdida de capacidad de flujo. Las almohadillas sinterizadas nunca experimentaron desplazamiento hacia atrás o pérdida de flujo.

Estos experimentos mostraron también que una columna vertical por encima de la válvula de control de cenizas era deseable ya que sirve como un cierre hermético límite de presión. El requisito de altura de la columna vertical se vio que era dictado por la densidad y contrapresión de las cenizas. La contrapresión sería gobernada por el diferencial de presión cámara de combustión-ciclón y por la inclinación del tubo de transporte. La contrapresión mínima es proporcionada por tubos de transporte que tienen una inclinación β de 60 a 120 grados con la vertical (véase la fig. 2).

Estos ejemplos también muestran que podría utilizarse aire principal a baja presión para activación del control de la válvula de control de cenizas, y para el transporte de las cenizas desde la válvula de control de cenizas a la cámara de combustión, siempre que los tubos de transporte estén inclinados hacia abajo en un ángulo de inclinación β de 60 a 120 grados con la vertical. Las válvulas de control de flujo de sólidos pueden transportar desde aproximadamente 20,000 a aproximadamente 400,000 libras por hora por pie cuadrado (9,6 a aproximadamente 192 Kg/h por cm^2) de sólidos y/o cenizas calientes con una relación de peso de ceniza a aire de 2000 o mayor.

Ejemplo 3

Se realizó un ensayo de campo caliente en una caldera de lecho fluidificado circulante operativa (CFB) para demostrar que los conceptos anteriores podrían ser puestos en práctica comercial. Un modelo en rebanadas del intercambiador de calor de lecho móvil de sección transversal de área plana de 0,46 m por 2,1 m fue instalado para recibir una corriente deslizante de cenizas recicladas calientes procedentes de la caldera CFB. Dos válvulas de control de cenizas con diámetros de pata en pendiente de 0,15 m que descargan a un conducto de retorno común de diámetro de 0.25 m. El intercambiador de calor de lecho móvil y las válvulas de control fueron hechos funcionar durante un periodo prolongado de varios meses acumulativos para demostrar la capacidad para transferir los criterios de diseño desde condiciones ambientales a condiciones operativas calientes durante un periodo de tiempo prolongado.

Se comprenderá que cuando un elemento se dice que está "sobre" otro elemento, puede estar directamente sobre el otro elemento o puede haber presentes entre ellos elementos intervinientes. En contraste, cuando un elemento se dice que está "directamente sobre" otro elemento, no hay presentes elementos intervinientes. Como es usado aquí, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los artículos listados asociados.

Se comprenderá que, aunque los términos "primero", "segundo", "tercero", etc., pueden ser utilizados para describir distintos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones no deberían estar limitados por estos términos. Estos términos son utilizados para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otro elemento, componente, región, capa o sección. Así, "un primer elemento", "componente", "región", "capa", o "sección" descritos a continuación podría ser denominado un segundo elemento, componente, región, capa o sección sin salir de las enseñanzas de este documento.

La terminología utilizada aquí tiene el propósito de describir realizaciones particulares y no pretende ser limitativa. Como es utilizado así, las formas en singular "un", "una", "uno", y "el", "la", "lo" están destinadas a incluir también las formas en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se comprenderá además que los términos "comprende" y/o "que comprende", o "incluye", y/o "que incluye" cuando son utilizados en esta memoria, especifican la presencia de características, regiones, números enteros, pasos o etapas, operaciones, elementos, y/o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características distintas, regiones, números enteros, pasos o etapas, operaciones, elementos, componentes, y/o grupos de los mismos.

Además, términos relativos, tales como "inferior" o "parte inferior" y "superior" o "parte superior" pueden ser utilizados aquí para describir una relación de un elemento a otro elemento como se ha ilustrado en las figuras. Se comprenderá que términos relativos están destinados a abarcar diferentes orientaciones del dispositivo además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si el dispositivo en una de las figuras está dado la vuelta, los elementos descritos como estando en el lado "inferior" de otros elementos estarían entonces orientados en lados "superiores" de los otros elementos. El término ejemplar "inferior", puede por ello, abarcar tanto una orientación de "inferior" como de "superior", dependiendo de la orientación particular de la figura. De manera similar, si el dispositivo en una de las figuras está dado la vuelta, los elementos descritos como "por debajo" de otros elementos estarían entonces orientados "por encima" de otros elementos. Los términos ejemplares "por debajo" pueden, por ejemplo, abarcar tanto una orientación por encima como por debajo.

A menos que se haya definido de otro modo, todos los términos (incluyendo términos técnicos y científicos) utilizados aquí tienen el mismo significado como es corrientemente comprendido por un experto en la técnica a la que pertenece esta descripción. Se comprenderá además que términos, tales como los definidos en diccionarios utilizados corrientemente, debería ser interpretados como que tienen un significado que es consistente con su significado en el contexto de la técnica relevante y de la presente exposición, y no serán interpretados en un sentido idealizado o formal a menos que se haya definido expresamente aquí.

Se han descrito realizaciones ejemplares aquí con referencia a ilustraciones en sección transversal que son ilustraciones esquemáticas de realizaciones idealizadas. Como tal, han de esperarse variaciones de las formas de las ilustraciones como resultado, por ejemplo, de técnicas y/o tolerancias de fabricación. Así, las realizaciones descritas así no deberían ser consideradas como limitadas a las formas particulares de regiones como se ha ilustrado aquí sino que han de incluir

desviaciones en las formas que resultan, por ejemplo, de la fabricación. Por ejemplo, una región ilustrada o descrita como plana puede, típicamente, tener características rugosas y/o no lineales. Además, las formas afiladas que están ilustradas pueden ser redondeadas. Así, las regiones ilustradas en las figuras son de naturaleza esquemática y sus formas no están destinadas a ilustrar la forma precisa de una región y no están destinadas a limitar el marco de las presentes reivindicaciones.

El término "y/o" es interpretado que significa tanto "y" como "o". La expresión A y/o B es por ello interpretada como que significa A y B así como A o B. La expresión A, B y/o C, es interpretada como que significa A, B y C así como A o B o C.

REIVINDICACIONES

1. Una válvula de control de flujo de sólidos que comprende:

una columna vertical (112);

un recipiente en forma de zapato (126);

un tubo de transporte (120); en el que la columna vertical (112) está en comunicación operativa con el recipiente en forma de zapato (126) y se encuentra aguas arriba del recipiente en forma de zapato (126); comprendiendo la columna vertical (112) un primer extremo y un segundo extremo, en el que el primer extremo puede ser conectado a una fuente que contiene sólidos desechables y el segundo extremo está en contacto de fluido con el recipiente en forma de zapato (126); siendo el recipiente en forma de zapato (126) operativo para restringir el flujo de los sólidos desechables;

el tubo de transporte (120) que está dispuesto aguas abajo del recipiente en forma de zapato (126) para recibir y transportar los sólidos procedentes del recipiente en forma de zapato (126),

puertos para suministrar al aire a presión al recipiente en forma de zapato (126),

un controlador (402) para controlar el flujo de aire a presión a través de los puertos,

en el que los recipiente en forma de zapatos (126) comprenden un tacón (128), una base (122) y una punta (114), en que el tacón (128), la base (122) y la punta (114) hacen contacto entre sí,

al menos uno de los puertos está situado en la base (122) del recipiente en forma de zapato (126),

al menos uno de los puertos está situado en el tacón (128), caracterizado por que

la punta (114) está inclinada con relación a la base (122) en un ángulo interno que es mayor de 90 grados, dentro de un rango de 105 a 135 grados, preferiblemente de 135 grados.

2. La válvula de control de flujo de sólidos de la reivindicación 1, en la que la columna vertical (112) está inclinada con relación a un eje perpendicular a la base (122).

3. La válvula de control de flujo de sólidos de la reivindicación 1, que comprende además un alojamiento (116) que está en una relación de protección con el recipiente en forma de zapato (126) y rodea al recipiente en forma de zapato (126).

4. La válvula de control de flujo de sólidos de la reivindicación 3, en la que el alojamiento (116) hace contacto con el recipiente en forma de zapato (126) y el tubo de transporte (120) y proporciona un trayecto de comunicación de fluido entre el recipiente en forma de zapato (126) y el tubo de transporte (120).

5. La válvula de control de flujo de sólidos de la reivindicación 1, en la que puertos del recipiente en forma de zapato (126) comprenden una almohadilla sinterizada porosa a través de la cual el aire a baja presión es introducido en el recipiente en forma de zapato (126).

6. La válvula de control de flujo de sólidos de la reivindicación 1, en la que el tubo de transporte (120) es horizontal o está inclinado con respecto a la vertical; y en la que la válvula de control de flujo de sólidos no contiene partes que se mueven con relación a otras partes de la válvula.

7. Un sistema de válvulas de control de flujo de sólidos que comprende una pluralidad de válvulas de control de sólidos de la reivindicación 1.

8. El sistema de control de flujo de sólidos de la reivindicación 7, en el que el sistema comprende desde aproximadamente 1 a aproximadamente 50 válvulas.

9. El sistema de control de flujo de sólidos de la reivindicación 7, en el que el sistema comprende aproximadamente 16 válvulas de control de sólidos.

10. El sistema de control de flujo de sólidos de la reivindicación 7, en el que una pluralidad de válvulas están en comunicación con un solo tubo de transporte (120).

11. El sistema de control de flujo de sólidos de la reivindicación 10, en el que el sistema comprende una pluralidad de tubos de transporte (120) y en el que cada tubo de transporte (120) está en comunicación con una pluralidad de válvulas de control de sólidos.

12. Un distribuidor de sólidos de rejilla activa que comprende el sistema de control de flujo de sólidos de la reivindicación 7, en el que el tubo de transporte es horizontal o está inclinado con respecto a la vertical; y en el que la válvula de control de flujo de sólidos no contiene partes que se mueven con relación a otras partes de la válvula.

13. Un método que comprende:

descargar sólidos procedentes de un intercambiador de calor a través de una pluralidad de válvulas de control de flujo de sólidos de acuerdo con la reivindicación 1;

descargar aire al recipiente en forma de zapato (126) para fluidificar los sólidos;

transportar los sólidos a una cámara de combustión o tolva,

introducir de manera intermitente aire a presión que tiene una presión de aproximadamente 0,08 a aproximadamente 0,23 kilogramos por centímetro cuadrado en al menos un puerto situado en el tacón (128) del recipiente en forma de zapato (126), e

introducir aire a presión que tiene una presión de aproximadamente 0,08 a aproximadamente 0,23 kilogramos por centímetro cuadrado al menos a un puerto situado en la base (122) del recipiente en forma de zapato (126).

14. El método de la reivindicación 13, en el que la descarga del aire es debida al accionamiento llevado a cabo por un dispositivo lógico programable.

15. El método de la reivindicación 13, en el que la descarga de aire al recipiente en forma de zapato (126) comprende descargarlo de manera intermitente.

16. El método de la reivindicación 13, en el que la descarga comprende accionar al menos una válvula de la pluralidad de válvulas antes de accionar otra válvula, y en el que el accionamiento comprende activar el aire a presión en al menos una válvula durante un periodo de tiempo antes de desactivarlo.

17. El método de la reivindicación 13, en el que el aire a presión es admitido al recipiente en forma de zapato (126) de manera intermitente para el control del caudal de sólidos, tal como admisión de aire durante un periodo de aproximadamente 3 a aproximadamente 10 segundos y a continuación desconectado durante un periodo de aproximadamente 5 a aproximadamente 30 segundos.

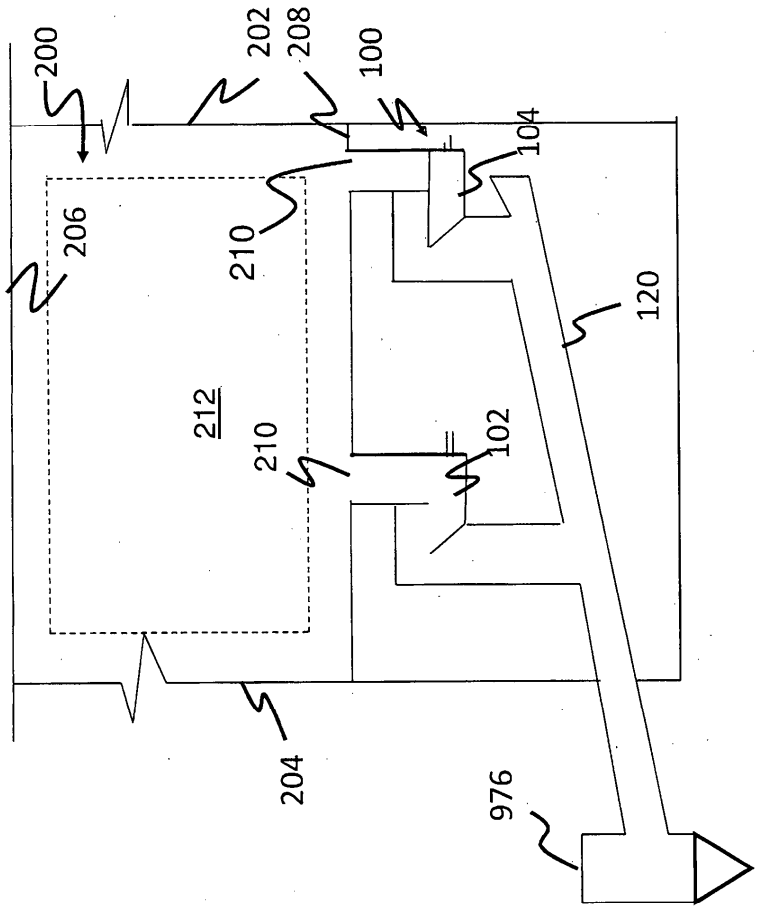

Figura 1

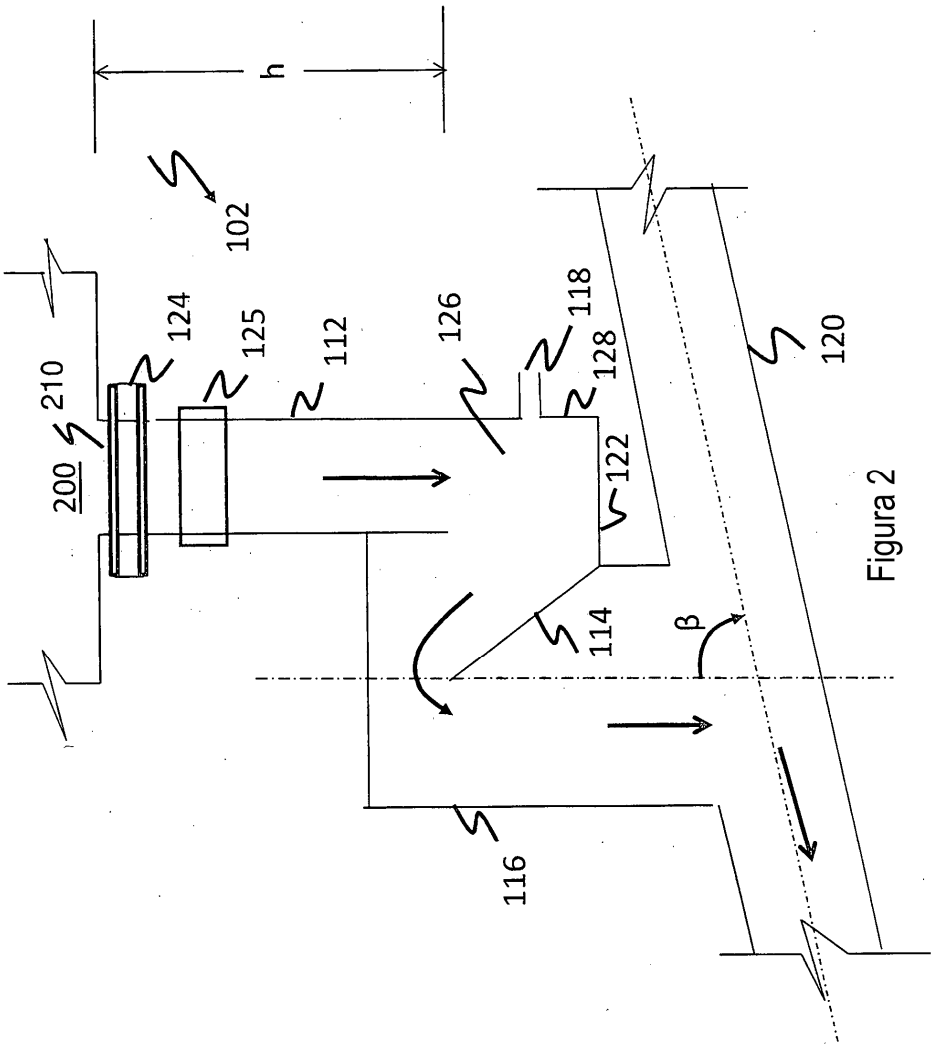

Figura 2

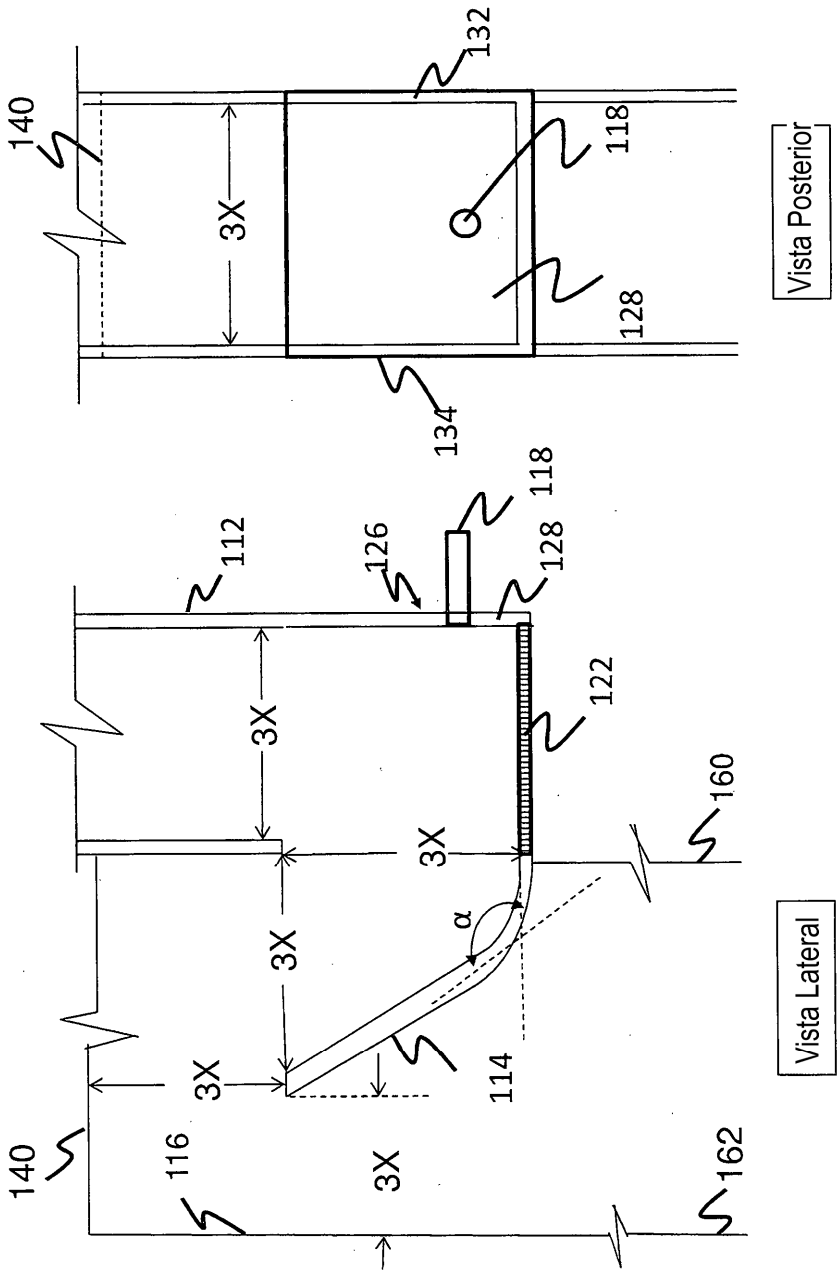
132
140
3X
118
128
134
Vista Posterior
118
112
126
128
122
160
3X
3X
3X
α
3X
114
140
116
3X
162
Vista Lateral

Figura 3

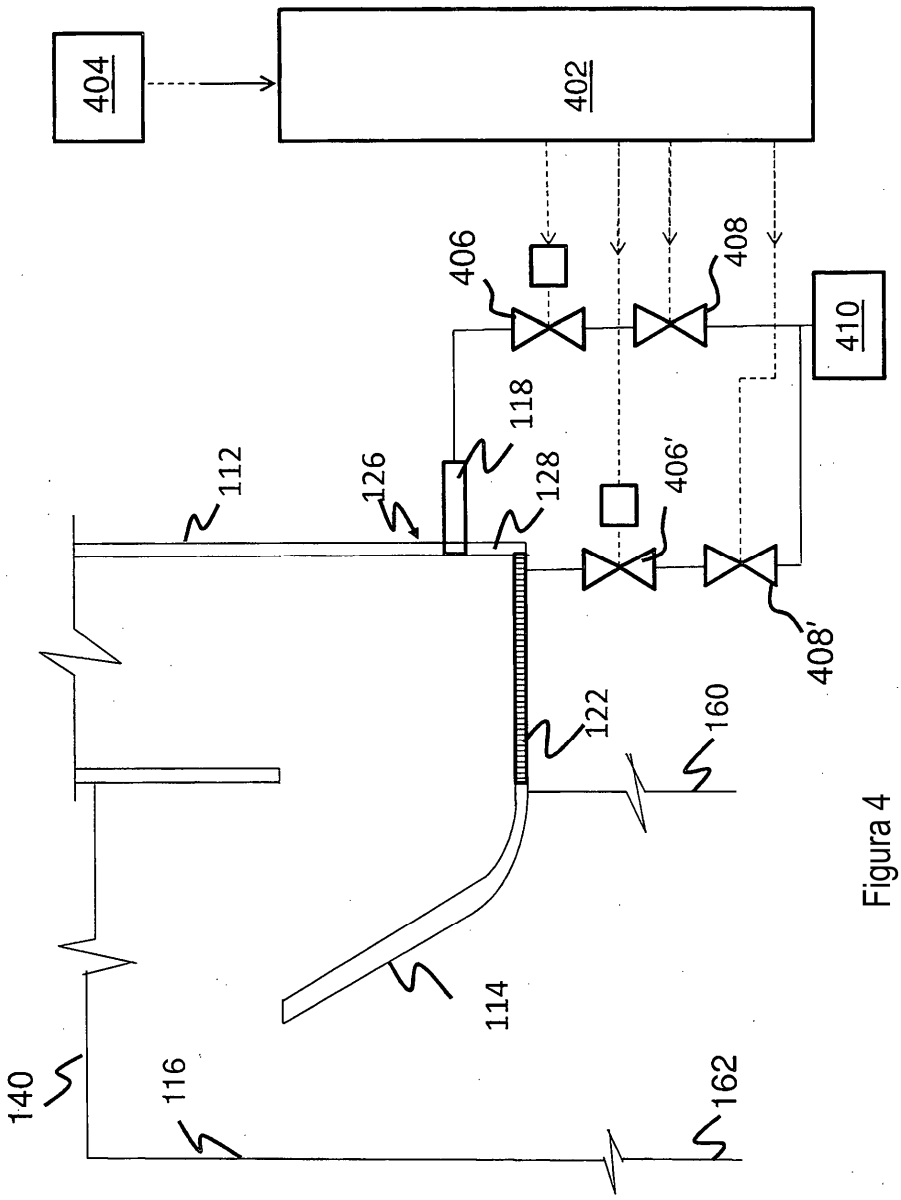
404
402
406
408
410
118
112
126
128
406'
408'
122
160
114
140
116
162

Figura 4

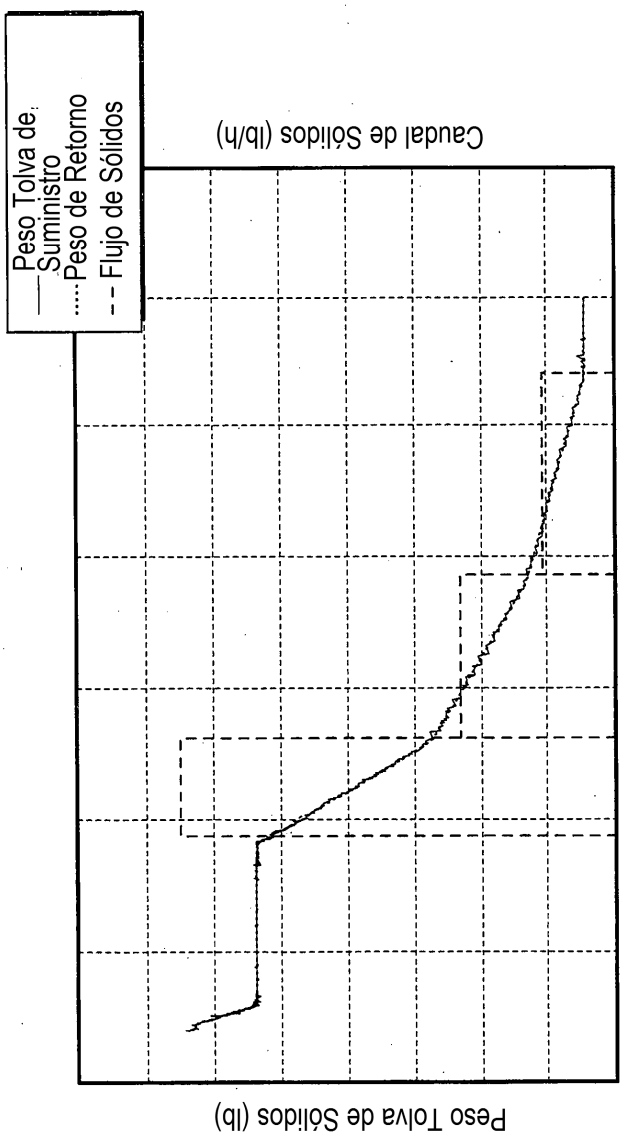
Peso Tolva de Sólidos (lb)
Caudal de Sólidos (lb/h)
Tiempo (h)
Peso Tolva de Suministro
Peso de Retorno
Flujo de Sólidos

Figura 5

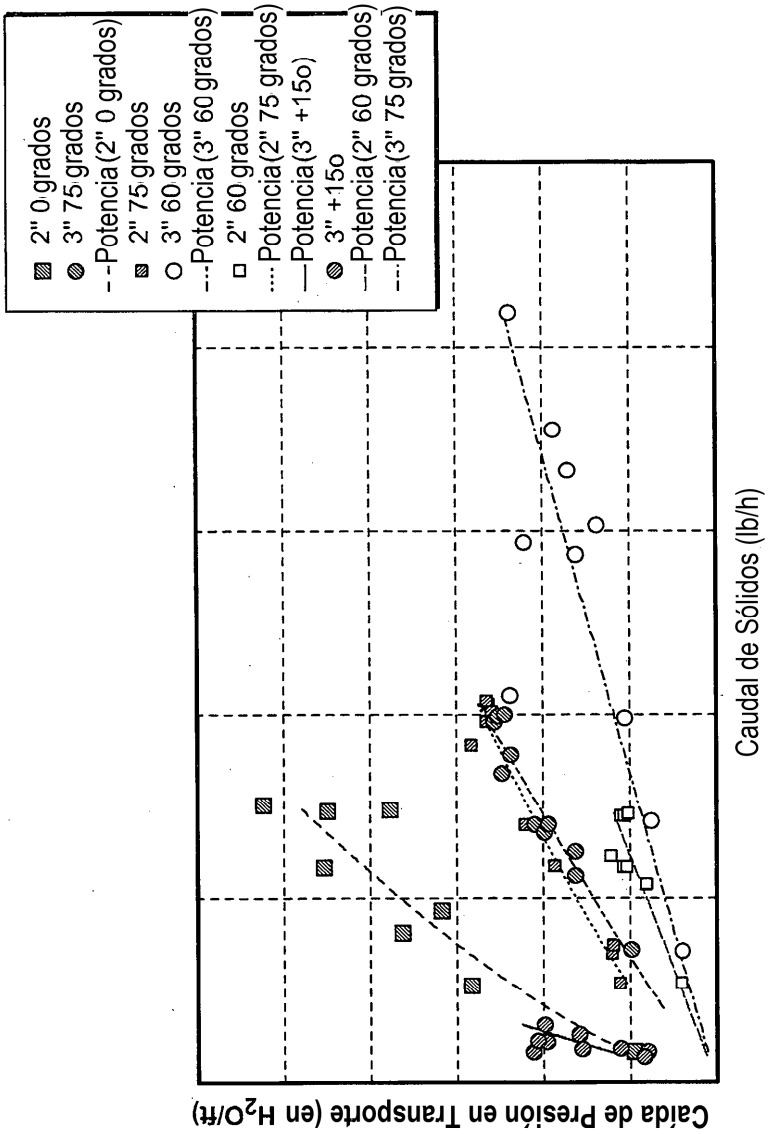
2" 0 grados
3" 75 grados
--Potencia (2" 0 grados)
2" 75 grados
3" 60 grados
---Potencia (3" 60 grados)
2" 60 grados
....Potencia (2" 75 grados)
—Potencia (3" +15o)
3" +15o
—Potencia (2" 60 grados)
---Potencia (3" 75 grados)
Caída de Presión en Transporte (en H2O/ft)
Caudal de Sólidos (lb/h)

Figura 6

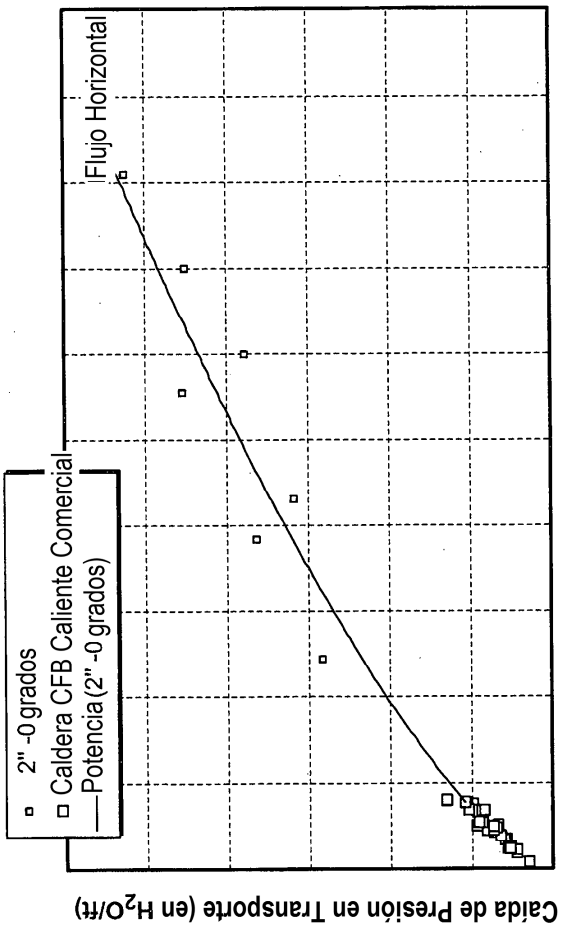
Flujo Horizontal
2" -0 grados
Caldera CFB Caliente Comercial
Potencia (2" -0 grados)
Caída de Presión en Transporte (en H2O/ft)
Carga de Sólidos en Conducto de Descarga - Ws/Wa

Figura 7