

Clarke, Mode

COLOMBIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-054394- -00006-0000

Fecha: 2014-11-19 15:23:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 523 RESPUESTA Folios: 51

P-3677

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

JE

Re: Expediente No. 13.054.394

Solicitud de patente a nombre de **SEPARATION
TECHNOLOGIES LLC**

Yo, SILVANA MARIA LOPEZ DÍAZ identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en la Carrera 11 No. 86-53, piso 6, obrando como apoderada de la Sociedad **SEPARATION TECHNOLOGIES LLC** domiciliada en Massachusetts, Estados Unidos de América, solicitante de la patente de la referencia, en respuesta al oficio No. **10533** notificado por fijación en lista el 26 de **Agosto** de 2014, relacionado con concepto técnico de fondo, me permito manifestar:

1. Con fundamento en la facultad que confiere el artículo 34 de la Decisión 486 al solicitante para modificar la solicitud de patente en cualquier momento del trámite, presento junto con este memorial nueva descripción y nuevo pliego reivindicatorio en donde se han modificado las reivindicaciones y se han eliminado las reivindicaciones 3 y 73 y por lo tanto consta ahora de 71 reivindicaciones, en un esfuerzo por acelerar el trámite, como sigue:

2. Reivindicaciones

Con el objeto de atender a la objeción hecha por su Despacho en cuanto a las unidades de medida, estas se han convertido al Sistema Internacional de Unidades, dando así cumplimiento a lo requerido y dando claridad a algunas de estas medidas.

Su despacho objeta las reivindicaciones 25 y 26 por que supuestamente no tienen sustento en la descripción. Manifiesto de manera respetuosa que esto no es verdad y quiero llamar la atención de su Despacho a la página 21 último párrafo.

1/51

Clarke, Modet & Cº

COLOMBIA

Con relación a la objeción hecha por su Despacho a las reivindicaciones 27, 32, 46, 51 y 59 por falta de concisión y a las reivindicaciones 28, 47, 52, 53, 54, 60, no se entiende cual es la objeción o que es lo que falla en las reivindicaciones, por tanto pido de manera respetuosa se aclare qué es lo que su Despacho desea o si no se retire dicha objeción.

Las reivindicaciones 10 y 11 (nuevas 9 y 10) han sido modificadas para eliminar el término “alrededor” cumpliendo así con lo requerido.

Las reivindicaciones 14, 15, 19, 20, 22, 33, 44 y 45 (nuevas 13, 14, 18, 19, 21, 32, 43 y 44) han sido objetadas por su Despacho por el uso del término “al menos”. Estas reivindicaciones han sido modificadas para remover dicho término en donde era posible, y un lenguaje alternativo se ha usado. Su despacho debe entender que en algunas de estas reivindicaciones este término no puede ser eliminado ya que de lo contrario sería limitar indebidamente en alcance verdadero de la invención. Muchas veces el espacio físico o la cantidad de sensores que se puedan usar según las mediciones que considere la persona versada en la materia van a definir el límite superior, por eso no es necesario especificar expresamente este límite. Por lo tanto solicito de manera respetuosa a su Despacho considere estos casos en donde no se ha eliminado la expresión “al menos” de algunas reivindicaciones.

En cuanto a la reivindicación 23 (nueva 22), esta ha sido modificada para eliminar el término “sustancialmente”.

Las reivindicaciones 41 y 72 han sido modificadas para expresar de una manera diferente las características esenciales y dar claridad a dichas reivindicaciones.

Las reivindicaciones 21, 35 a 39 se han modificado para referirse a la etapa aunque no se puede desvincular el producto del proceso ya que esto haría al proceso muy general lo cual incluso sería un error técnico ya que este método es particular para cierta área técnica en particular. Como ejemplo para entender, un proceso que diga “cortar” no significa nada y sería incorrecto técnicamente a menos que se especifique que va a cortar y con que lo hace o como lo hace. No es lo mismo cortar pan que cortar una columna de soporte de un edificio. Esta interacción entre método y producto explica el método y complementa la información para entender la invención.

Clarke, Modet & Cº

COLOMBIA

Lo anterior también aplica a la reivindicación 71 en el sentido que el aparato está diseñado para cierto tipo de producto y si no se especifica perdería el sentido y daría lugar a falta de claridad.

La reivindicación 73 ha sido eliminada del nuevo capítulo de reivindicaciones.

En este sentido, nos permitimos indicar que no se paga tasa por reivindicaciones adicionales, toda vez que el nuevo pliego reivindicatorio contiene menos reivindicaciones y es en esencia el mismo anteriormente estudiado con modificaciones.

3. Novedad y Nivel inventivo

Su Despacho rechaza las reivindicaciones por supuestamente falta de novedad y de nivel inventivo en vista de los documentos D1 y D2 del estado de la técnica.

a. Reivindicación independiente 1

D1 divulga un separador electrostático que comprende un mecanismo de ajuste de espacio para ajustar el espacio entre electrodos. (D1 en la página 8, líneas 8-15.)

Esta referencia no enseña ni sugiere, al menos, en un análisis en línea de una variable de salida, seleccionar un rango objetivo, comparar la variable de salida medida con el rango objetivo, y ajustar automáticamente mediante un sistema de control. Así, D1 falla en divulgar cada uno y todos los elementos de la reivindicación independiente 1 y además no es obvia porque una persona versada en la técnica no tendría la motivación para modificar la enseñanza de D1.

Como se muestra en las figuras 4a, 4b, y 5 de la presente solicitud, el control automático del sistema mantiene con éxito la calidad del producto dentro de un rango objetivo durante el curso de la producción, mientras que la calidad de la alimentación que entra varía continuamente. Como se describió en la especificación de la presente solicitud, ya que la producción por fuera de especificación sobre la parte alta del objetivo es menos deseable que operar por debajo del objetivo, existe una tendencia natural de error por parte de los operadores en el lado bajo del objetivo, lo que puede producir rendimientos sub óptimos. El sistema de control automático que usa el

Clarke, Modet & C^o

COLOMBIA

análisis en línea opera bajo condiciones óptimas en todo momento, llevando hacia rendimientos significativamente más altos. (Ver las figuras 4a y 4b.) Adicionalmente, el sistema automático que usa un analizador en línea también suministra producto que es mejor dentro del rango objetivo y dentro de una distribución más estrecha que con el control por operador tradicional. (Ver Figura 5.) D1 no enseña ni sugiere que mediante utilizar un analizador en línea y ajustar automáticamente el sistema usando un sistema de control se lograrían rendimientos mayores y, por lo tanto, una persona normalmente versada en la materia, luego de revisar D1, no llegaría a la presente invención reivindicada.

D2 describe un sistema de control para controlar un separador de rodillo electroestático que comprende un alambre corona para la carga de partículas (D2, página 8). En contraste con la presente invención, que puede separar material **no conductor** de otros materiales **no conductores**, D2 separa materiales **conductores** de materiales **no conductores**. (D2, página 8). El sistema de D2 usa un aparato y diseño completamente diferentes para la separación de partículas en comparación con la presente invención, y opera usando principios diferentes. D2 no enseña ni sugiere procesar material particulado en un separador electroestático **tipo correa en contra corriente** y, por lo tanto, una persona versada en la materia no hubiera estado motivado para modificar las enseñanzas de D2 para utilizar un separador electroestático tipo correa en contra corriente, como el reivindicado en la presente solicitud.

b. Reivindicación independiente 66

La reivindicación independiente 66 (Nueva 65) ha sido también rechazada en vista de D2. Como se indicó antes, D2 describe un sistema de control para controlar un separador de rodillo electroestático que comprende un alambre corona para la carga de partículas y separa materiales **conductores** de materiales **no conductores**. (D2, página 8). El sistema de D2 usa un aparato y diseño completamente diferentes para la separación de partículas en comparación con la presente invención, y opera usando principios diferentes. D2 no enseña ni sugiere un aparato para separar mezclas de material particulado en un separador electroestático **tipo correa en contra corriente** y, por lo tanto, una persona versada en la materia no hubiera estado motivado para modificar las enseñanzas de D2 para utilizar el separador particular, como el reivindicado en la presente solicitud.

Clarke, Modet & Cº

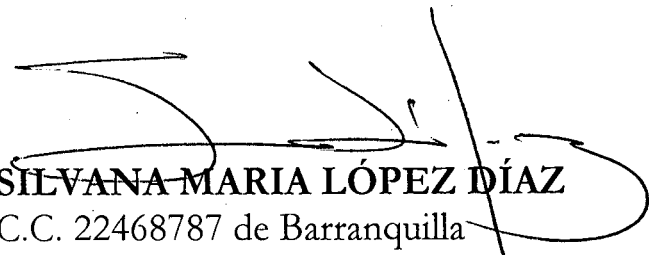
COLOMBIA

Por lo tanto, las reivindicaciones independientes 1 y 65, y las que dependen de estas nos novedosas e inventivas en vista de las referencias D1 y D2.

Habiendo atendido cabalmente las objeciones presentadas por ese despacho, atentamente solicitamos se conceda el privilegio de patente de invención a la solicitud en estudio o si el señor examinador considera que subsisten razones para objetar la presente invención, rogamos expedir otro examen de fondo con los debidos motivos y razones que sustenten su objeción con el fin de que nuestro mandante tenga la posibilidad de exponer sus argumentos con base en la interpretación de los artículos 45 de la Decisión 486 -el cual otorga la facultad al examinador para emitir los exámenes de fondo-, 35 y 59 del Código Contencioso Administrativo que señala que: *“habiéndose dado oportunidad a los interesados para expresar sus opiniones, y con base en las pruebas e informes disponibles, se tomará la decisión que será motivada al menos en forma sumaria si afecta a particulares”* y *“(.) deberá proferirse la decisión definitiva. Esta se motivará en sus aspectos de hecho y de derecho, y en los de conveniencia si es el caso”*, respectivamente (El subrayado es nuestro).

En consecuencia, solicitamos a ese despacho pronunciarse en relación con todos los argumentos presentados en este memorial dando estricta aplicación al principio del debido proceso consagrado en el artículo 29 de la Constitución Nacional

Señor Superintendente,



SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ

C.C. 22468787 de Barranquilla

T.P 147463 del CSJ

notificaciones@clarkemodet.com.co

Clarke, Modet & Cº

COLOMBIA

ANEXO 1

- Nuevo capítulo Descriptivo y reivindicatorio.

SISTEMA DE CONTROL DE SEPARACIÓN ELECTROESTÁTICA

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención tiene relación con los controles de procesos y, más específicamente, con los controles de procesos para controlar la separación eletroestática para separar materiales particulados.

ANTECEDENTES

En principio, las partículas conductoras disímiles pueden separarse de manera electroestática mediante varios métodos que se encuentran bien documentados en la bibliografía. Un tipo de método de separación electroestática, que ha logrado el mayor éxito comercial, utiliza un separador triboeléctrico a contracorriente de tipo correa, tal y como se describe en las patentes estadounidenses número 4,839,032 y 4,874,507. Tal sistema de separación por correas separa los constituyentes de las mezclas de partículas basándose en las propiedades de carga de los diferentes constituyentes al contacto con la superficie, es decir, el efecto triboeléctrico. Estos sistemas normalmente utilizan electrodos paralelos dispuestos en una dirección longitudinal, entre los cuales viaja una correa en una dirección longitudinal que forma un

7

bucle continuo al moverse por un par de rodillos. Se carga una mezcla de partículas en la correa entre los electrodos donde se somete al fuerte campo eléctrico generado por los electrodos. El resultado neto es que las partículas con carga positiva sometidas al campo eléctrico se mueven hacia el electrodo negativo y las partículas con carga negativa se mueven hacia el electrodo positivo. La acción contracorriente de los segmentos de la correa en movimiento dispersa los electrodos en direcciones contrarias y transporta los constituyentes de la mezcla de partículas a sus respectivos puntos de descarga en cada extremo del separador. Finalmente, cada partícula se transfiere hacia un extremo del sistema mediante la correa a contracorriente en movimiento que produce un determinado grado de separación de la mezcla de partículas.

La aplicación mayormente establecida a la fecha para el sistema de separador triboeléctrico a contracorriente de tipo correa es la separación de carbono sin quemar de cenizas volantes de carbón. A nivel mundial, se queman en calderas grandes cantidades de carbón pulverizado para producir vapor que alimente turbinas para la generación de electricidad. En la caldera, se queman los constituyentes carbonáceos en el carbón para liberar calor, y queda el material no carbonáceo y se recolecta como ceniza volante. El contenido de ceniza del carbón normal varía, pero normalmente comprende alrededor de 10% del contenido total del carbón. Como resultado, la ceniza volante se produce en volúmenes muy altos en el mundo industrializado. Históricamente,

una de las mayores salidas para la ceniza volante de carbón ha sido como un aditivo en productos a base de hormigón como reemplazo de una parte del cemento. Más aun, la adición de ceniza volante tiene como consecuencia una solidez reforzada del hormigón y una resistencia al ataque químico, convirtiendo, de este modo, un material de desecho en un subproducto de valor. Sin embargo, la presencia de carbono sin quemar en la ceniza volante tiene un uso limitado en el hormigón desde la Ley del Aire Limpio de 1990 la cual demandaba que las plantas de energía cortaran las emisiones de óxido nítrico a través de una variedad de enfoques incluyendo modificaciones significativas a las calderas. Estos cambios tienen como consecuencia niveles elevados de carbono sin quemar en la ceniza volante que deja a la mayoría de los materiales inutilizables en la producción de hormigón sin un procesamiento adicional para eliminar el carbono sin quemar. Se ha probado que el sistema de separador a contracorriente de tipo correa es uno de los mejores métodos en cuanto a su costo/efectividad y uno de los más confiables para el procesamiento de ceniza volante para la eliminación de carbono. Esta tecnología produce normalmente un producto de ceniza volante con bajo contenido de carbono, además de una corriente de ceniza volante con contenido de carbono mejorado. Tal como se trató, el producto con bajo contenido de carbono es ideal para utilizarlo en aplicaciones de cemento premezclado. Por otra parte, la ceniza volante con alto contenido de carbono constituye un subproducto de valor debido a su alto valor como combustible ya que puede devolverse directamente a la caldera para quemarse con el carbón entrante. De manera

alternativa, la ceniza volante con alto contenido de carbono puede también utilizarse en aplicaciones de combustión, tal como combustible secundario en hornos de cemento.

BREVE DESCRIPCIÓN

De acuerdo con una o más de las modalidades, se proporciona un método para controlar el procesamiento de los materiales particulados utilizando un sistema de separación electroestática. El método comprende el procesamiento de un material particulado en un sistema de separación electroestática para recuperar una primera corriente que se diluye en al menos uno de los componentes de una alimentación entrante y una segunda corriente que se concentra en al menos un componente de la alimentación entrante. El método también comprende la determinación de al menos una variable de entrada del proceso de separación electroestática y al menos una variable de salida característica de al menos una propiedad de la primera corriente a ser controlada en el sistema de separación electroestática. El método comprende adicionalmente la medición en intervalos de tiempo espaciados de al menos una de las variables de entrada del sistema de separación electroestática y la selección un intervalo objetivo para al menos una de las variables de entrada. El método comprende adicionalmente una comparación de la medida de la variable de salida con el intervalo objetivo para generar una señal de salida y el ajuste de al menos una de las variables de entrada en respuesta a un proceso basado en al menos en parte en la señal de salida.

De acuerdo con una o más modalidades, se proporciona un aparato para separar las mezclas particuladas que comprende un punto de alimentación configurado para recibir material particulado, un sistema de separación electroestática, un sensor con una comunicación fluida con el material particulado y configurado para medir una variable de salida del material particulado; y un control acoplado de manera operativa para recibir una señal de salida desde el sensor basado en al menos en parte en la variable de salida mensurada y controlar al menos una variable de entrada del sistema de separación electroestática basándose al menos en parte en la señal de salida.

De acuerdo con una o más modalidades, se proporciona un medio legible por computadora incluyendo señales legibles por computadora almacenadas allí que definen instrucciones que, como consecuencia de ser ejecutadas por el control, ordenan al control realizar un método de control del procesamiento de los materiales particulados utilizando un sistema de separación electroestática. El medio legible por computadora comprende la medición de al menos una variable de salida, la comparación de al menos una variable de salida con el intervalo objetivo, que genera una señal de salida basada en al menos una variable de salida y el intervalo objetivo; y el ajuste de al menos una variable de entrada basado al menos en parte en una señal de salida.

11

El sistema de control puede mantener los parámetros de salida dentro del intervalo objetivo mientras procesa para maximizar el rendimiento del producto primario de interés. El sistema de control también puede controlar el destino de la corriente primaria para desviar la producción a una ubicación de baja calidad durante los períodos en que el producto no se encuentra dentro de las especificaciones durante más de un determinado tiempo. Adicionalmente, el sistema de control puede redirigir el destino de la corriente primaria de vuelta a la ubicación de calidad, una vez que los cambios del sistema hayan devuelto la calidad de salida al intervalo objetivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se comprenderán mejor las características, aspectos y ventajas de la presente invención luego de considerarse las siguientes figuras en las cuales:

La FIG. 1 es una vista transversal que muestra la configuración general del sistema de separación a contracorriente de tipo correa.

La FIG. 2 es un esquema que ilustra un sistema de control de alimentación de acuerdo con una modalidad.

La FIG. 3 es un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento del sistema de control de procesos para controlar la pérdida de producto en el encendido (LOI) durante la separación electroestática de carbono sin quemar de la ceniza volante mientras se utiliza un electrodo de polaridad negativa superior, de acuerdo con una modalidad.

La FIG. 4a es un histograma que ilustra la LOI y la capacidad de rendimiento de un proceso no controlado para la separación electroestática de carbono sin quemar de cenizas volantes.

La FIG. 4b es un histograma que compara la LOI y la capacidad de rendimiento de un proceso no controlado para la separación electroestática de carbono sin quemar de cenizas volantes, de acuerdo con una modalidad.

La FIG. 5 es un histograma que muestra la variación en las medidas de LOI de muestra de camión producidas por un proceso no controlado para separación electroestática de carbono sin quemar de ceniza volante comparado con datos que muestran un diagrama similar para procesos controlados, de acuerdo con una modalidad; y

la FIG. 6 es un diagrama de flujo que ilustra conceptualmente el procedimiento de un sistema de control de procesos para controlar la LOI del producto durante la separación

electroestática de carbono sin quemar de cenizas volantes mientras se utiliza un esquema de electrodos de polaridad positiva superiores, de acuerdo con una modalidad.

Debe entenderse que estas figuras no son necesariamente a escala y que puede que se hayan omitido aquellos detalles que no sean necesarios o que dificulten la percepción de otros detalles. Se entenderá también que la invención no está limitada a las modalidades particulares que se ilustran en la presente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Es deseable que en la separación electroestática de materiales disímiles mediante el sistema de separación electroestática a contracorriente de tipo correa controlar determinadas variables de salida del proceso para producir una calidad de producción consistente. Sin embargo, las variables de entrada y otros parámetros físicos no mensurables de los materiales de alimentación que llevan a cabo el proceso fluctúan frecuentemente e influyen las variables de salida que el proceso intenta controlar. En algunos sistemas de procesamiento, las muestras de productos se toman a intervalos espaciados, por ejemplo, una vez cada media hora o una hora de operación. Se miden las variables de salida de interés para cada una de las muestras. El operador ajusta luego una o más de las variables de entrada luego de analizar cada una de las muestras, determinando la magnitud de cada cambio por la diferencia entre el valor de la muestra y el intervalo objetivo. Los ajustes del operador se basan

normalmente en su propia experiencia con el sistema en particular, en un intento de hacer que las variables de salida vuelvan a sus valores objetivo.

Dichos métodos conocidos de control de la separación electroestática tienen un problema que es que no se controlan las variables de salida durante los intervalos de tiempo entre el muestreo. Por tanto, si hay cambios en las variables de entrada o en otros parámetros físicos del proceso de separación electroestática que causan que se muevan los valores de las variables de salida por fuera del intervalo de valores que es deseable, no se detectarán los cambios hasta que se tome la siguiente muestra manual. Como resultado, puede que haya una cantidad sustancial del producto producido que no se encuentre dentro de las especificaciones del cliente. Otro problema con tales métodos conocidos de control del proceso de separación electroestática es que tales métodos se apoyan en el análisis subjetivo del operador para ajustar una o más de las variables de entrada, basándose en los valores de las variables de salida medidas en el laboratorio. Como resultado, los ajustes de las variables de entrada pueden variar frecuentemente entre operadores y, por tanto, tienen como consecuencia una calidad de producción no consistente. Más aun, muchas veces la respuesta no consistente de los operadores puede perjudicar el rendimiento del producto, ya que las decisiones incorrectas y una operación conservadora llevan a una operación menos que óptima donde el producto de valor se desecha con las impurezas.

15

En una modalidad, el sistema de control del proceso de separación electroestática puede compensar las variaciones en la calidad de alimentación de entrada o en otros parámetros físicos del proceso de separación electroestática ajustándole una o más de las variables de entrada al proceso para controlar una o más de las variables de salida del proceso y de ese modo producir una corriente de producción de calidad consistente.

En una modalidad, el sistema de control puede tener una amplia capacidad y flexibilidad para manejar una amplia variedad de materiales de alimentación de entrada y la geometría del separador. Puede separarse cualquier mezcla particulada disímil ya que al ponerse en contacto dos partículas, la partícula con mayor función de trabajo gana electrones y se carga negativamente mientras que la partícula con menor función de trabajo pierde electrones y se carga positivamente. Las mezclas o materiales particulados pueden comprender un primer componente en un primer porcentaje de un peso o volumen total de un material particulado y un segundo componente a un segundo porcentaje del peso o volumen total del material particulado, donde el primer porcentaje es mayor que el segundo. Adicionalmente a la separación de la ceniza volante, puede utilizarse el sistema, por ejemplo, para separar harina del salvado y concentrar jugos de fruta concentrados, así como para el beneficio de una variedad de minerales, incluyendo menas y minerales industriales. Las aplicaciones específicas minerales incluyen la purificación de los minerales de carbonato

16

de calcio que comprenden al menos uno de estos: calcita, piedra caliza, mármol, travertino, toba calcárea y creta mediante la eliminación de cuarzo, grafito, pirritas, dolomita, mica, sulfuros, otros contaminantes y combinaciones de estos; materiales derivados de dolomita mediante la eliminación de tremolita, cuarzo, pirita, otros contaminantes y combinaciones de estos; minerales de talco mediante la eliminación de sulfuros, calcita, dolomita, magnesita, pirita, cuarzo, grafito, carbonatos, tremolita, otros contaminantes y combinaciones de estos; minerales caolín mediante la eliminación de hierro, cuarzo, mica, otros contaminantes y combinaciones de estos; y materiales de potasa mediante la eliminación de halita, kieserita, otros contaminantes y combinaciones de estos. A pesar de que esto proporciona una indicación de la amplitud de posibilidades, la tecnología no se encuentra limitada únicamente a estas aplicaciones y tiene una amplia aplicabilidad cuando los diferentes materiales particulados se encuentran presente en fases discretas. Mientras que el separador procesa el material, se puede generar una primera corriente que comprende un primer componente, tal como carbonato de calcio, y se puede generar una segunda corriente que comprende un segundo componente, tal como un contaminante, por ejemplo, cuarzo.

En una modalidad del sistema, el sistema de control puede mantener la calidad del producto dentro de una especificación objetivo, mientras que, simultáneamente, maximiza el rendimiento del producto primario. El sistema de control también puede desviar

17

automáticamente la producción de la corriente primaria a una ubicación de baja calidad tal como un tanque o un depósito cuando la calidad de producción se encuentre por fuera de un intervalo objetivo durante más del tiempo predeterminado y devolverla cuando se encuentre nuevamente dentro de las especificaciones, proporcionando así otro medio para asegurar una calidad de producción superior en comparación con otros métodos.

En una modalidad, se proporciona un método para controlar el procesamiento de los materiales particulados utilizando un sistema de separación electroestática. Este método puede incluir el procesamiento de materiales particulados tal como se muestra en la FIG. 1.

En la FIG. 1, se ilustra esquemáticamente un ejemplo de un sistema de separación electroestática de tipo correa 10, en el cual se puede emplear un sistema de control de procesos. El sistema de separación por correas 10 incluye electrodos en paralelo 12 y 14/16 dispuestos longitudinalmente, definidos por la línea central longitudinal 25 y la correa 18 que viaja entre los electrodos separados en una dirección longitudinal. La correa forma un bucle continuo que se mueve por un par de rodillos 11,13. Se carga una mezcla particulada o un material particulado de una fuente de material particulado, tal como un tanque, un depósito o un silo en una correa 18 en un área de alimentación 26, o en un punto de alimentación configurado para recibir material particulado, entre los electrodos 14 y 16. La fuente del material

particulado puede ser un sistema o proceso localizado corriente arriba del sistema de separación. La correa 18 incluye segmentos de correa que viajan a contracorriente 17 y 19 que se mueve en direcciones opuestas para transportar los constituyentes de la mezcla particulada a lo largo de los electrodos 12 y 14/16.

Se crea un campo eléctrico en una dirección transversal entre los electrodos 12 y 14/16 aplicando un potencial al electrodo 12 de polaridad opuesta al potencial aplicado a los electrodos 14/16. Mientras se transportan los constituyentes de la mezcla particulada por los electrodos mediante la correa 18, las partículas se cargan y experimentan una fuerza en una dirección transversal a la línea central longitudinal 25 del sistema 10, debido al campo eléctrico. Este campo eléctrico mueve la partícula con carga positiva hacia el electrodo negativo y las partículas con carga negativa hacia el electrodo positivo. En última instancia, cada partícula se transfiere ya sea a la sección de eliminación del producto primario 24 o a la sección de eliminación del producto secundario 22 dependiendo de la carga de las partículas y de la polaridad de los electrodos. En determinados ejemplos, puede que un primer componente del material particulado tenga carga negativa y el segundo componente del material particulado puede tener carga positiva. En otros ejemplos, un primer componente del material particulado puede tener carga positiva y un segundo componente del material particulado puede tener carga negativa. En cualquiera de estos ejemplos, el sistema de separación electroestática puede operar con polaridad negativa

en el panel del electrodo superior y polaridad positiva en el panel del electrodo inferior o con polaridad positiva en el panel del electrodo superior y polaridad negativa en el panel del electrodo inferior. Sale del sistema una corriente efluente del producto primario desde la sección de eliminación del producto primario 24, mientras que una corriente efluente del producto secundario sale de la sección de eliminación del producto secundario 22. La carga que desarrolla una partícula determina a cuál electrodo será atraída y, por tanto, la dirección en la cual la correa llevará a la partícula. La magnitud de la carga de la partícula se determina por la afinidad por electrones relativa del material, es decir, la función de trabajo de la partícula. Cuanto más grande la diferencia en cuanto a la función de trabajo entre los materiales particulados discretos, mayor será la fuerza impulsora para la separación de las partículas.

La efectividad total del proceso de separación puede verse influenciada por muchos factores relacionados con la composición del componente de alimentación para el proceso de separación electroestática que varía normalmente en forma constante durante el curso del proceso en circunstancias industriales normales. Además, otros factores ambientales, que pueden ser controlables o no, pueden tener un impacto significativo en la función de trabajo de las partículas de la mezcla y, por consiguiente, en la procesabilidad en general. Estos factores ambientales incluyen la temperatura y la humedad relativa de la mezcla de alimentación, tal como se trata en la patente estadounidense No. 6,074,458.

Adicionalmente, la separación puede verse influenciada por una geometría de correa en específico, tal como se describe en la patente estadounidense No. 5,904,253, así como también por el desgaste continuo de la correa con el correr del tiempo. En general, esta combinación de variación natural en la calidad de la alimentación, los factores ambientales y el continuo desgaste de la correa 18 crea un ambiente donde el proceso debe controlarse y ajustarse continuamente para mantener cierto nivel de separación. Normalmente, estos ajustes afectan no solo a la pureza del producto sino también al rendimiento dividido entre las corrientes efluentes de los productos primarios y secundarios. Estas compensaciones entre la pureza y el rendimiento pueden llevar a una dificultad para optimizar la separación en todo momento durante una operación normal. El rendimiento puede definirse como el porcentaje de la corriente de alimentación que se envía a la salida de la corriente efluente del producto primario.

Las mayores variables de proceso que se utilizan en la práctica para controlar el proceso de separación electroestática también se ilustran en la FIG. 1. Estas variables incluyen la elección de la polaridad de los electrodos (positivos superiores y negativos inferiores o negativos superiores y positivos inferiores), la velocidad de la correa 18 que dispersa los electrodos, el espacio en la dirección transversal entre los electrodos 12 y 14/16, y la tasa de alimentación total de la mezcla particulada en el sistema 10. Además, otra variable que puede tener un impacto en la separación es la ubicación del área

de inyección de alimentación 26. En un ejemplo común de la práctica, se utiliza un sistema por el cual la alimentación puede inyectarse en múltiples ubicaciones en el largo longitudinal del sistema de separación, como se muestra en la FIG. 2. Este esquema muestra tres posibles ubicaciones para la introducción de la alimentación en el largo longitudinal del sistema de separación utilizando un aerodeslizador distribuidor, las cuales se denominan puerto de alimentación 1 (FP1), puerto de alimentación 2 (FP2) y puerto de alimentación 3 (FP3). Aquí, FP1 es el más cercano o próximo al punto de descarga para el producto secundario y FP3 es el más cercano o próximo al punto de descarga del producto primario. Sin embargo, la ubicación del puerto de alimentación puede encontrarse en uno o más puntos en cualquier parte en el largo longitudinal del sistema de separación, incluyendo cualquier punto entre el puerto de alimentación 1 y el puerto de alimentación 2. Por ejemplo, la ubicación del puerto de alimentación puede ser una ubicación de puerto de alimentación seleccionada del grupo que consta de una ubicación próxima a una salida de la primera corriente, una ubicación próxima a una salida de la segunda corriente, una ubicación en medio y combinaciones de estas. La opción óptima de ubicación de puertos de alimentación y de entrega del material particulado que separará el sistema variará dependiendo del grado de separación necesario, junto con una configuración para las otras variables de control o variables de entrada de uno o más electrodos con polaridad, velocidad de correa, tasa de alimentación, distancia de separación y humedad relativa de alimentación.

En algunas modalidades, un control puede facilitar o ajustar las variables del proceso. Por ejemplo, un control puede configurarse para ejecutar los procesos que se ilustran en el diagrama de flujo de las FIGs. 3 y 6, que se tratan a continuación. Mediante la ejecución de estos procesos, el control puede ajustar, por ejemplo, la velocidad de la correa, la distancia entre los electrodos, la tasa de alimentación, la ubicación de los puertos de alimentación, la humedad relativa de alimentación o cualquier otra variable de proceso del sistema para lograr una salida deseada.

En una modalidad, el sistema de separación electroestática se opera controlando una o más de las variables de entrada para lograr la separación deseada o para lograr una concentración o contenido deseado de un componente en particular en la corriente efluente del producto primario o un rendimiento deseado. El sistema de separación electroestática puede operarse en un voltaje entre alrededor de 3 kV y 14 kV, más preferentemente entre alrededor de 5 kV y 10 kV. La velocidad de la correa puede operarse a una velocidad de entre 182,88 y 1280,16 m/s, más preferentemente entre alrededor de 365,76 y 914,4 m/s. El sistema puede operarse con un intervalo de espacio de entre alrededor de 5,08 y 25,4 mm, más preferentemente entre alrededor de 7,62 y 15,24 mil. La tasa de alimentación del material particulado que se alimenta al sistema de separación puede ser de entre alrededor de 10 y 60 toneladas por hora por pie del ancho del electrodo, más

preferentemente entre alrededor de 15 y 45 toneladas por hora por pie del ancho del electrodo. La humedad relativa de alimentación puede ser de entre 1 y 15 por ciento, más preferentemente entre alrededor de 1 y 4 por ciento.

Se proporciona un sistema de control que controla continua o intermitentemente la calidad de las corrientes de producción y proporciona al menos un sistema de control que manipula, ajusta o controla al menos una de las variables de control primarias o variables de entrada, o múltiples de ellas, para mantener los productos dentro de las especificaciones objetivo, mientras que, simultáneamente, se optimiza el rendimiento dividido entre las corrientes de producción primaria y secundaria. Tal como se trató con anterioridad, esto es a menudo difícil de lograr utilizando la tecnología existente conocida debido a la naturaleza siempre cambiante de la mezcla de alimentación, acoplada con la interacción compleja entre las variables de control primarias.

En determinadas modalidades, el método para controlar el procesamiento de los materiales particulados utilizando un sistema electroestático comprende el procesamiento de un material particulado en un sistema de separación electroestática para recuperar una primera corriente, o una primera corriente de producción, que se diluye en al menos un componente de una corriente entrante de alimentación y una segunda corriente, o segunda corriente de producción, que se concentra en al menos uno de los componentes de la alimentación entrante. Puede determinarse

al menos una de las variables de entrada del proceso de separación electroestática y al menos una de las variables de salida que indique al menos una de las propiedades de la primera corriente a controlar en el sistema de separación electroestática. La al menos una de las variables de salida puede medirse en intervalos de tiempo espaciados y puede seleccionarse un intervalo objetivo para la al menos una variable de salida. Puede compararse la variable de salida medida con un intervalo objetivo para generar una señal de salida y la al menos una variable de entrada puede ajustarse basándose al menos en parte en la señal de salida. Este método puede realizarse utilizando un sistema de control y el ajuste de al menos una de las variables de entrada puede lograrse automáticamente.

Los intervalos de tiempo espaciados pueden ser cualquiera de los intervalos adecuados para obtener las mediciones que pueden controlar el sistema de una forma deseada, por ejemplo, para lograr una LOI deseada, una concentración de un contaminante o un rendimiento. En algunas modalidades, los intervalos pueden ser de menos de 20 minutos o de menos de 10 minutos.

Con referencia a la FIG. 3, se ilustra un diagrama de flujo que describe conceptualmente los procedimientos utilizados por un sistema de control y los cuales pueden implementarse por un control para el proceso de separación electroestática, de acuerdo con una modalidad, al aplicarse en la eliminación de carbono sin quemar de ceniza volante utilizando una polaridad negativa

25

superior. Aquí las variables de control principal, o variables de entrada, del separador son la tasa de alimentación (FR), la velocidad de correa (BS), la distancia entre los electrodos (GAP) y el puerto de alimentación (FP). Una variable de salida clave que controla el desempeño del separador se encuentra con un torque de correas, lo cual se controla (TRQ) y promedia (TRQ_{avg}). La variable de salida de interés en este sistema de control en particular es la pérdida en el encendido (LOI), pero, en otros ejemplos, puede ser el rendimiento o la concentración de otro componente tal como un contaminante. La LOI puede definirse como el carbono que queda sin quemar durante el encendido en la cámara de combustión de una caldera en una planta de energía. En algunas modalidades, es deseable mantener la LOI a 2.5% o menos. La medida de LOI proporciona información para el cálculo de la media móvil (LOI_{avg}) la cual, a su vez, se utiliza para compararse con el intervalo objetivo (LOI_{min} a LOI_{max}). Pueden controlarse otras variables de salida, tal como el rendimiento relacionado con el porcentaje de la corriente de alimentación distribuida a la salida de la corriente efluente de producción primaria. El sistema de control predice los ajustes a las variables de control principal o variables de entrada (del FR, del BS, del GAP y del FP), tal como se ilustra en la FIG. 3.

En determinadas modalidades, el sistema puede utilizar una o más variables de entrada y puede ajustar una o más variables de entrada simultáneamente o en orden secuencial. En algunas modalidades, por ejemplo, el sistema utiliza la velocidad de la

correa como una primera variable de entrada que puede ajustarse como un parámetro de control primario. El espacio puede utilizarse como una segunda variable de entrada que puede ajustarse como un parámetro de control secundario, en algunas modalidades, por ejemplo, si la velocidad de la correa alcanza un máximo del intervalo operativo. La tasa de alimentación puede utilizarse como una tercera señal de entrada que puede ajustarse como un parámetro de control terciario, en determinadas modalidades, por ejemplo, si la velocidad de la correa alcanza un máximo de intervalo operativo y el espacio alcanza un mínimo de intervalo operativo. El sistema de control hace los ajustes adecuados para mantener una característica o propiedad de la corriente de producción primaria, tal como LOI, dentro de un intervalo objetivo, mientras que maximiza el rendimiento del producto primario producido.

Con referencia a la FIG. 6, se ilustra otro diagrama de flujo que describe conceptualmente los procedimientos del sistema de control del procesos de separación electroestática que puede implementarse por un control, al aplicarse a la eliminación del carbono sin quemar de la ceniza volante utilizando una polaridad positiva superior. Este sistema de control utiliza las mismas variables de control principal del separador de la tasa de alimentación (FR), la velocidad de la correa (BS), la distancia entre los electrodos (GAP), la ubicación del puerto de alimentación (FP) y el torque de correas (TRQ y TRQ_{avg}). Nuevamente la variable de salida de interés es la LOI, junto con el promedio de LOI_{avg} y el intervalo objetivo de LOI_{min} a LOI_{max} . En este caso de

polaridad opuesta, se realizan los ajustes a las variables primarias utilizando del FR, del BS, delGAP y delFP, tal como se ilustra en la Figura 6. Aquí, el sistema utiliza un puerto de alimentación como parámetro de control primario y el espacio como el parámetro de control secundario. Nuevamente, el sistema de control hace los ajustes adecuados para mantener la LOI del producto primario dentro de un intervalo objetivo conciso, mientras que maximiza el rendimiento del producto primario producido. También se incluye un control automático de desviación y retorno para asegurar la recolección de un producto de calidad en todas las circunstancias. Este ejemplo proporciona aun otro ejemplo del sistema de control para la separación electroestática de acuerdo con una modalidad.

Un control de proceso satisfactorio requiere una medición precisa, confiable y en línea de las variables de control de salida, o variables de salida, de interés. En una modalidad, la medición en línea puede lograrse mediante el uso de al menos un sensor. Estos datos sin procesar pueden utilizarse ya sea directamente (es decir, una medición en línea) para compararse con un intervalo objetivo o puede utilizarse una media móvil de dos o más mediciones para mejorar la precisión en general. Puede utilizarse cualquier analizador en línea para obtener una medición deseada de, por ejemplo, LOI o una concentración de un componente o contaminante. Por ejemplo, puede utilizarse un analizador en línea que utiliza una técnica de quemado a alta temperatura o una técnica de microondas para la evaluación del contenido de carbono

en la ceniza volante. Si se indicasen ajustes, el sistema de control determinará un nuevo conjunto de condiciones óptimas de operación y realizará los cambios a las mayores variables de salida operativas con el objetivo de volver dentro de las especificaciones a las variables de salida controladas. Si luego de un período de tiempo predeterminado la variable de salida controlada de interés no se encuentra dentro de las especificaciones, el sistema de control puede desviar el destino del sistema de transferencia para el producto primario desde el destino de calidad de producción a una ubicación fuera de las especificaciones para evitar la contaminación del producto de calidad. Una vez que los cambios indicados en el proceso resultaron en que la calidad de la corriente primaria vuelve a estar dentro de las especificaciones, el sistema de control devolverá el flujo de transferencia al silo de calidad. Esto constituye un avance significativo para asegurar la calidad mejorada de los procesos controlados.

Ejemplos

De acuerdo con un ejemplo, el sistema de control se aplica a la aplicación del producto de remover el carbono sin quemar de la ceniza volante. En este caso, el sistema de control de procesos se emplea con un separador electroestático de tipo correa, tal como se ilustra esquemáticamente en las FIGs. 1 y 2. El ejemplo de separador utiliza ceniza volante de una planta de energía que quema carbón bituminoso en calderas por combustión tangencial

equipadas con controles con bajo óxido de nitrógeno. Sin embargo, debe entenderse que el sistema de control de procesos puede utilizarse igualmente bien con ceniza volante formada a partir de otros tipos de materias primas y configuraciones en la planta de energía. La geometría específica del separador del presente ejemplo utiliza polaridad negativo en el panel del electrodo superior y polaridad positiva en el electrodo inferior. El producto primario del separador es una corriente de ceniza volante concentrada y la variable de salida de interés es la concentración o porcentaje de carbono sin quemar en la corriente, tal como se mide mediante la pérdida en el encendido (LOI).

Para este ejemplo, los parámetros operativos iniciales incluyeron una tasa de alimentación de 35 toneladas por hora, una velocidad de correa de 914,4 cm/s, un espacio entre los electrodos de 11,43 mm y una ubicación del puerto de alimentación 3 tal como se muestra en la FIG. 2.

Se utilizó un analizador en línea de LOI para controlar la calidad de la corriente de producción para proporcionar las mediciones de LOI por separado en intervalos de tiempo espaciados. Se realizó una media móvil de tres mediciones en intervalos de alrededor de cuatro a siete minutos para reducir la variación en el análisis y ayudar a asegurar un muestreo representativo. El valor promedio se comparó luego con un intervalo objetivo de LOI que comprende un mínimo objetivo aceptable y un máximo objetivo aceptable. No se realizaron cambios a ninguna de las variables de

entrada cuando los valores promedio de LOI medidos se encontraron dentro del intervalo objetivo. Se hicieron ajustes a las variables de entrada principales basándose en las normas que venían con el sistema de control de separación. Este sistema de control se determinó empíricamente para una geometría dada del separador y para unas propiedades normales de alimentación de entrada de la ceniza que pueden ser influenciadas por la fuente del carbón y las condiciones específicas de las calderas de la planta de energía.

Tal como se muestra en la FIG. 3, se ilustra un diagrama de flujo que describe conceptualmente los procedimientos utilizados por el sistema de control para procesos de separación electroestática, al aplicarse a la eliminación del carbono sin quemar de la ceniza volante utilizando una polaridad negativa superior, como en el presente ejemplo. Aquí las variables principales de control del separador eran la tasa de alimentación (FR), la velocidad de la correa (BS), el espacio entre los electrodos (GAP) y la ubicación del puerto de alimentación (FP). Una variable de salida clave que controla el desempeño del separador se encuentra con un torque de correas, lo cual se controla (TRQ) y promedia (TRQ_{avg}) continuamente. La variable de salida fue la pérdida en encendido (LOI) que proporcionó una entrada al cálculo de la media móvil (LOI_{avg}) la cual, a su vez, se utilizó para comparar con el intervalo objetivo (LOI_{min} a LOI_{max}). El sistema de control predice los ajustes a las variables primarias (del FR, del BS, del GAP y del FP), tal como se ilustra en la FIG. 3. En general, el sistema utiliza una velocidad de correa como el

parámetro de control primario, mientras que mantiene constante todos los demás parámetros. El sistema de control hizo los ajustes adecuados para mantener la LOI del producto primario dentro de un intervalo objetivo conciso, mientras que maximiza el rendimiento del producto primario producido. Al disminuir la velocidad de correa, aumenta el producto con LOI. Adicionalmente, al disminuir la velocidad de correa, aumenta el rendimiento.

A continuación se proporciona un ejemplo que muestra la calidad significativa del producto y los beneficios en el rendimiento que ofrece el sistema de control. Se encontró que un beneficio del sistema de control que es la habilidad de obtener rápidamente y mantener la calidad de producción dentro de un conciso intervalo objetivo, lo cual es extremadamente ventajoso para proporcionar a potenciales clientes un producto con una calidad de producción consistente.

La FIG. 4a proporciona un histograma de la calidad de producción durante el curso de un día de operación comercial para el proceso estándar utilizando un control operativo tradicional, comparado con un histograma similar donde un separador utiliza un sistema de control, tal como se muestra en la FIG. 4b. La FIG. 4b muestra que el sistema de control ofrece una respuesta mucho más rápida y mantiene satisfactoriamente la calidad de producción dentro del intervalo objetivo durante la producción, mientras que la calidad de la alimentación entrante varía continuamente. La FIG. 4a muestra que el proceso convencional experimenta de manera

32

rutinaria períodos prolongados en que la calidad de producción se encuentra por fuera del intervalo objetivo. Dado que para esta aplicación que se encuentra por fuera de las especificaciones de producción en el extremo máximo del intervalo objetivo es peor que operar en menor cantidad fuera de las especificaciones, existe una tendencia natural para los operadores a equivocarse en el extremo mínimo de las especificaciones lo cual es aparente en la FIG 4a. Sin embargo, hay normalmente ineficiencias operativas introducidas por la presente práctica que tienen como resultado rendimientos menos que óptimos. El sistema de control ofrece una clara ventaja que opera en condiciones óptimas en todo momento, lo cual lleva a rendimientos significativamente mayores tal como se demuestra en la FIG. 4b en comparación con la FIG. 4a.

En algunas modalidades, el sistema de control también puede ser capaz de ofrecer a los clientes de manera consistente un producto con una calidad de constante y que no varíe. La propiedad deseada de un producto más uniforme y controlado se ilustra adicionalmente en la FIG. 5, la cual muestra un histograma de un producto con LOI para una planta comercial operativa con un control operativo tradicional, junto con un histograma para la misma planta luego de la implementación completa de un proceso de control de separación. Estas distribuciones representan cientos de muestras en camiones incluidas a lo largo de muchos meses. En ambos casos, el intervalo objetivo deseado para la LOI del producto fue de 2.0 a 2.5 por ciento para esta operación comercial, y los datos recolectados para el proceso se ven mucho

33

mejor centrados dentro del intervalo y con una distribución más reducida tal como lo indican los dos picos. Un beneficio adicional del sistema de control deriva también de una reducción significativa en el costo operativo del trabajo mediante la implantación de un control automatizado. En este caso, en realidad el trabajo directo se redujo a la mitad para la instalación automatizada en comparación con la operación previa de control del operador. Este gran avance se consiguió reduciendo el número de muestras que recolectaban manualmente los operadores y llevando a cabo análisis de LOI desde 196/día a menos de 20 muestras comprobadas periódicamente junto con una atención significativamente menor por parte del operador para una operación de separación normal. Esta reducción en el costo es clave para asegurar que la tecnología electroestática sigue siendo viable desde el punto de vista económico para las aplicaciones de separación tales como esta.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar el procesamiento de materiales particulados utilizando un sistema de separación electroestática, tal método comprende:

procesar un material particulado en un sistema de separación electroestática tipo correa contra corriente para recuperar una primera corriente diluida en al menos uno de los componentes de una alimentación entrante y una segunda corriente que se concentra en al menos un componente de la alimentación entrante;

determinar al menos una variable de entrada del proceso de separación electroestática y al menos una variable de salida que indique al menos una propiedad de la primera corriente a ser controlada en el sistema de separación electroestática;

medición en línea a intervalos de tiempo espaciados de al menos una variable de salida del sistema de separación electroestática usando un analizador en línea;

seleccionar un intervalo objetivo para al menos una variable de salida;

comparar la variable de salida medida con el intervalo objetivo para generar una señal de salida; y

35

automáticamente ajustar mediante un sistema de control la al menos una variable de entrada en respuesta a un proceso basado al menos en parte en una señal de salida.

2. El método de la reivindicación 1, donde al menos una variable de entrada se selecciona de un grupo que consta de polaridad, voltaje, velocidad de correa, tasa de alimentación, ubicación del puerto de alimentación, espacio de los electrodos, humedad relativa de la alimentación y combinaciones de estos.

3. El método de la reivindicación 1, donde el procesamiento de materiales particulados en el sistema de separación electroestática comprende operar a un voltaje de entre 3 y 14 kV.

4. El método de la reivindicación 3, donde el voltaje se encuentra entre alrededor de 5 y 10 kV.

5. El método de la reivindicación 1, donde el procesamiento de materiales particulados en el sistema de separación electroestática comprende operar una correa a una velocidad de entre alrededor de 3,0 m/s y 21,3 m/s.

6. El método de la reivindicación 5, donde la velocidad se encuentra entre 6,1 m/s y 15,2 m/s.

7. El método de la reivindicación 1, donde el procesamiento de materiales particulados en el sistema de separación electroestática comprende operar el sistema con un espacio entre electrodos de 5,1 mm y 25,4 mm.

8. El método de la reivindicación 7, donde el espacio entre los electrodos es de entre 7,6 mm y 15,2 mm.

9. El método de la reivindicación 1, donde la humedad relativa de alimentación es de entre 1 y 15 por ciento.

10. El método de la reivindicación 9, donde la humedad relativa de alimentación es de entre alrededor de 1 y 4%.

11. El método de la reivindicación 1, donde el procesamiento de los materiales particulados en el sistema de separación electroestática comprende alimentar el material de partida a una tasa de alimentación de entre 8927 y 50587 kg por hora por metro del ancho de un electrodo.

12. El método de la reivindicación 11, donde la tasa de alimentación es de entre 11902 y 38684 kg por hora por metro del ancho de un electrodo.

13. El método de la reivindicación 1, donde el procesamiento de materiales particulados en el sistema de separación

electroestática comprende suministrar el material particulado a una ubicación del puerto de alimentación.

14. El método de la reivindicación 1, donde la variable de salida es la concentración de uno de los componentes de la alimentación entrante.

15. El método de la reivindicación 14, donde medir la variable de salida en intervalos de tiempo espaciados comprende medir la variable de salida utilizando un analizador en línea.

16. El método de la reivindicación 15, donde los intervalos de tiempo espaciados son menores de 20 minutos.

17. El método de la reivindicación 16, donde los intervalos de tiempo espaciados son menores de 10 minutos.

18. El método de la reivindicación 16, donde dicha variable de salida se calcula como un valor promedio de una medición en línea obtenida en intervalos de tiempo espaciados.

19. El método de la reivindicación 18, donde dicha variable de salida bajo control se calcula como un valor promedio de dos o más medidas realizadas en línea obtenidas en intervalos de tiempo espaciados.

20. El método de la reivindicación 2, en donde en la etapa de procesar el material particulado, este último es ceniza volante de generación a carbón que contiene carbono sin quemar, donde la primera corriente se encuentra diluida en un contenido de carbono y la segunda corriente se encuentra concentrada en un contenido de carbono, y la variable de salida es una pérdida en el encendido (LOI) de la primera corriente.

21. El método de la reivindicación 20, caracterizado por ajustar el proceso con base en parte de las múltiples variables de entrada y en donde la variable de salida es la LOI.

22. El método de la reivindicación 21, donde las múltiples variables de entrada se ajustan para obtener una calidad LOI consistente dentro del rango del intervalo objetivo mientras que, simultáneamente, maximiza el rendimiento de la primera corriente que se diluye en el contenido de carbono.

23. El método de la reivindicación 20, donde la LOI se mide utilizando un analizador en línea.

24. El método de la reivindicación 23, donde el analizador en línea utiliza una técnica de quemado a alta temperatura para la evaluación del contenido de carbono de la ceniza volante en intervalos de tiempo espaciados.

35

25. El método de la reivindicación 23, donde el analizador en línea utiliza una técnica de microondas para la evaluación del contenido de carbono de la ceniza volante en intervalos de tiempo espaciados.

26. El método de la reivindicación 20, donde el sistema de separación electrostática opera con una polaridad negativa en un panel de electrodo superior y una polaridad positiva en un panel de electrodo inferior.

27. El método de la reivindicación 26, donde la alimentación entrante se suministra a través de un puerto de alimentación seleccionado de un grupo que consta de una ubicación cerca de una salida de una primera corriente, una ubicación cerca de una salida de la segunda corriente, una ubicación entre estas y combinaciones de estos.

28. El método tal cual se define en la reivindicación 26, donde el proceso utiliza velocidad de correa como una primera variable de control y se ajusta utilizando la relación entre una LOI objetivo menos un valor promedio de una LOI medida durante un intervalo de tiempo separado.

29. El método tal cual se define en la reivindicación 28, donde el proceso utiliza un espacio entre electrodos como una segunda variable de control si la velocidad de correa alcanza un máximo de intervalo operativo y se ajusta utilizando la relación

entre una LOI objetivo menos un valor promedio de una LOI medida durante un intervalo de tiempo separado.

30. El método de la reivindicación 29, donde el proceso utiliza una tasa de alimentación como una variable de control terciaria si la velocidad de correa alcanza un máximo de intervalo operativo y el espacio entre electrodos alcanza un mínimo de intervalo operativo, y se ajusta utilizando la relación entre una LOI objetivo menos un valor promedio de una LOI medida durante un intervalo de tiempo separado.

31. El método tal cual se define en la reivindicación 20, donde el sistema de separación electroestática opera con una polaridad positiva en un panel de electrodo superior y una polaridad negativa en un panel de electrodo inferior.

32. El método tal cual se define en la reivindicación 31, donde el proceso utiliza una ubicación de puerto de alimentación y/o un espacio entre electrodos como una variable de control primaria, y se ajusta utilizando la relación entre una LOI objetivo menos un valor promedio de una LOI medida durante un intervalo de tiempo separado.

33. El método tal cual se define en la reivindicación 31, donde el proceso utiliza una tasa de alimentación como una variable de control terciaria si la ubicación del puerto de alimentación se encuentra próxima a una salida de una segunda

corriente y el espacio entre electrodos alcanza un mínimo de intervalo operativo, y se ajusta utilizando la relación entre una LOI objetivo menos un valor promedio de una LOI medida durante intervalos de tiempo separados.

34. El método de la reivindicación 2, donde los materiales particulados comprenden un primer componente en un primer porcentaje de un peso total del material particulado y un segundo componente a un segundo porcentaje del peso total del material particulado, donde el primer porcentaje es mayor que el segundo porcentaje.

35. El método de la reivindicación 34, donde el material particulado comprende al menos un mineral industrial que comprende al menos un contaminante.

36. El método de la reivindicación 35, donde el mineral industrial comprende carbonato de calcio que contiene minerales que comprenden al menos uno de los siguientes: calcita, piedra caliza, mármol, travertina, toba calcárea, y creta, y donde al menos uno de los contaminantes comprende cuarzo, piritas, dolomita, mica, grafito, sulfuros y combinaciones de estos, donde la primera corriente se concentra en carbonato de calcio y la segunda corriente se concentra en al menos un contaminante, y dicha variable de salida es una concentración de contaminantes de la primera corriente.

37. El método de la reivindicación 35, donde el mineral industrial comprende creta y donde al menos uno de los contaminantes comprende al menos uno de los siguientes: pirita, sulfuro, grafito, carbonatos, calcita, magnesita, cuarzo y tremallita, donde la primera corriente se concentra en creta y la segunda corriente se concentra en al menos un contaminante, y dicha variable de salida es una concentración de contaminantes de la primera corriente.

38. El método de la reivindicación 35, donde el material particulado comprende potasa y donde al menos uno de los contaminantes comprende halita y kieserita, donde la primera corriente se concentra en potasa y la segunda corriente se concentra en al menos un contaminante, y dicha variable de salida es una concentración de un contaminante de la primera corriente.

39. El método de la reivindicación 35, donde la variable de salida es la concentración de contaminante de la primera corriente y el proceso se ajusta basándose en múltiples variables de entrada.

40. El método de la reivindicación 39, caracterizado por reducir el contenido de contaminantes dentro del intervalo objetivo y maximizar el rendimiento de la primera corriente de producción que se diluye en el contenido de contaminante mediante ajustar las múltiples variables de entrada.

41. El método de la reivindicación 40, donde múltiples variables de entrada comprenden polaridad, velocidad de correa, tasa de alimentación, ubicación de puerto de alimentación y espacio entre los electrodos.

42. El método de la reivindicación 34, donde la concentración de contaminante se mide utilizando un analizador en línea.

43. El método de la reivindicación 35, donde la variable de salida se calcula como un valor promedio de una de las mediciones en línea de contaminantes obtenidas en intervalos de tiempo espaciados.

44. El método de la reivindicación 43, donde la variable de salida se calcula como un valor promedio de dos o más de las mediciones en línea de contaminantes obtenidas en intervalos de tiempo espaciados.

45. El método tal cual se define en la reivindicación 34, donde el primer componente tiene carga positiva y el segundo componente tiene carga negativa, y el sistema de separación electroestática opera con una polaridad positiva en un panel de electrodo superior y una polaridad negativa en un panel de electrodo inferior.

46. El método de la reivindicación 45, donde la alimentación entrante se distribuye a través de una ubicación de puerto de alimentación seleccionada de un grupo que consta de una ubicación aproximada a una salida de una primera corriente, una ubicación aproximada a una salida de la segunda corriente, una ubicación entre estas y combinaciones de estos.

47. El método de la reivindicación 45, donde el proceso utiliza una velocidad de correa como una primera variable de control y se ajusta utilizando una relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo de tiempo espaciado.

48. El método tal cual se define en la reivindicación 45, donde el proceso utiliza un espacio entre electrodos como una variable de control secundaria si la velocidad de correa alcanza un mínimo de intervalo operativo y se ajusta utilizando la relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo de tiempo espaciado.

49. El método de la reivindicación 45, donde el proceso utiliza una tasa de alimentación como una variable de control terciaria si la velocidad de correa alcanza un máximo de intervalo operativo y el espacio entre electrodos alcanza un mínimo de intervalo operativo, y se ajusta utilizando la relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo de tiempo espaciado.

50. El método de la reivindicación 34, donde el primer componente tiene carga positiva y el segundo componente tiene carga negativa, y el sistema de separación electroestática opera con una polaridad negativa en un panel de electrodo superior y una polaridad positiva en un panel de electrodo inferior.

51. El método de la reivindicación 50, donde el proceso utiliza una ubicación de puerto de alimentación como una variable de control primaria y se ajusta utilizando una relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo espaciado.

52. El método de la reivindicación 50, donde el proceso utiliza una velocidad de correa como una variable de control secundaria y se ajusta utilizando una relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo de tiempo espaciado.

53. El método de la reivindicación 50, donde el proceso utiliza una tasa de alimentación como una variable de control terciaria si la ubicación del puerto de alimentación se encuentra próxima a una salida de una segunda corriente y el espacio entre electrodos alcanza un mínimo de intervalo operativo, y se ajusta utilizando una relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo de tiempo espaciado.

46

54. El método de la reivindicación 34, donde el primer componente tiene carga negativa y el segundo componente tiene carga positiva y el sistema de separación electroestática opera con una polaridad positiva en un panel de electrodo superior y una polaridad negativa en un panel de electrodo inferior.

55. El método de la reivindicación 54, donde el proceso utiliza la ubicación de puerto de alimentación como una primera variable de control y se ajusta utilizando una relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo espaciado.

56. El método de la reivindicación 50, donde el proceso utiliza una velocidad de correa como una variable de control secundaria y se ajusta utilizando una relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo de tiempo espaciado.

57. El método de la reivindicación 54, donde el proceso utiliza una tasa de alimentación como una variable de control terciaria si la ubicación del puerto de alimentación se encuentra próxima a una salida de una segunda corriente y el espacio entre electrodos alcanza un mínimo de intervalo operativo, y se ajusta utilizando una relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo de tiempo espaciado.

57

58. El método tal cual se define en la reivindicación 34, donde el primer componente de la mezcla a separarse tiene carga negativa y el segundo componente tiene carga positiva y el sistema de separación electroestática opera con una polaridad negativa en un panel de electrodo superior y una polaridad positiva en un panel de electrodo inferior.

59. El método de la reivindicación 58, donde la alimentación entrante se distribuye a través de una ubicación de puerto de alimentación seleccionada de un grupo que consta de una ubicación próxima a una salida de una primera corriente, una ubicación aproximada a una salida de la segunda corriente, una ubicación entre estas y combinaciones de estas.

60. El método de la reivindicación 58, donde el proceso utiliza una velocidad de correa como una variable de control primaria y se ajusta utilizando una relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo de tiempo espaciado.

61. El método tal cual se define en la reivindicación 58, donde el proceso utiliza un espacio entre electrodos como una variable de control secundaria si la velocidad de correa alcanza un mínimo de intervalo operativo, y se ajusta utilizando la

48

relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo de tiempo espaciado.

62. El método de la reivindicación 58, donde el proceso utiliza una tasa de alimentación como una variable de control terciaria si la velocidad de correa alcanza un máximo de intervalo operativo y el espacio entre electrodos alcanza un mínimo de intervalo operativo, y se ajusta utilizando la relación entre un intervalo objetivo menos un valor promedio de un valor medido durante un intervalo de tiempo espaciado.

63. El método de la reivindicación 2, que comprende adicionalmente enviar la primera corriente a una ubicación de baja calidad.

64. El método de la reivindicación 63, donde enviar la corriente a una ubicación de poca calidad se basa en al menos una parte en comparar la variable de salida medida con un intervalo objetivo.

65. Un aparato para separar mezclas particuladas que comprende:

un punto de alimentación para recibir el material particulado;

45

un sistema de separación electroestática tipo correa contra corriente;

un sensor en línea con una fluida comunicación con el material particulado y configurado para medir una variable de salida del material particulado y

un control acoplado de manera operativa para recibir una señal de salida del sensor en línea basándose al menos en parte en una variable de salida medida y el control de al menos una variable de entrada del sistema de separación electroestática basado al menos en parte en la señal de salida.

66. El aparato de la reivindicación 65, que comprende adicionalmente una línea de reciclaje conectada de forma fluida a una salida del sistema de separación electroestática y una entrada del sistema.

67. El aparato de la reivindicación 66, donde la salida del sistema de separación electroestática es una salida de producto primario.

68. El aparato de la reivindicación 65, que comprende adicionalmente una fuente de material particulado de un sistema ubicado corriente arriba de un sistema de separación electroestática.



69. El aparato de la reivindicación 65, donde al menos una variable de entrada se selecciona de un grupo que consta de polaridad, velocidad de correa, tasa de alimentación, ubicación del puerto de alimentación y espacio de los electrodos.

70. El aparato de la reivindicación 65, en donde dicho punto de alimentación recibe ceniza volante de generación a carbón que comprende carbono sin quemar.

71. El aparato de la reivindicación 65, donde el sensor es un detector de pérdida de corriente en una salida del sistema de separación electroestática en el encendido (LOI).

15