


Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Rad: 07-020786-00001-0000
Fec: 2007-04-09 17:03:26 Dep. 2020 MUECREACIONES
Tra. 11 PATENTE Y
Eve: 375 FASE NACIONAL
Act 328 COTINFORMACION Folios: 30

**FORMULARIO UNICO DE CORRECCIONES Y MODIFICACIONES
2000-F03**

1	SOLICITUD DE: ☐ Corrección de Error Material ☒ Modificación a una solicitud	
2 SOLICITANTE	Nombre: MICROCOAL INC. sociedad constituida y existente bajo las leyes del estado del Estado de Delaware, Estados Unidos de América. Dirección: Suite 214, 5301 Limestone Road, City of Wilmington, Newcastle, Delaware 19808, Estados Unidos de América Domicilio: Newcastle, Delaware, Estados Unidos de América Teléfono: 546 09 70 Fax: 547 31 70 E-mail: clientes@camyp.com	IDENTIFICACION C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Número: _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: Emilio FERRERO Dirección: Carrera 4ª No. 72-35 Teléfono: 347 36 11 Fax: 211 86 50 E-mail: caveller@caveller.com	IDENTIFICACION C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Número: 438.019 TP 31.929
4	Número de expediente: <u>07.020.786</u>	
5	Descripción de la corrección o modificación solicitada: Se presenta nuevo capítulo descriptivo con 28 hojas con el objeto de que se realice el examen de patentabilidad sobre el mismo.	
6	Comprobante de pago No. Fecha:	
7	Anexos ☒ Comprobante de pago de la tasa por \$ 99.000 ☐ Poderes, si fuere el caso ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal de las partes, cuando sean personas jurídicas.	
8	NOMBRE: EMILIO FERRERO FIRMA:  C.C. 438.019 de Usaquén T.P.A. 31.929	

NNJ

CONTROL DE ENERGIA EN UNA PLANTA DE GENERACION DE ENERGIA

CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a métodos de control de
5 energía en instalaciones que queman combustible fósil sólido.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las instalaciones que producen energía luchan con la demanda no uniforme de electricidad durante cada ciclo
10 diariamente. Durante el período de un día, la demanda a cambio en una base por hora, con períodos de demanda pico típicamente en la mañana y tarde y baja demanda durante la noche. La separación entre los niveles de alta demanda y baja demanda puede alcanzar sobre 30% del nivel de demanda de luz.
15 Puesto que la electricidad es un producto que no se puede almacenar en su forma bruta, una gran cantidad de una capacidad de generación de la instalación no es utilizada eficientemente. Además, las frecuentes fluctuaciones grandes de niveles de generación son costosas en términos de costos
20 de operación y desgaste mecánico, particularmente en plantas de energía que queman combustible fósil sólido tal como carbón.

Las instalaciones de energía eléctrica que queman combustible fósil están operando un proceso que convierte el
25 calor contenido en el combustible a vapor, el cual luego impulsa una turbina que genera electricidad. Un proceso de la instalación caldeoado con carbón contiene unidades de manejo de carbón y preparación de carbón, calderas con quemadores, unidades de tratamiento de escorias y emisión, instalaciones
30 relacionadas con generación y turbina, unidades de

tratamiento de agua y auxiliares.

Los sistemas de manejo y preparación de carbón incluyen instalaciones de descarga para trenes, barcazas u otros medios de transportación, parque de materiales de carbón el cual típicamente almacena carbón para 1.5-2 meses de producción, instalaciones de manejo de materiales para llevar el carbón desde el parque de materiales a la planta, alimentadores de carbón, planta de pulverización e instalaciones de alimentación a los quemadores de las calderas.

Las plantas de generación de energía caldeadas con carbón son costosas y complejas de operar con dinámicas de proceso muy lentas. Una planta de energía caldeada con carbón requiere muchas horas de preparación antes que la generación de electricidad pueda comenzar, haciéndola no económica para apagarla durante períodos de baja demanda. Al mismo tiempo, las unidades de generación de energía se deben sincronizar estrechamente con su carga para las consideraciones de integridad y seguridad de operación de la planta. Si la demanda se reduce a un nivel por debajo de un valor crítico, el carbón combustible solo no puede mantener suficientemente las condiciones térmicas necesarias de la caldera, y otros combustibles tal como diesel se deben usar conjuntamente con el carbón para mantener la caldera a las condiciones apropiadas. Esta es una condición indeseada que incrementa el gasto de operación.

Para reducir el espacio de carga entre períodos de alta demanda y baja demanda para igualar las demandas, las instalaciones implementan una estrategia de fijación de precios de tiempo de us agresiva para alentar a los usuarios

a reducir el consumo durante periodos de alta demanda e incrementar el consumo durante periodos de baja demanda. Aunque el precio de la electricidad en periodos de alta demanda puede ser varias veces el precio de la electricidad en un periodo de baja demanda, esta estrategia sola no siempre es suficiente para puentear el espacio de demanda.

Muchas soluciones diferentes se han propuesto para almacenar el exceso de electricidad generada durante periodos de baja demanda para el uso durante periodos de alta demanda. Entre las soluciones que se han propuesto es bombear el agua a altas elevaciones durante la baja demanda y el uso de esta agua en reversa para energizar unidades hidroeléctricas durante periodos de alta demanda. Este método es conocido como "almacenamiento bombeado" y se usa en unas cuantas localidades alrededor del mundo incluyendo los Estados Unidos de América. El almacenamiento bombeado requiere grandes costos de capital y tiene un gran impacto en el ambiente.

La US 3,631,673 sugiere la acumulación de energía en horas de menos consumo almacenando aire comprimido. En horas pico, el aire comprimido impulsa una turbina de gas. La US 5,491,969 sugiere que el aire comprimido se use para quemar combustible en una turbina de gas (los compresores regulares luego son apagados). La US 3,849,662 describe una planta de energía que quema gas de carbón obtenido por gasificación de carbón, en una turbina de vapor. El gas de carbón producido durante las horas de menos consumo se almacena en un receptáculo presurizado y se quema en una turbina de gas durante las horas pico.

Más del 30% de la energía eléctrica en los Estados Unidos se genera del carbón. La producción de carbón en los

Estados Unidos es 1.1 billones toneladas cortas por año. Más del 90% de este carbón se usa para generar electricidad. América tiene reservas de carbón las cuales durarán por 250 años a los niveles de consumo actual.

5 La calidad del carbón se puede valorar en términos de varios atributos tales como valor calorífico, contenido de humedad, contenido de materia volátil, contenido de escorias, y contenido de azufre. Cada atributo, a un grado mayor o menor, afecta la manera en la cual se usa el carbón, sus
10 características de quemado y por lo tanto su valor económico. Estos atributos varían de depósito de carbón a depósito de carbón y además, dentro de un depósito dado, las características del carbón pueden variar sustancialmente.

Los depósitos, tales como aquellos encontrados en
15 la Powder River Basin (PRB) en los estados de Wyoming y Montana, así como en otros depósitos similares en todo el mundo, contienen carbón el cual es comúnmente conocido como carbón de "calidad inferior". El carbón de calidad inferior incluye carbonas sub-bituminosas y ligníticas y también es
20 conocido como carbón bituminoso. El contenido de agua de estos carbones es considerable, y alcanza niveles de muchos más de 30%.

En conexión con el contenido de humedad del carbón, las siguientes definiciones y métodos estándar descritos por
25 la American Society for Testing and Materials (ASTM) serán confiadas en la presente solicitud.

Humedad total significa la medición de pérdida de peso en una atmósfera de aire bajo condiciones de temperatura, tiempo y flujo de aire rígidamente controladas,
30 como se determina de acuerdo con ya sea § 870.19(a) o §

870.20(a), incorporadas en la presente para referencia;

Humedad inherente significa la humedad que existe como una parte integral del carbón agrietado en su estado natural, incluyendo agua en poros, pero excluyendo la que
5 está presente en fracturas macroscópicamente visibles, como se determine;

Exceso de humedad significa la diferencia entre humedad total y humedad inherente, calculado de acuerdo con § 870.19 para carbones de alta calidad o de acuerdo con §
10 870.20 para carbones de calidad inferior, ambas incorporadas en la presente para referencia. "Humedad excesiva" será referida en la presente solicitud como "humedad superficial";

Carbones de calidad inferior significa carbones sub-bituminosos C y ligníticos;

15 Carbones de alta calidad significa carbones antracíticos, bituminosos, y sub-bituminosos A y B.

El procedimiento de laboratorio para la estimación de humedad inherente se resume en ASTM D1412-93 incorporada en la presente para referencia. La colección de muestras de
20 carbón para la estimación también se determina en los documentos de ASTM.

En breve, el procedimiento de laboratorio es como sigue. El carbón es triturado a polvo fino, y expuesto al aire libre por un cierto período de tiempo de modo que la
25 humedad superficial del carbón es secada en su mayor parte, y la humedad superficial residual del carbón iguala la humedad ambiental. La suposición es que la humedad residual en el carbón es humedad inherente. El carbón luego se calienta en un horno y el contenido de humedad inherente se calcula de la
30 pérdida de masa.

Existen dos tipos distintos de humedad en el carbón: humedad superficial y humedad inherente. La humedad superficial es el agua contenida en una partícula de carbón que puede ser el resultado de humedecer el carbón vertiendo físicamente agua sobre este bajo condiciones normales, tal como en el caso de lluvia o sistemas de rocío. La exposición de la partícula de carbón a una fuente de calor tal como el sol o un flujo de gases calientes o mecanismos de secado físico tales como centrifugas, puede expulsar esta humedad.

10 La humedad inherente es el agua que se enclava dentro de la partícula de carbón, la mayor parte desde su formación, o la cual penetra la partícula de carbón en un proceso que toma un período de tiempo largo y alta presión. La humedad inherente típicamente se enclava en la partícula de carbón en capilares o se une químicamente al carbón y es imposible expulsarla por procesos los cuales se usan para secar la humedad superficial, a menos que fuerzas más extremas se usen en la forma de alta temperatura y/o alta presión.

20 Los procesos de secado o desagüe de carbón tradicionales para la humedad inherente son complejos y se conducen en condiciones extremas. La mayoría de estos procesos se basan en una técnica en la cual las partículas de carbón se calientan por calentamiento convencional y la presión se introduce o construye en el sistema. La fuerza combinada en el proceso expulsa la humedad inherente de las partículas de carbón. El contenido de humedad final del carbón tratado en este tipo de proceso es principalmente dependiente de las condiciones ambientales que prevalecen dentro del proceso. El resultado final es que el secado de la

humedad inherente de carbón a bajos niveles requiere una gran cantidad de energía y un tiempo de residencia largo del carbón en el proceso de secado.

Las técnicas de desagüe existentes hacen uso de procesos de transferencia de calor convencionales para evaporar el agua de las partículas de carbón. Una desventaja de estos procesos es el hecho que las partículas de carbón se calientan desde el exterior hacia dentro para evaporar el agua. Se conoce que el carbón es un aislador de calor, con una residencia muy alta para transferencia de calor que conduce a ineficiencia, mucho calor se consume en el calentamiento de cada partícula de carbón y su ambiente, mientras que el gradiente de temperatura debe ser suficientemente grande para superar la alta resistencia de la partícula de carbón a transferencia de calor. Tal calentamiento es riesgoso y requiere cuidado especial, cuando se expone el carbón a alta temperatura puede encenderlo.

El proceso de desagüe para la mejora de carbones con alta humedad inherente de calidad inferior históricamente se ha enfrentado con dos desventajas principales, las cuales limitan el despliegue de sistemas de desagüe industriales en una escala grande. El carbón mejorado de calidad inferior producido a la fecha ha exhibido puntos de auto-ignición bajos y combustión espontánea que ocurre más rápido que en otros carbones, incluyendo carbón bruto de calidad inferior. Se encontró en las pruebas que cuando una pila de carbón desaguado se expone al flujo de aire por un número de horas (típicamente menos de 72 horas), el carbón alcanza temperaturas a las cuales la combustión espontánea o auto-ignición ocurre. El calentamiento espontáneo o combustión

espontánea de partículas de carbón han sido problemas comunes de carbones brutos de alto contenido de humedad inherente, pero tales eventos usualmente ocurren después de períodos de exposición al aire libre más largos de días y semanas. Este fenómeno es agravado por el proceso de desagüe el cual sustancialmente incrementa la relación de área superficial a volumen, por lo tanto haciendo las partículas de carbón más activas en la absorción de humedad de aire, reduciendo adicionalmente la vida en anaquel de carbón mejorado.

Otro problema observado en el desagüe de carbón es la producción de grandes cantidades de finos de carbón. Cada transferencia de carbón seco después de que deja el proceso degrada el tamaño de partícula de carbón adicionalmente y produce más polvo de carbón, cuando se seca el carbón es más frágil. El carbón seco no tiene la capacidad inherente de atrapar pequeñas partículas en sus superficies como el carbón húmedo. Esto origina que las partículas de tamaño de polvo sean liberadas y lleguen a ser pérdidas en la transportación, y tiene un alto riesgo de originar incendios o explosiones.

Un artículo en *The Australian Coal Review*, Octubre 1999, p. 27, trata la limpieza seca de carbón, es decir la separación de carbón de rechazos (rocas) sin flotación de agua. En el proceso de limpieza, el contenido de humedad del carbón de alimentación no deberá alcanzar un nivel donde las partículas se adhieran conjuntamente, lo cual es una función de la humedad superficial. Por consiguiente, un carbón de calidad inferior puede tener totalmente un nivel de humedad inherente alta y aún estar superficialmente seco y adecuado para la limpieza seca. El artículo sugiere que el secado térmico se puede emplear para reducir la humedad superficial

a un nivel suficientemente bajo y recomienda transportar el carbón en una banda a través de un secador de microondas. En este tipo de secadores, el agua fácilmente absorbe la energía calorífica y se evapora mientras el carbón no se calienta.

5 La US 4280033 describe un aparato y proceso de secado de MW para carbón triturado de alto grado para coquificación o gasificación. El aparato comprende una banda transportadora continua que pasa a través de una zona de tratamiento cerrada, placas de electrodos en lados opuestos
10 de la banda para carbón, y sistema de soplado con aire para pasar aire caliente sobre la banda para remover la humedad.

 La US 4259560 describe un método de calentamiento/secado de MW para materiales en polvo conductivos, especialmente carbón antes de la coquificación.
15 La pulverización se usa para evitar la formación de arco eléctrico. El contenido de humedad se puede regular en tiempo real por mediciones de detector IR.

La remoción de varios contaminantes del carbón por medio de
20 Radiación Electromagnética es también conocida. A este respecto, se hace referencia a "Mossbauer analysis of the microwave desulferization process of raw coal" por S. Wang (1993); "Effect of microwave heating on magnetic separation of pyrite" por Uslu et al (2003); y "Microwave embrittlement
25 and desulpherisation of coal" por Marland et al (1998).

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a un nuevo sistema de control de energía y un proceso para mejorar el combustible
30 fósil sólido tal como carbón, para el uso en este. Más

particularmente se relaciona con un proceso para almacenar electricidad barata generada durante periodos de baja demanda en la forma de carbón mejorado, para el uso durante periodos de alta demanda cuando el costo de la electricidad es una gran cantidad mayor.

La invención combina los métodos de negocios por los cuales la electricidad se genera y almacena durante periodos de baja demanda y se usa para generar electricidad a precios altos durante periodos de alta demanda, con métodos físicos que permiten tal almacenamiento.

En el método de la presente invención, la electricidad de bajo costo se consume durante horas de baja demanda, por ejemplo en la noche, para mejorar el combustible fósil de bajo valor calorífico, de bajo costo para el uso como un sustituto para combustible de alto valor calorífico, de alto costo. El combustible mejorado se almacena y se usa en unidades de generación de energía durante todo el día, particularmente durante periodos de alta demanda, para generar electricidad que se puede vender en el mercado de energía minorista a un precio considerablemente mayor.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para controlar la energía eléctrica generada durante los periodos de baja demanda, en un mercado de energía eléctrica donde el consumo de energía eléctrica exhibe periodos de diferentes demandas. El método incluye mejorar el combustible fósil sólido por secado por radiación electromagnética (EMR, por sus siglas en inglés) durante los periodos de baja demanda y utilización del combustible mejorado.

La utilización preferiblemente incluye el quemador

del combustible fósil mejorado para generación de energía eléctrica al menos durante períodos de alta demanda. Sin embargo, puede incluir también el quemado del combustible en otro proceso industrial que consume calor o comercializando el combustible con otra entidad de negocios.

El método de control es particularmente útil para la aplicación en una planta de generación de energía, donde el mejoramiento se realiza por medio de la energía eléctrica generada por la misma planta. Preferiblemente, el combustible fósil mejorado se almacena y quema también en la misma planta, para la generación de energía eléctrica al menos durante períodos de alta demanda.

Preferiblemente, la cantidad de combustible fósil mejorado y almacenado producción durante períodos de baja demanda cubre todo el consumo de combustible para la generación de energía en la misma planta durante períodos de alta demanda. Más preferiblemente, la cantidad diaria promedio del combustible fósil mejorado y almacenado cubre al menos el consumo de combustible diario promedio para la generación de energía en la misma planta.

Preferiblemente, el secado por EMR usado en el método incluye reducir el contenido de humedad inherente en el combustible fósil mejorado por 50% o más.

De conformidad con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para mejorar el combustible fósil sólido. El método incluye el desagüe del combustible fósil sólido por EMR, de modo que el contenido de humedad inherente en el combustible fósil mejorado se reduce a al menos la mitad. La cantidad diaria de combustible fósil mejorado obtenido por el proceso de desagüe eléctrico es

igual al consumo diario de la planta de generación de energía y/u otro proceso industrial.

El combustible fósil sólido puede ser carbón de calidad inferior, esquistos bituminosos, arena bituminosa, 5 carbón sub-bituminoso, etc., con alto contenido de humedad inherente. Sin embargo, los carbones de alta calidad con humedad inherente baja inicial se pueden secar adicionalmente tan bajo como 1% de humedad inherente.

El método se puede realizar mejor donde el consumo 10 de energía eléctrica debido a otros consumidores exhibe períodos de diferentes demandas y el proceso de desagüe eléctrico se realiza durante períodos de baja demanda del consumo de energía eléctrica.

Preferiblemente, el proceso de desagüe por EMR se 15 realiza usando energía eléctrica producida por una planta de generación de energía quemando el combustible fósil en su estado mejorado. Más específicamente, se realiza donde la planta de generación de energía opera con picos diarios de producción de energía eléctrica y el proceso de secado se 20 realiza predominantemente durante horas de menos demanda de la producción de energía eléctrica.

El método incluye el almacenamiento de combustible fósil mejorado obtenido durante las horas de menos consumo y el uso de combustible fósil mejorado para la producción de 25 energía eléctrica durante los picos diarios. Preferiblemente, la cantidad de combustible fósil mejorado obtenido durante las horas de menos consumo cubre al menos el consumo diario de la planta de generación de energía o el período entre dos períodos de baja demanda subsiguientes. Esto reduce 30 sustancialmente los costos de operación del proceso de

desagüe.

El secado por EMR puede ser precedido por la expulsión de humedad superficial por medio de gases calientes.

5 Preferiblemente, el secado por EMR se realiza por medio de radiación de microondas.

El método de la presente invención en particular proporciona el desagüe (secado) de combustibles fósiles sólidos de grado inferior a bajas temperaturas y presiones
10 por medio de radiación electromagnética. Este método requiere períodos cortos de puesta en marcha y apagado adecuados para la operación interruptible durante períodos cortos, y tiene una pequeña zona que permite que el método sea desplegado dentro o a lo largo de la planta de energía. El uso de este
15 método para mejorar el carbón de calidad inferior durante períodos de baja demanda para producir la demanda del siguiente día de carbón, puede ahorrar a las instalaciones millones de dólares en un año en costos de combustible.

El proceso de desagüe físico se basa en la
20 exposición del combustible fósil sólido a radiación electromagnética de alta frecuencia. Existen muchos beneficios de un proceso de desagüe basado en radiación sobre otros procesos. El desagüe por radiación se realiza a presión atmosférica y no requiere el calentamiento de la partícula de
25 combustible misma. El procedimiento de puesta en marcha del proceso y su detención es rápido, haciendo el proceso adecuado para las operaciones no continua e interruptible restringidas por la necesidad de utilizar electricidad de bajo costo. Además, la radiación puede ser más eficiente que
30 otras técnicas porque el desagüe de partículas de combustible

no requiere la evaporación completa del agua, cuando alg del
agua se puede expulsar de las partículas de combustible
mecánicamente.

Diferente de los procesos de desagüe de humedad
5 inherente existentes que involucran condiciones de calor y
presión extremas, los cuales requieren espacios grandes y
normalmente se despliegan cerca de la fuente del combustible,
el método de la invención se puede implementar con una zona
pequeña, es tranquilo, ambientalmente amigable y es simple de
10 operar, haciéndolo adecuado para ambos lados de la cadena de
valor del combustible - del lado de la fuente así como del
lado de la instalación.

Una premisa fundamental del proceso es someter las
partículas de combustible a radiación electromagnética a
15 frecuencias de radio, microondas o mayores. La intensidad de
la radiación, es decir la densidad de energía por unidad de
volumen de combustible y la frecuencia de la radiación se
pueden variar de acuerdo con los requerimientos, tomando en
cuenta todos los factores relevantes. Otra premisa importante
20 del proceso es el uso de electricidad barata durante períodos
de baja demanda para desaguar y mejorar el combustible que se
usa para producir electricidad más costosa en todo el día, en
particular durante períodos de alta demanda. Esto introduce a
las instalaciones un medio innovador por el cual la
25 electricidad se puede generar y almacenar dentro del
combustible durante períodos de baja demanda para ser usado
durante períodos de alta demanda para producir mayores
ingresos.

Cuando el proceso se despliega cerca de una unidad
30 de generación de energía de la instalación, llega a ser

posible a un grado grande integrar el proceso con las instalaciones de manejo de combustible existentes del servicio público, ahorrando por lo tanto grandes costos de capital. En este caso, el proceso de desagüe se realiza en una etapa previa a una unidad de pulverización la cual muele los sólidos de combustible a polvo antes de alimentar el polvo a los quemadores de la caldera. En tal caso, el combustible de grado inferior puede ser retirado de un parque de materiales por medio de instalaciones de manejo de material existentes y convencionales. El combustible luego se seca por medio de calor convencional, es decir una corriente de gases calientes, y luego se pasa a través de las unidades de radiación. El combustible desagüado (mejorado) se puede almacenar para uso más tarde, o puede fluir directamente desde las unidades de radiación en la unidad de pulverización existente. Los procesos de operación de planta de energía normales luego pueden proceder.

Cuando el combustible mejorado se almacena para uso más tarde, se pueden usar instalaciones de almacenamiento encerradas existentes o nuevas, tales como cajones o silos o cualquier otra unidad de almacenamiento de material seco confinado. Este combustible luego se puede alimentar directamente a la unidad de pulverización, y re-introducir a los procesos de planta de energía normales. Manteniendo el combustible mejorado en un ambiente de almacenamiento confinado y bajo condiciones controladas extiende su vida en anaquel y reduce el riesgo de ignición no deseada. El combustible acumulado se puede almacenar en silos, cajones o cualquier otro medio de almacenamiento. Durante el período de almacenamiento las instalaciones de almacenamiento se

pueden purgar con gases inertes tal como nitrógeno o dióxido de carbono, para prevenir que el combustible y finos se quemen.

Previo a someter el combustible sólido de grado inferior a radiación, se puede dimensionar. Esto se podrá dar en cualquier forma apropiada, por ejemplo por clasificación o molienda. El dimensionamiento de partícula adicional se realiza durante la etapa de pulverización la cual toma lugar después del proceso de desagüe y previo a que el combustible sea alimentado al quemador. El secado del combustible de grado inferior por EMR produce finos y el combustible irradiado exhibe características frágiles las cuales pueden probar que son benéficas en la unidad de pulverización.

El método de la presente invención permite que el combustible fósil sea mejorado cercano al lugar de su consumo, tanto en espacio como en tiempo, de modo que el combustible fósil eco no necesita mucho manejo adicional tal como transportación. Inmediatamente después del secado, el combustible puede sufrir un proceso de pulverización de reducción de tamaño adicional. Por consiguiente los finos de carbón no están sueltos en la transportación y el riesgo de causar incendios y explosiones se disminuye.

El combustible se podrá procesar en lotes pero preferiblemente se procesa en una base semi-continua o continua. Por consiguiente, el combustible se puede transportar a través o más allá de una o más fuentes de radiación electromagnética en dispositivos de transporte apropiados. Tales dispositivos preferiblemente son inertes a radiación electromagnética.

Cualquier material apropiado se puede usar para los

dispositivos de transporte y por ejemplo se puede hacer uso de transportadores u otros dispositivos de transporte los cuales se hacen de materiales, por ejemplo material cerámico o acero inoxidable, los cuales son inertes a radiación. Esto
5 asegura que no se consuma energía innecesariamente para calentar los elementos del proceso los cuales no contribuyen al objeto principal de expulsar la humedad enclavada de las partículas de combustible.

El combustible se puede someter a la radiación en
10 una o más etapas. La radiación electromagnética a la frecuencia apropiada excita las moléculas de agua enclavadas dentro de las partículas de combustible, y en consecuencia incrementa la temperatura del agua de modo que el agua se expulsa y se libera del combustible. Esto, a su vez, pueda
15 elevar la temperatura de las partículas de combustible. La temperatura de agua mayor reduce los efectos de la tensión superficial de modo que las fuerzas que enclavan el agua dentro de los capilares en las partículas de combustible se reducen y el proceso de desagua llega a ser más eficiente.

20 También es posible hacer variar las características físicas de cada etapa. Por ejemplo, al menos en una etapa el combustible se puede someter a radiación electromagnética en la presencia de un gas inerte adecuado, tal como nitrógeno o dióxido de carbono, el cual actúa como un agente de supresión
25 de ignición para prevenirlo de quemarse y suprimir las condiciones las cuales se pueden desarrollar y podrán conducir a explosión. Este gas también podrá calentar el combustible procesado para secar su humedad superficial la cual puede estar originalmente contenida en el combustible o
30 la cual se construye durante el proceso de radiación.

En la mayoría de los casos el vapor de agua que se libera por el proceso de radiación es limpio y se podrá liberar a la atmósfera.

El combustible se puede someter a una etapa de enfriamiento la cual también removerá el vapor de agua, y después el combustible seco se puede tamizar y recuperar. También se puede requerir que las partículas de carbón desaguado se mantengan en ciertas condiciones ambientales para expulsar todo el exceso de humedad superficial la cual se acumula como un resultado de la radiación.

De acuerdo con el siguiente aspecto de la presente invención, se proporcionan los siguientes sistemas para practicar los métodos anteriores.

Un sistema de producción de energía por quemado de combustible fósil sólido en una planta de generación de energía que incluye quemadores comprende una planta de secado por EMR para mejorar el combustible fósil sólido y medios de transportación para mover el fósil sólido mejorado a los quemadores. La planta de EMR se adapta para reducir el contenido de humedad inherente en el combustible fósil sólido mejorado por 50% o más. El sistema preferiblemente comprende medios de almacenamiento adecuados para almacenar una cantidad del combustible fósil sólido mejorado para igualar al menos el consumo diario de la planta de generación de energía.

Un sistema para producir combustible fósil sólido mejorado para quemar en un proceso industrial tal como generación de energía, el sistema comprende una planta de secado por EMR adaptada para reducir el contenido de humedad inherente en el combustible fósil sólido mejorado por 50%

más, y medios de almacenamiento adecuados para almacenar una cantidad del combustible fósil sólido mejorado para igualar al menos el consumo diario del proceso industrial.

Un sistema para producir combustible fósil sólido mejorado, que comprende una planta de secado por EMR adaptada para reducir el contenido de humedad inherente en el combustible fósil sólido mejorado por 50% o más, la planta de secado por EMR se adapta para procesar uno de los siguientes: carbones de calidad inferior, esquisto bituminoso, arena bituminosa.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona combustible fósil sólido mejorado obtenido por secado por EMR por los métodos descritos anteriormente o en los sistemas descritos anteriormente. Nuestras pruebas muestran que el combustible mejorado tiene valor calorífico incrementado o emisiones reducidas, mientras que al mismo tiempo su valor económico incrementa también.

BREVE DESCRIPCION DE LA FIGURA

Para entender la invención y ver cómo se puede realizar en la práctica, ahora será descrita una modalidad, por vía de ejemplo no limitante solamente, con referencia a la figura 1 acompañante la cual es un diagrama esquemático de secado de carbón de calidad inferior y utilización de acuerdo con el método de la presente invención.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

Con referencia a la figura 1, las etapas y los componentes de un ejemplo de proceso y sistema de conformidad con la invención se representan en los antecedentes del

proceso existente de quemado de carbón en una instalación de producción de energía, como se describe en los Antecedentes de la Invención. Para propósitos de ilustración, la figura 1 muestra el proceso para desaguar el carbón, pero es adecuado 5 de manera similar para cualquier otro combustible fósil sólido. El proceso descrito se diseña para ser realizado entre el parque de materiales de carbón y las carboneras de carbón que alimentan la planta de pulverización.

Un esquema de producción para practicar el proceso 10 incluye los siguientes componentes principales: materia prima de carbón 10, unidad de preparación de carbón 12, estación de carga 16, planta de secado por microondas 20, unidad de enfriamiento y curado 34, unidades de almacenamiento de carbón seco 66, unidad de pulverización 68, y planta de 15 tratamiento de agua 30. Los otros componentes del esquema llegarán a ser claros adicionalmente. En esta figura, un área encerrada 8 representa el proceso de la presente invención mientras que la porción situada fuera del área encerrada representa el proceso existente en la instalación.

20 El carbón húmedo de calidad inferior se almacena en la materia prima 10 y se alimenta usando técnicas apropiadas a la unidad de preparación de carbón 12 en la cual el carbón se puede dimensionar. Si es necesario el carbón se puede clasificar o moler en cualquier forma apropiada.

25 El carbón luego se pasa a la estación de carga 16 donde el carbón se transfiere a los dispositivos de transporte (por ejemplo, transportadores) los cuales son transparentes a radiación de microondas y los cuales pueden soportar la temperatura de proceso sin resultar en daño 30 mecánico. Por ejemplo materiales de cerámica, plástico o

acero inoxidable, los cuales no se calientan por radiación de microondas y los cuales no atenúan materialmente tal radiación, se pueden usar en la construcción de transportadores adecuados (no mostrados). La estación de
5 carga 16 usa sistemas de manejo de material convencionales. El diseño puede ser diferente para cada aplicación específica, y si se despliega una estrategia de proceso en lote o continuo. En una operación en lote el carbón se carga a un cierto perfil en la planta MW 20, y la energía requerida
10 para el secado es dependiente del tiempo de radiación. En una operación continua, el carbón se mueve a través de la planta de secado con microondas 20 y la energía requerida para el secado es dependiente de la velocidad de movimiento.

La planta de secado por microondas 20 comprende un
15 alojamiento y un número de fuentes de radiación de microondas (no mostradas). El alojamiento se hace de material especial tal como acero inoxidable y se protege de modo que la radiación de microondas no escape del alojamiento, asegurando por esto que el ambiente es electromagnéticamente seguro, y
20 el vapor de agua y gases liberados se controlan. El alojamiento también se diseña para enfocar la radiación electromagnética directamente sobre el carbón, para maximizar el rendimiento del carbón seco relativamente a la entrada de energía.

25 Las fuentes de radiación MW se pueden hacer usando magnetron u otra tecnología adecuada. La frecuencia de radiación de cada fuente y la densidad de energía que prevalece en el alojamiento se pueden variar de acuerdo con los requerimientos tomando en cuenta todas las circunstancias
30 relevantes. De manera similar, el período para el cual el

carbón se somete a la radiación se puede variar tomando en cuenta la eficiente del proceso de desagüe.

Aire forzado o gas inerte tal como nitrógeno o dióxido de carbono, dependiendo de las condiciones de proceso, se dirige desde una fuente 22 a la planta 20. La inyección de aire forzado o gases inertes se usa para mantener un ambiente de baja humedad dentro del alojamiento. La humedad dentro del alojamiento es debido al agua liberada del carbón, y debido a la baja temperatura del proceso. Una cantidad sustancial de vapor de agua 28 se libera del carbón. Este vapor de agua se expulsa a la atmósfera por medio del aire o gases inertes 22 que se inyectan en el alojamiento.

En el caso donde una cantidad excesiva de agua se libera del carbón, el agua 24 la cual se drena de la unidad se puede dirigir a la planta de tratamiento de agua 30. Este proceso no se puede requerir cuando el agua la cual es removida del carbón se puede liberar al ambiente.

La planta de secado MW 20 puede comprender por ejemplo una etapa única. También se podrá hacer de una pluralidad de etapas dependiendo del grado de desagüe requerido, y la cantidad de carbón el cual está siendo desaguado.

Las múltiples unidades de planta MW se pueden apilar en paralelo y en serie entre si. Las unidades paralelas sirven para incrementar la capacidad del proceso completo mientras que las unidades en serie sirven para incrementar la capacidad de cada línea individualmente.

El carbón seco que emerge de la planta 20 se dirige a la unidad de enfriamiento y curado de carbón 34. En esta etapa, el carbón puede contener humedad superficial la cual

es el resultado de la humedad inherente expulsada por la radiación electromagnética (véase posteriormente).

El carbón mejorado 64 que emerge de la unidad de enfriamiento y curado 30 se puede dirigir ya sea a las unidades de almacenamiento encerradas de carbón seco 66 o a la siguiente etapa en el proceso de la instalación la cual será usualmente la unidad de pulverización 68, preparando el carbón para quemado.

La unidad de almacenamiento 66 se dimensiona para mantener suficiente carbón mejorado para perdurar durante un período de producción de energía de alta carga, cuando la planta de radiación MW no es operacional. Los gases inertes también se pueden introducir a las unidades de almacenamiento encerradas 66 para mantener el carbón bajo condiciones que no son conducentes a ignición o fuego. Como se muestra por la línea quebrada divisiva en la figura 1, las unidades de almacenamiento encerradas 66 pueden ser parte de una estructura de instalación existente, o se pueden agregar especialmente para acomodar el carbón mejorado producido por el proceso de secado.

Una conexión de desvío 72 proporciona una conexión directa entre la unidad de enfriamiento y curado 30 y la unidad de pulverización 68. El desvío puede ser operacional durante períodos de producción de energía de baja demanda.

El modo de operación del proceso es tal que el carbón sirve como capacidad para almacenar energía, donde la energía eléctrica barata se usa para mejorar el carbón que se usa durante un período de alta demanda. Esta estrategia beneficia adicionalmente a la instalación porque mantiene la planta de energía operacional a una cierta carga durante

períodos de baja demanda y por lo tanto produce características de carga más equilibradas y estables durante todo el día y de este modo estabiliza la generación de electricidad. El proceso también requiere períodos de puestas
5 en marcha y apagado relativamente cortos.

Para reducir el costo de la energía requerida para el proceso completo, las unidades de planta MW deberán tener una capacidad de proceso la cual es suficiente para secar la cantidad de carbón requerida para una operación del día
10 completo en una materia de unas cuantas horas cuando la demanda de electricidad está en su nivel más bajo. Esto requiere que el proceso solamente trabaje ciertas horas, y se encienda y apague cuando la demanda cambia durante todo el día.

15 El proceso ejemplar de la presente invención se aparta del proceso normal de la instalación en el parque de materiales de carbón 10 y regresa al proceso normal a la entrada a la unidad de pulverización 68. La instalación de almacenamiento confinada 66 se diseña para mantener el carbón
20 para períodos de alta demanda, y tiene una capacidad de almacenamiento la cual perdurará durante un período de alta demanda cuando la planta MW de desagüe 20 no es operacional.

Aunque la radiación MW se utiliza como un ejemplo, se puede usar otra radiación electromagnética. La radiación
25 electromagnética calienta la humedad inherente encerrada dentro de la partícula de carbón. Cuando esta agua se calienta, resulta en incremento de presión dentro de la partícula de carbón lo cual sirve como una fuerza de impulso para el vapor de agua para escapar de cada partícula de
30 carbón. En su camino a la superficie de la partícula de

carbón, el vapor de agua se puede llevar mecánicamente a lo largo de otra agua que está encerrada dentro de la partícula. Este proceso puede incrementar el rendimiento térmico de la radiación, cuando no toda la humedad inherente se debe
5 evaporar para escapar de la partícula de carbón. El resultado es que las condiciones de proceso se mantienen a temperaturas relativamente bajas y no toda el agua liberada del carbón está en la fase vapor. El agua líquida se puede expulsar de la superficie del carbón y lejos del alojamiento por medios
10 mecánicos. La inyección de aire forzado o gas inerte 22 sirve como un método para la remoción del agua en exceso, pero otros métodos también son posibles.

Las pruebas de desagüe mostradas posteriormente conducidas en carbón de calidad inferior tal como Powder
15 River Coal por medio de radiación electromagnética de alta frecuencia en condiciones de proceso moderadas prueban que la humedad inherente se puede reducir a niveles de 1-2% de niveles superiores a 25%. Además, las pruebas muestran que el proceso también es adecuado para carbones de alta calidad con
20 baja humedad inherente inicial de 6-10% la cual se puede reducir a tan baja como 1%. También, el secado por EMR de carbón probó conservar su contenido de materia volátil, un atributo crítico de valor calorífico de carbón y su rápida capacidad de quemado dentro de una caldera. El proceso de
25 combustibles fósiles sólidos mejorados por EMR es rico en variables de proceso que son fáciles de controlar tal como nivel de radiación, tiempo de radiación, tamaño de partícula y otros, factores que hacen el proceso fácil de controlar y optimizar.

30 Una cantidad de carbón de PRB bruto fue embarcado a

un laboratorio en Haifa, Israel, para pruebas iniciales. Las muestras se trataron en un horno de microondas doméstico con una energía de salida de 900 Watt y frecuencia de 2,450 MHz. Además del carbón tratado, también se analizó una muestra de 5 carbón bruto y la siguiente Tabla 1 es un resume de las pruebas:

Tabla 1

10	Muestras	Bruto [A]	B	C
	Tiempo MW [min]		6.00	10.00
	Peso inicial [gr]		418.40	427.00
	Peso final [gr]		346.80	336.30
	Energía [Watt-hr]		90.00	150.00
	Pérdida de peso [gr]		71.60	90.70
	Porcentaje de Cambio de peso		17.11%	21.24%
	gr/k Whr		795.56	604.67
	Toneladas cortas/MW-hr		0.82	0.67
15	Análisis de Laboratorio:			
	Humedad inherente	25.30%	9.40%	1.20%
	Escoria	2.40%	1.00%	5.40%
	Materia Volátil	35.10%	41.00%	48.20%
	Carbón Fijo	37.20%	46.60%	44.60%
	Azufre total	0.13%	0.16%	0.31%
	Eficiencia de Pérdida de peso			
	Cantidad original de agua [gr]		103.8552	102.031
20	Cantidad final de agua [gr]		32.60	6.05
	Pérdidas de agua [gr]		73.26	101.98
	Pérdida de peso real [gr]		71.60	90.70
	MJ/Kg	20.96	25.58	27.83
	Btu/lb	9011.18	10997.40	11964.74

A partir del análisis de laboratorio es evidente que:

- la pérdida de peso observada durante las pruebas físicas se atribuye a humedad inherente reducida del carbón;
- el carbón tratado muestra composiciones diferentes basadas en el hecho que el agua se expulsa y la masa total de muestra se reduce;

- la materia volátil no se afectó por el proceso, el cual es una salida principal para todos los procesos de secado de humedad inherente para carbón PRB. En efecto, el contenido de materia volátil tiene proporcionalidad incrementada para la reducción en humedad inherente.

Los resultados de laboratorio como se indican en la tabla anterior han mostrado que el secado de humedad inherente en carbón de PRB no es únicamente posible, sino que el proceso también es relativamente eficiente. Además, si el proceso se conduce durante periodos de baja demanda de electricidad él mismo también es altamente económico.

La siguiente Tabla 2 resume la eficiencia de proceso:

Tabla 2

15	Temperatura inicial:	60 °F (15.60°C)
	Punto de ebullición:	212 °F (100°C)
	Termodinámicas:	
	Energía para calentar 1.0 lb (0.454 kg) de agua	133.52 Btu (161.863 kJ)
	Energía para hervir el agua (calor latente)	970.00 Btu (10222.719 kJ)
	Energía total para calentar y evaporar 1.0 lb (0.454 kg) de agua	1,123.52 Btu (1184.583 kJ)
20	Resultados de Prueba	
	Caso B	
	Cantidad de agua evaporada	0.16 lb (0.072 kg)
	Energía para evaporar	307.09 Btu (323.780 kJ)
	Energía total para calentar y evaporar 1.0 lb (0.454 kg) de agua	1909.17 Btu (2012.933 kJ)
	Eficiencia	58.8%
25	Caso C	
	Cantidad de agua evaporada	0.225 lb (0.102 kg)
	Energía para evaporar	511.82 Btu (539.637 kJ)
	Energía total para calentar y evaporar 1.0 lb (0.454 kg) de agua	2271.11 Btu (2394.544 kJ)
	Eficiencia	49.5%

La técnica de radiación electromagnética para secar la humedad inherente en carbón ofrece al menos los siguientes

beneficios potenciales: un proceso relativamente simple y barato a presión y temperatura inferior, un tiempo de residencia corto en la unidad de EMR lo cual hace posible que gran cantidad de carbón sea procesado en una base continua o
5 semi-continua, un método de tratamiento ambientalmente amigable, un proceso que puede ponerse en marcha y apagarse fácilmente, un proceso con una pequeña zona que podrá ser desplegado en una instalación normal, un proceso que hace uso de energía de bajo costo para mejorar el carbón usado durante
10 períodos de alta demanda para producir electricidad de alto costo, un proceso que produce combustible el cual será consumido dentro de un período de tiempo corto eliminado por lo tanto el problema de combustión espontánea, un proceso que se despliega en proximidad cercana a la etapa donde el carbón
15 se pulveriza a polvo, eliminando por lo tanto el problema de finos de carbón y una solución que puede integrarse bien en el proceso de generación de polvo completo de una instalación.

Aunque una descripción de una modalidad específica
20 se ha presentado, se contempla que varios cambios se podrán hacer sin desviarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, el presente método se podrá modificar y usar para mejorar combustibles fósiles sólidos diferentes del carbón. Los métodos de la presente invención se pueden practicar en
25 una instalación de secado de combustible separada (no produciendo energía eléctrica), el combustible sólido mejorado se puede comercializar a otros consumidores o se puede usar en otras instalaciones industriales tales como hornos de cemento, hornos, etc.

SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

SIT : 000176007-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 97 - 25,267
FECHA : MARZO 21 DE 2007

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Rad: 07-020788- -00001-0000
Fecha 2007-04-02 17:09:25 Dep. 2020 NUECRACIONES
Trz. 11 PATENTES Y
Dir: 876 PASSENAZIONALE
Adi 329 CTOINFORMACION Fecha: 30

***** F O N T O N A C I O N ****

DETALLE	TIPO PAGO	CONCEPTO	CUENTA	Mo. 1993	FECHA PAGO	Gr. 1993
CANCELER ABOGADOS	CONSUMIBLES	DIR. POPULAR	650-30116-4	50019740	21/03/2007	24,923,630.36

***** R E C E P T O ****

CANT. ENTREGADA	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-02-03 CAMBIO DE MARCA DE IDENTIFICACION	12 PANCAS Y LEYAS ALFABETIZACION	99,000.00
	TOTAL :	99,000.00

SON: NOVENTA Y NUEVE MIL PESOS

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

0000 15791 841 001 8