

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 486 292**

51 Int. Cl.:

F26B 21/08 (2006.01)

F24F 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2007** **E 07834633 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014** **EP 2082180**

54 Título: **Sistema deshumidificador y proceso para controlar el contenido de humedad de un gas de suministro para usar en el secado de un producto**

30 Prioridad:

12.10.2006 EP 06076879

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

18.08.2014

73 Titular/es:

**NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR
TOEGEPAST -NATUURWETENSCHAPPELIJK
ONDERZOEK TNO (100.0%)
SCHOEMAKERSTRAAT 97
2628 VK DELFT, NL**

72 Inventor/es:

**AKKERMAN, JAN COEN;
BOON, MONIEK AFRA y
BUSSMANN, PAULUS JOSEPHUS THEODORUS**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 486 292 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema deshumidificador y proceso para controlar el contenido de humedad de un gas de suministro para usar en el secado de un producto

5

La presente invención se refiere a un proceso para controlar el contenido de humedad de un gas de suministro para usar en el secado de un producto, y un sistema deshumidificador.

10

El secado es uno de los procesos más comunes de conservación de productos alimenticios y químicos. Una amplia variedad de máquinas han sido desarrolladas para adaptarse a los diferentes productos a secar. En la mayoría de los casos, el calor para evaporar la humedad se suministra por medio de aire caliente, lo cual tiene la ventaja que el producto se calienta a la denominada temperatura de bulbo húmedo, la cual es muy inferior a la temperatura del aire. De esta manera los productos sensibles al calor pueden secarse sin pérdida de calidad. El uso de aire fresco y caliente tiene, sin embargo, las desventajas que el contenido de humedad del aire es variable y que el aire contiene oxígeno.

15

Con respecto al contenido de humedad variable del aire, se observa que dicho contenido de humedad del aire en la salida del secador está limitado por la actividad del agua en el producto seco. Por tanto, si el contenido de agua en el aire de entrada es alto, solo podrá extraerse poca agua del producto por kilogramo de la entrada de aire. Además, en caso de condiciones de tiempo variables, las variaciones rápidas del contenido de agua en el aire de entrada se toman en cuenta usando amplios márgenes de ajuste del proceso. Estos márgenes están condicionados por el máximo contenido de humedad durante el año. En la práctica, esto conduce a un secado del producto hasta una actividad acuosa menor que la requerida, lo cual a su vez provoca la pérdida del rendimiento, la pérdida de elementos de calidad como la densidad global y a la disminución de la capacidad de secado.

20

25

En cuanto al contenido de oxígeno en el aire, se observa que la mezcla intensiva de oxígeno con el producto induce riesgos de incendio y explosión, y en algunos casos también la degradación de los productos debido a la oxidación.

30

Al someter el aire de entrada a una etapa previa de secado, se puede reducir la variación del contenido de humedad. Para este propósito, se usan típicamente enfriadores de punto de rocío y agentes desecantes a base de gel de sílice o zeolita. En cuanto al uso de agentes desecantes puede hacerse referencia a US 2005/0050906. US 3183649 describe un deshumidificador tipo rueda desecante caracterizado por una sección de adsorción, una sección de regeneración y una sección de enfriamiento así como también la operación de rueda desecante. El vapor de agua se genera por un calentador con una entrada de agua o suministrado por otras fuentes de vapor de agua. Los enfriadores de punto de rocío requieren, sin embargo, cantidades considerables de alimentación eléctrica, uso de líquidos de enfriamiento e inducen además riesgo de crecimiento microbiano en la superficie húmeda del cambiador de calor, en tanto que el consumo de energía de la regeneración del desecante usado es un inconveniente importante. Además, los sistemas desecantes estándar no son controlados con respecto al contenido final de humedad del aire tratado. En lo que a esto se refiere, se observa que el desecante amortigua la variación en el contenido de humedad hasta cierto punto, pero se mantiene el problema con respecto al rendimiento del producto y la calidad.

35

40

El objeto de la presente invención es hacer frente a los problemas anteriores.

45

Sorprendentemente, se encontró recientemente que los problemas anteriormente mencionados pueden ser resueltos cuando se hace uso de una forma particular de rotores desecantes de zeolita.

50

En consecuencia, la presente invención se refiere a un proceso para controlar el contenido de humedad de un gas de suministro para usar en el secado de un producto, el proceso se define en la reivindicación independiente 4. .

55

De manera adecuada, el gas de descarga que se usa para enfriar el desecante de zeolita se pasa a través de la rueda desecante para precalentar primero la rueda antes de pasar el vapor de agua sobrecalentado a través de la sección de regeneración.

60

De manera adecuada, el exceso de vapor de agua sobrecalentado se recupera del vapor de agua que comprende al menos parte de la humedad que fue adsorbida en la sección de adsorción, el exceso de vapor de agua sobrecalentado se usa para propósitos de energía, y al menos parte del vapor de agua sobrecalentado remanente pasa a la sección de regeneración.

65

De manera adecuada, el vapor de agua sobrecalentado remanente que pasa a la regeneración de vapor de agua pasará a través de un calentador antes de entrar a la sección de regeneración para mantener la temperatura del vapor de agua sobrecalentado al nivel requerido. Preferentemente, el flujo del vapor de agua sobrecalentado será suficiente para permitir una operación estable del calentador. Preferentemente, al menos parte del vapor de agua sobrecalentado del calentador pasará por la rueda desecante y se reciclará, al menos parcialmente, al calentador.

De acuerdo con la presente invención el alto consumo de energía en la regeneración de la zeolita puede reducirse mediante el uso de bucles cerrados de vapor de agua sobrecalentado como medio de regeneración. El vapor de agua

- sobrecalentado libera el agua adherida a la zeolita, produciendo un vapor de agua saturado o ligeramente saturado, el cual puede aplicarse para calentar el aire de secado de entrada. El calor latente de condensación es captado, produciendo de manera global una reducción significativa de la energía de consumo del secador. El uso alternativo del aire y vapor de agua sobrecalentado para la adsorción y la regeneración respectivamente conduce inevitablemente al mezclado de los dos gases en los límites de las secciones. Para prevenir la humidificación del aire de secado se deben tomar varias precauciones. Una sección especial de descarga se introduce en el rotor desecante para extraer el vapor de agua sobrecalentado en los vacíos del rotor en la interface de la sección de regeneración hasta la sección adsorbente. En esta sección de descarga una caída rápida de la presión de vapor causa una liberación adicional del agua adsorbida y un enfriamiento del desecante caliente. Otras etapas adoptadas son sellos especiales entre las secciones para minimizar las fugas de una sección a la siguiente y la introducción de un balance de presión adecuado. Como el flujo de gas es siempre desde la alta hasta la baja presión, el balance de presión se fija para asegurar la prevención de la fuga de cualquier humedad en el aire seco o el deterioro de la regeneración de la zeolita.
- En consecuencia, en el proceso de acuerdo con la presente invención preferentemente se mantiene un balance de presión para prevenir la fuga de humedad de la sección de regeneración o la sección de descarga dentro de la sección de adsorción, de manera que se cumplen las siguientes condiciones con respecto a las presiones en las secciones adyacentes. :
- (i) la presión del gas de suministro en el lado frontal de la sección de adsorción es mayor que la presión del gas de descarga en el lado frontal de la sección de descarga.
 - (ii) la presión del gas de suministro en el lado frontal de la sección de adsorción es mayor que la presión del vapor de agua sobrecalentado en el lado frontal de la sección de regeneración
 - (iii) la presión del gas de descarga en el lado frontal de la sección de descarga es mayor que la presión del vapor de agua sobrecalentado en el lado frontal de la sección de regeneración;
 - (iv) la presión del gas de suministro en el lado posterior de la sección de adsorción es mayor que la presión del gas de descarga en el lado posterior de la sección de descarga; y
 - (v) la presión del gas de suministro en el lado posterior de la sección de adsorción es mayor que la presión del vapor de agua sobrecalentado en el lado posterior de la sección de regeneración.
- Otro aspecto del sistema es el tiempo real de control del contenido de humedad del aire. Mediante la medición de la temperatura y del contenido de humedad del aire antes de la entrada en el rotor desecante y combinando estas con la isoterma de adsorción de la zeolita, puede ajustarse la velocidad del rotor para obtener un contenido de humedad constante en el aire para el secador de producto.
- El desecante de zeolita puede usarse además para secar y regenerar el aire de salida del secador. De esta manera, puede lograrse un secador de bucle cerrado. De esta forma puede evitarse la pérdida de calor de condensación con un ahorro de energía considerable. Por otra parte, la reutilización del gas de secado permite también el uso de otros gases distintos del aire como medio de secado. Mientras que en los sistemas sin recirculación, el uso de otro medio de secado distinto del aire no es económicamente factible, en un ciclo cerrado este puede ser una opción realista.
- En el proceso de acuerdo con la presente invención, el gas de suministro se calienta en el paso (b). El gas de suministro se calienta adecuadamente en el paso (b) a una temperatura en el intervalo de 5 a 60°C, preferentemente en el intervalo de 30 a 50°C.
- Preferentemente, el vapor de agua que comprende al menos parte de la humedad que fue adsorbida en la sección de adsorción se condensa posteriormente y el calor generado durante la condensación de dicho vapor de agua se usa para calentar el gas de suministro en el paso (b)
- De manera adecuada, al menos parte del gas de suministro presente en el vapor de agua sobrecalentado a condensar, se extrae del vapor de agua sobrecalentado durante la condensación.
- El vapor de agua que comprende al menos parte de la humedad que fue adsorbida en la sección de adsorción tiene preferentemente una temperatura en el intervalo de 110 a 250°C.
- En una modalidad atractiva de la presente invención, el gas de suministro, el vapor de agua sobrecalentado y el gas de descarga pasan a través del segmento en cuestión por medio de un ventilador o un compresor.
- Preferentemente, la zeolita contenida en la rueda rotativa desecante es del tipo 3A, 4A y/o 5A. La zeolita contenida en la rueda rotativa desecante es con preferencia del tipo 4A.
- La sección de regeneración a usar de acuerdo con la presente invención comprende preferentemente dos o más segmentos.
- La presente invención se relaciona con un sistema deshumidificador que comprende una rueda rotativa desecante de zeolita que comprende un primer medio para suministrar un gas de suministro a una sección de adsorción de la rueda

desecante, un segundo medio para suministrar vapor sobrecalentado a una sección de regeneración de la rueda desecante, y un tercer medio para suministrar un gas de descarga a una sección de descarga, de manera que cada uno del primero, segundo y tercer medio comprende un ventilador o un compresor.

5 Preferentemente, la sección de regeneración del sistema del deshumidificador de acuerdo con la presente invención comprende dos o más segmentos.

Preferentemente, de acuerdo con la presente invención el gas de suministro es nitrógeno o dióxido de carbono o cualquier otro gas.

10 Preferentemente el gas de descarga es el mismo gas que el gas de suministro.

Los diversos aspectos de la presente invención se discutirán ahora sobre la base de la Figura 1, la cual ilustra la presente invención sin limitarla a una modalidad particular.

15 En la Figura 1, el gas de suministro (1) es succionado a través de una sección de filtro doble (2) por medio de un ventilador (3) (ventilador 1). El contenido de humedad del aire se controla por medio de un sensor de humedad relativa y temperatura (4). El aire se calienta en un cambiador de calor (5). La temperatura del aire se controla por un transmisor de temperatura (6) y el aire pasa a través de una rueda rotativa desecante de zeolita (7), donde su humedad es adsorbida por la zeolita. El transmisor de presión P1 (8) garantiza un flujo constante por el ventilador (3). Un transmisor especial (9) mide el contenido de humedad del gas de suministro. La velocidad del rotor de la rueda rotativa desecante de zeolita (7) se ajusta constantemente por medio de un bucle de control de avance de la alimentación (10) sobre la base del contenido de humedad del gas de suministro y la temperatura en frente del cambiador de calor (5), combinado con la isoterma de sorción de la zeolita. puede realizarse un ajuste menor de la velocidad del rotor usando el bucle de control de la retroalimentación (11) basado en la medición del contenido de humedad del gas de suministro deshumidificado (12).

20 La zeolita se regenera posteriormente por medio del vapor de agua sobrecalentado (13) el cual se alimenta a un bucle a contracorriente. La temperatura del vapor de agua proveniente del sobrecalentador (14) se mantiene constante por medio de un bucle de control controlado por un transmisor de temperatura (15). La asignación de calor se limita por el ajuste del flujo del ventilador (16) (ventilador 2) a través de la rueda desecante por medio de un bucle de control controlado por medio de un transmisor de temperatura (17). El exceso de vapor de agua, debido a la humedad liberada a partir de la zeolita se condensa en el cambiador de calor (5). La pequeña cantidad del gas de suministro que se fuga en el vapor de agua se elimina por medio del ventilador (18) (ventilador 4). Un filtro (19) separa el condensado del gas. La presión en el filtro se controla por un bucle de control controlado por medio de un transmisor de presión (20).

35 La zeolita caliente regenerada en la rueda desecante se enfría por medio de un gas de descarga (21). El flujo del gas de descarga se mantiene por un ventilador (22) (ventilador 3), el cual es controlado por medio de un transmisor de temperatura (23) (T2) de la rueda desecante de zeolita. El gas de enfriamiento se filtra por el filtro (24) antes de pasar a través de la rueda desecante.

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema deshumidificador que comprende una rueda rotativa desecante de zeolita que comprende un primer medio para suministrar un gas de suministro a una sección de adsorción de la rueda desecante, un segundo medio para suministrar vapor sobrecalentado a una sección de regeneración de la rueda desecante, y un tercer medio para suministrar un gas de descarga a una sección de descarga, de manera que cada uno del primero, segundo y tercer medio comprende un ventilador o compresor.
- 10 2. Un sistema deshumidificador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la sección de regeneración comprende dos o más segmentos.
3. Un sistema deshumidificador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la zeolita es del tipo 3A, 4A y/o 5A, preferentemente la zeolita es del tipo 4A.
- 15 4. Un proceso para controlar el contenido de humedad de un gas de suministro para usar en el secado de un producto, que comprende las etapas de:
- 20 (a) proporcionar el gas de suministro;
 (b) opcionalmente calentar el gas de suministro;
 (c) determinar la temperatura y el contenido de humedad del gas de suministro;
 (d) pasar el gas de suministro a través del rueda rotativa desecante de zeolita del sistema deshumidificador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3 de manera que el gas de suministro pase a través de la sección de adsorción de manera que la humedad es adsorbida del gas de suministro, el vapor sobrecalentado pasa a través del sección de regeneración de la rueda desecante para eliminar al menos parte de la humedad adsorbida del desecante de zeolita de manera de obtener el vapor de agua que comprende al menos parte de la humedad que se adsorbió en la sección de adsorción, y pasar el gas de descarga a través de la sección de descarga para enfriar el desecante de zeolita y en donde tiene lugar la regeneración posterior de la zeolita, de manera que la velocidad de rotación de la rueda desecante se controla por medio de los datos de temperatura y el contenido de humedad obtenidos en la etapa (c) en combinación con la isoterma de sorción correspondiente del desecante; y
- 25 (e) recuperar el gas de suministro deshumidificado obtenido en la etapa (d).
- 30 5. Un proceso de conformidad con la reivindicación 4, en donde el gas de descarga usado para enfriar el desecante de zeolita se transfiere a través de la rueda desecante para precalentar primero la rueda antes de pasar el vapor de agua sobrecalentado a la sección de regeneración.
- 35 6. Un proceso de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, en donde el exceso de vapor de agua sobrecalentado se recupera del vapor de agua que comprende al menos parte de la humedad que fue adsorbida en la sección de adsorción, el exceso de vapor de agua sobrecalentado se usado para propósitos de energía, y al menos parte del vapor de agua sobrecalentado remanente se transfiere a la sección de regeneración.
- 40 7. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-6, en donde el balance de presión se mantiene para prevenir la fuga de humedad de la sección de regeneración o de la sección de descarga dentro de la sección de adsorción, de manera que se cumplen las siguientes condiciones con respecto a las presiones en las secciones adyacentes.
- 45 (i) La presión del gas de suministro en el lado frontal de la sección de adsorción es mayor que la presión del gas de descarga en el lado frontal de la sección de descarga;
 (ii) la presión del gas de suministro en el lado frontal de la sección de adsorción es mayor que la presión del vapor de agua sobrecalentado en el lado frontal de la sección de regeneración;
 (iii) la presión del gas de descarga en el lado frontal de la sección de descarga es mayor que la presión del vapor de agua sobrecalentado en el lado frontal de la sección de regeneración;
 (iv) la presión del gas de suministro en el lado posterior de la sección de adsorción es mayor que la presión del gas de descarga en el lado posterior de descarga; y
- 50 (v) la presión del gas de suministro en el lado posterior de adsorción es mayor que la presión del vapor de agua sobrecalentado en el lado posterior de regeneración.
- 55 8. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-7, en donde el vapor de agua que comprende al menos parte de la humedad que fue adsorbida en la sección de adsorción se condensa posteriormente y el calor generado durante la condensación de dicho vapor de agua se usa para calentar el gas de suministro en el paso (b).
- 60

9. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 8, en donde al menos parte del gas de suministro presente en el vapor de agua sobrecalentado a condensar se extrae del vapor de agua sobrecalentado durante la condensación.
- 5 10. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-9, en donde el gas de suministro, el vapor de agua sobrecalentado y el gas de descarga pasan a través del segmento en cuestión por medio de un ventilador o un compresor.
- 10 11. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-10, en donde el gas de suministro se calienta en el paso (b) a una temperatura en el intervalo de 30 a 100 °C.
- 15 12. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-11, en donde el vapor de agua que comprende al menos parte de la humedad que fue adsorbida en la sección de adsorción tiene una temperatura en el intervalo de 90 a 250 °C.

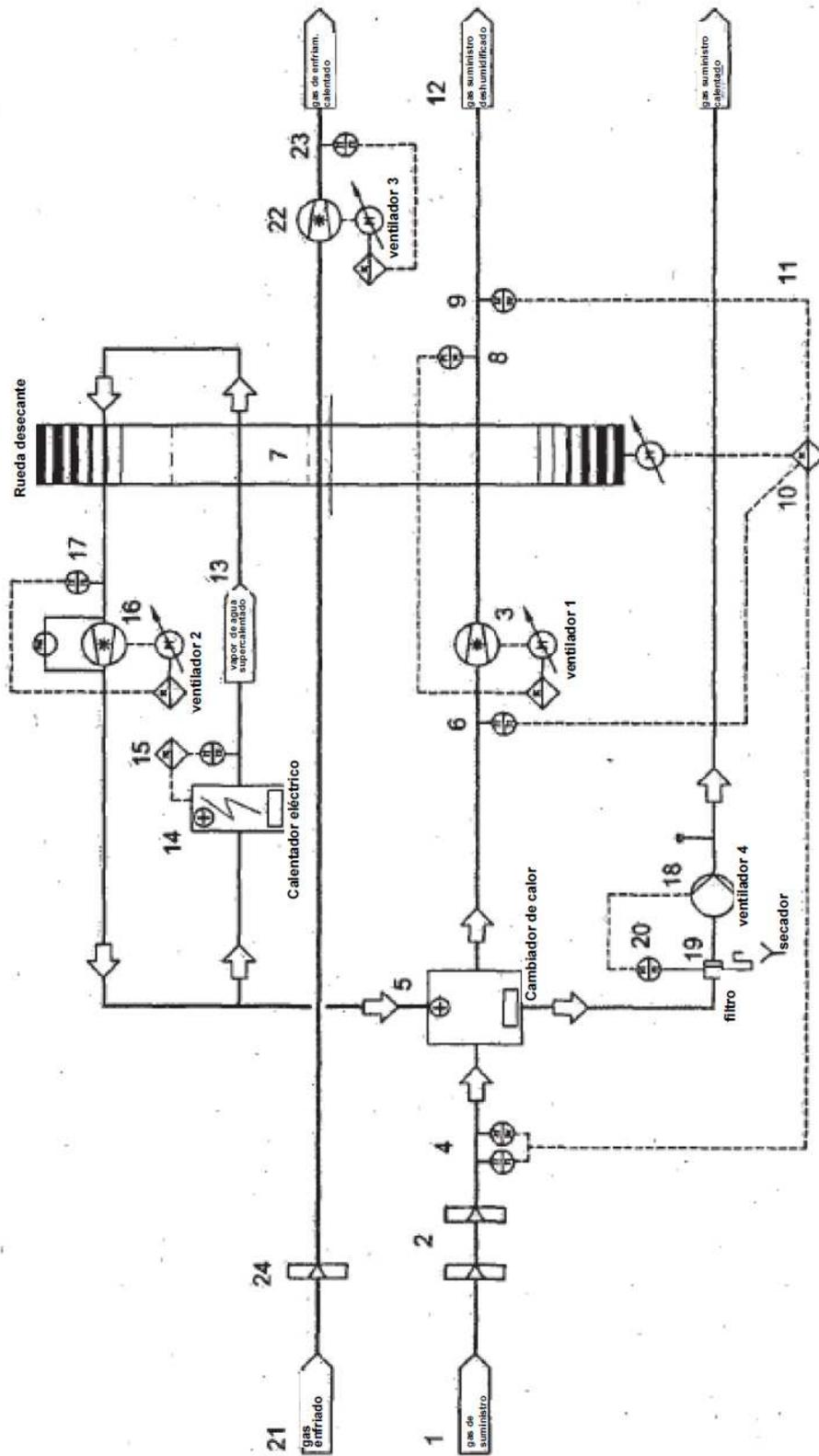


FIGURA 1