

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 502**

51 Int. Cl.:

**F26B 5/16** (2006.01)

**F26B 23/00** (2006.01)

**B29B 13/06** (2006.01)

**B29B 9/16** (2006.01)

**B01D 53/26** (2006.01)

**B01D 59/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2015** **E 15158884 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019** **EP 2921273**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el secado de granulado de material sintético**

30 Prioridad:

**19.03.2014 DE 102014103772**

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

**17.04.2020**

73 Titular/es:

**SIMAR GMBH (100.0%)  
Am Fuchsloch 7  
71665 Vaihingen/Enz, DE**

72 Inventor/es:

**WEINERT, HARALD**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 754 502 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**

Procedimiento y dispositivo para el secado de granulado de material sintético

5 La invención se refiere a un procedimiento para el secado de materiales sintéticos en un circuito de aire de proceso dirigido con un depósito de material seco y un dispositivo de secado de aire, que presenta al menos dos adsorbedores de lecho fijo que se encuentran en cámaras, que se recorren simultáneamente por aire de proceso durante una fase de regeneración, y se cargan de manera alternante, por una parte con aire de retorno alimentado desde el depósito de material seco, cargado de humedad, y por otra parte con aire de regeneración seco, comprendiendo la fase de regeneración una fase de regeneración de aire caliente inicial, y una fase de refrigeración subsiguiente. La invención se refiere además a un dispositivo para la realización de tal procedimiento.

10 Un procedimiento conocido para el secado de materiales sintéticos, como por ejemplo en las instalaciones de secado de granulado KTX 50 y KTX 1200 procedentes de las solicitantes, emplea uno o varios depósitos de material seco y un dispositivo de secado de aire. El aire de proceso seco generado en el dispositivo de secado de aire recorre el material sintético almacenado en el depósito de material seco, y extrae humedad de éste. El aire de retorno cargado de humedad del depósito de material seco se devuelve al dispositivo de secado de aire. En éste, un agente desecante, que se introduce en las citadas instalaciones como adsorbedor de lecho fijo, adsorbe la humedad y, por consiguiente, prepara el aire de proceso de nuevo. Alternativamente, el agente desecante se puede realizar también como rueda de adsorción. Ya que la capacidad de absorción de agua del agente desecante es limitada, ésta se debe regenerar. En el caso de adsorbedores de lecho fijo, la humedad se elimina por medio de aire de regeneración caliente a intervalos de tiempo regulares en una fase de regeneración, y a continuación el adsorbedor de lecho fijo se enfría con aire no calentado. Para garantizar un funcionamiento continuo también durante la fase de regeneración están dispuestos dos adsorbedores de lecho fijo en paralelo, de modo que uno u otro realiza el secado de aire de proceso durante la fase de regeneración. Una operación de secado de material sintético continua bajo empleo de dos adsorbedores de lecho fijo requiere que el intervalo de tiempo de la fase de regeneración sea más corto que el intervalo de tiempo de la fase de adsorción.

25 En el procedimiento conocido, el aire seco para la fase de regeneración se toma a partir de la corriente de aire de proceso y se emite al ambiente después de recorrer el adsorbedor de lecho sólido a regenerar. Para obtener el equilibrio técnico de flujo, la cantidad de aire emitida se debe alimentar de nuevo al sistema, lo que se efectúa mediante succión de aire fresco. El aire fresco alimentado introduce por su parte humedad en el sistema, que se debe eliminar del aire de proceso mediante el secador de aire, adicionalmente a la humedad del material seco. De este modo aumenta la cantidad de energía necesaria para el proceso de secado. Además, la capacidad de absorción de agua, o bien de adsorción del secador de aire, disponible para la humedad del material seco, se absorbe parcialmente por el aire fresco humedo.

35 En el documento US 4 601 114 A se indica un procedimiento, o bien un dispositivo para el secado de materiales sintéticos bajo empleo de dos depósitos de material seco, encontrándose respectivamente uno de los depósitos en la operación de adsorción, el otro en la operación de regeneración. La operación de regeneración comprende una fase de aire caliente inicial y una fase de refrigeración subsiguiente. En la fase de aire caliente, el aire fresco separado se alimenta al depósito a regenerar, desacoplándose del circuito total la rama del circuito en la que se encuentra el depósito a regenerar, y conduciéndose como circuito con aire fresco separado, abierto. El circuito total permanece en la conducción de aire de circulación cerrada. Para la subsiguiente fase de refrigeración, la alimentación de aire fresco se cierra y se cambia a una conducción de aire de circulación, en la que también está integrado entonces el depósito a regenerar. El aire refrigerante se extrae de la corriente de aire de proceso total antes de su secado. El propósito de la conmutación a operación de aire circulante es impedir una alimentación de humedad de la atmósfera durante esta fase.

45 El documento EP 0 626 244 A1 muestra un procedimiento y un dispositivo para el secado de un granulado de material sintético que se encuentra en un embudo de secado por medio de aire seco, y para la preparación de un agente de adsorción que absorbe humedad del aire de escape, que se libera de humedad primeramente mediante aire externo calentado, y al que sigue entonces una fase de refrigeración. El aire de regeneración durante la fase de aire caliente y también el aire durante la fase de refrigeración se conduce por separado del aire seco que recorre el embudo de secado, de modo que no se recorren por el aire seco ambas ollas de secado. En este caso, durante la fase de refrigeración, el calor extraído de la olla de secado regenerada se emite a un acumulador de calor.

El documento WO 85/01569 A1 indica igualmente un procedimiento para el secado de materiales sintéticos, transcurriendo la regeneración en un circuito separado.

55 Por el documento US 5 546 673 A es conocido un procedimiento y un dispositivo para el secado de materiales sintéticos, en el que se requieren al menos tres cámaras agitadas y circuitos separados con adsorbedores de lecho fijo para el control de proceso descrito. Mientras que una cámara pone a disposición aire seco, las otras dos cámaras se encuentran en la operación de regeneración, y de hecho una de ellas en la operación de regeneración de aire refrigerante, en la que está integrada parcialmente en el circuito de proceso de secado, y la otra en la fase de regeneración de aire caliente, en la que está conectada a un circuito de aire fresco separado. Las tres cámaras se trasladan a una operación rotativa entre una fase de proceso de secado, una fase de regeneración de aire frío y una

fase de regeneración de aire caliente. Esto requiere una estructura relativamente costosa con el mecanismo de rotación y los circuitos separados, y un modo de operación correspondientemente costoso.

5 El documento DE 10 2010 049 487 B3 muestra otro procedimiento, o bien otro dispositivo para el secado de materiales sintéticos con depósito de material seco y dispositivo de secado de aire. En este caso está presente asimismo una disposición rotativa de al menos tres cámaras con adsorbedores de lecho fijo, integrándose alternativamente una de las cámaras en un circuito de aire fresco separado, de modo que también en este caso es necesario un gasto correspondiente.

10 En una conferencia del Dr. Ralf Schmidt ("Wärmeund Kältespeicherung mittels Zeolith", evento "Thermische Energiespeicher für Wärme und Kälte", IHK Akademie München; Forum; 06 de marzo de 2013) se muestra el empleo de zeolitas como agentes desecantes.

15 En el documento DE 39 36 008 C2 se da a conocer un procedimiento y un dispositivo para el secado de material, en especial de material sintético, en el que el material que se encuentra en un depósito se recorre por aire seco conducido en circuito. En este procedimiento se emplea una instalación de secado para el secado de aire seco cargado con humedad, que presenta al menos un cartucho de secado cuya regeneración, no obstante, no se expone más detalladamente. Éste no ofrece datos más detallados sobre el empleo de aire de proceso seco para la regeneración del cartucho de secado.

Otros procedimientos o dispositivos para el secado de materiales sintéticos se muestran en los documentos DE 42 41 568 A1, DE 43 00 595 A1, EP 0 061 161 A2, DE 31 45 921 A1 y el documento DE 44 37 494 A1.

20 La presente invención toma como base la tarea de poner a disposición un procedimiento de bajo consumo y lo más sencillo posible para el secado de materiales sintéticos por medio de aire de proceso conducido en circuito, así como un dispositivo lo más sencillo posible para la realización de tal procedimiento.

Esta tarea se soluciona en el procedimiento con las características de la reivindicación 1 y en el dispositivo con las características de la reivindicación 7.

25 En el procedimiento según la invención está previsto que, durante una fase de regeneración en la transición de una fase de regeneración de aire caliente a una fase de refrigeración de una alimentación de aire fresco, en la que se alimenta aire fresco al circuito desde fuera, se cambie a una conducción de aire circulante en el circuito entonces cerrado, en la que se alimenta de nuevo aire refrigerante saliente de una cámara respectiva dentro del circuito. En el dispositivo está previsto que en el circuito esté dispuesta una unidad de válvula adicional accesible desde una instalación de control, con la que, durante la fase de regeneración, en la transición de la fase de regeneración de aire  
30 caliente a la fase de refrigeración de una alimentación de aire fresco, en la que se puede alimentar aire fresco al circuito desde fuera, se puede cambiar a una conducción de aire circulante en el circuito entonces cerrado, en la que el aire refrigerante que sale de la respectiva cámara es alimentable de nuevo dentro del circuito.

Con estas medidas, la estructura requiere relativamente poco gasto en el caso de control de proceso eficiente, estando provisto el circuito de una disposición de conducción sencilla y miembros de control relativamente sencillos.

35 Una medida según la invención consiste en que, durante la conducción de aire circulante, el aire refrigerante saliente de la respectiva cámara se alimenta de nuevo al circuito entre el depósito de material seco y los adsorbedores de lecho fijo a través de una conducción de corriente adicional.

40 Se producen diversas posibilidades de configuración del procedimiento según la invención efectuándose la conmutación por medio de una unidad de válvula adicional, que puede ser una unidad de válvula adicional accionable eléctricamente o una unidad de válvula adicional accionable neumáticamente.

Contribuye a un modo de funcionamiento ventajoso que la circulación del aire de proceso se favorezca por medio de un ventilador de regeneración.

45 Además se produce una función ventajosa calentándose el aire de regeneración en una rama de regeneración, antes de la respectiva cámara durante la fase de regeneración de aire caliente, por medio de un dispositivo calentador de regeneración eléctrico.

Las medidas de emplear un agente de adsorción con un tamaño de poro  $p$  de  $p \geq 0,5$  nm y/o con una estructura cristalina hexagonal y/o con una capacidad de absorción de agua máxima  $k$  de  $k \geq 21$  % en peso, y de poner en funcionamiento la fase de regeneración cuando la cantidad de agua absorbida sobrepasa más de 21 % en peso, contribuyen a un secado y a una regeneración eficiente.

50 Diversas variantes de configuración del dispositivo según la invención consisten en que las cámaras se encuentran en uno o varios recipientes. Se obtiene una estructura ventajosa siendo el aire refrigerante, saliente de la respectiva cámara, alimentable de nuevo al circuito entre el depósito de material seco y los adsorbedores de lecho fijo a través de un conducto de circulación adicional durante la conducción de aire circulante.

Es preferente que la conmutación se pueda efectuar por medio de una unidad de válvula adicional accionada eléctricamente o una unidad de válvula adicional accionada neumáticamente.

Además influye ventajosamente que la corriente de aire de proceso se pueda favorecer por medio de al menos un ventilador de regeneración.

- 5 Para la liberación de aire de proceso de partículas es ventajoso que en el conducto de aire de retorno esté dispuesto al menos un filtro.

El empleo de un agente de adsorción con un tamaño de poro  $p$  de  $p \geq 0,5$  nm y/o una estructura cristalina hexagonal y/o una capacidad de absorción de agua máxima  $k$  de  $k > 21$  % en peso favorece el secado y la regeneración eficiente.

- 10 Otra característica ventajosa de configuración del dispositivo según la invención consiste en que, respecto al sentido de circulación del aire de regeneración en una sección de conducto, antes de las cámaras está dispuesto al menos un dispositivo calentador de regeneración, que se puede poner en funcionamiento de calefacción por medio de la instalación de control durante la fase de regeneración de aire caliente.

A continuación se explica más detalladamente la invención por medio de ejemplos de realización en referencia a los dibujos. Muestran:

- 15 La Fig. 1 una representación esquemática de un dispositivo, o bien un diagrama de flujo de un procedimiento para el secado de materiales sintéticos con un depósito de material seco, un circuito para aire de proceso y un dispositivo de secado de aire, encontrándose una unidad de válvula adicional de un dispositivo de válvula en posición de alimentación de aire fresco,

- 20 La Fig. 2 otro ejemplo de realización del dispositivo, o bien del procedimiento para el secado de materiales sintéticos según la Fig. 1, encontrándose la unidad de válvula adicional en posición de conducción de aire de circulación,

La Fig. 3 otro ejemplo de realización del dispositivo, o bien del procedimiento para el secado de materiales sintéticos con un dispositivo de válvula diferente frente a la Fig. 1, encontrándose una unidad de válvula adicional del dispositivo de válvula en posición de alimentación de aire fresco,

- 25 La Fig. 4 ejemplo de realización según la Fig. 3, encontrándose la unidad de válvula adicional en posición de conducción de aire de circulación,

La Fig. 5 otro ejemplo de realización del dispositivo, o bien del procedimiento para el secado de materiales sintéticos, estando dispuesto únicamente un dispositivo calefactor de regeneración en circuito a diferencia de la Fig. 3, que está conectada a través de un dispositivo de válvula de regeneración a un adsorbedor de lecho fijo que se encuentra en la fase de regeneración, y

- 30 La Fig. 6 ejemplo de realización según la Fig. 5, encontrándose la unidad de válvula adicional en posición de conducción de aire de circulación.

- 35 La Fig. 1 muestra un dispositivo 1 para el secado de materiales sintéticos con un dispositivo de secado de aire y un depósito de material seco para la admisión de materiales sintéticos, en especial en forma de granulado, dispuesto en un circuito 40 que conduce aire de proceso. Por medio del dispositivo 1 se puede realizar un procedimiento para el secado de materiales sintéticos, pudiendo estar presentes varios depósitos de material seco. La Fig. 1 muestra también un diagrama de flujo del procedimiento.

- 40 El aire de proceso que se conduce en el circuito 40 mostrado en la Fig. 1 recorre el depósito de material seco 10, y a continuación se alimenta al secado del dispositivo de secado de aire 20. El aire de proceso seco que fluye desde el depósito de secado de aire 20 llega de nuevo al depósito de material seco 10 a través de un conducto de aire seco 42 del circuito 40. En el conducto de aire seco 42 está dispuesto un dispositivo de calentamiento previo de adsorción 80 para el calentamiento del aire de proceso. Éste calienta el aire de proceso a la temperatura de aire seco específica para el material sintético. En el conducto de aire seco 42 están dispuestos convenientemente dispositivos para el control, en el presente ejemplo aguas arriba de calefacción de adsorción 80 un transmisor de punto de rocío 140 y un sensor de caudal 150, así como un termostato 120 y un sensor de temperatura 130 aguas abajo de calefacción de adsorción 80. Éstos permiten un control durante el funcionamiento, al que están ligadas, en caso dado, medidas de control. De este modo, por ejemplo en función del punto de rocío se pueden efectuar procesos de conmutación a través de un dispositivo de válvula 50 por medio de una instalación de control.

- 50 A través del conducto de aire seco 42, el aire de proceso llega al depósito de material seco 10, donde recorre el material sintético almacenado, y extrae humedad del mismo en este caso. A continuación éste llega, ahora como aire de retorno cargado de humedad, al dispositivo de secado de aire 20 a través de un conducto de aire de retorno 41, succionándose por un ventilador 60 que se encuentra en el conducto de aire de retorno 41. Aguas arriba del ventilador 60, el aire de retorno cargado con humedad pasa por un filtro 70, que se encuentra ventajosamente en esta posición, para liberar el aire de retorno de fracciones de polvo. Aguas abajo del filtro 70 está dispuesto convenientemente un sensor de presión 160 para controlar el filtro e introducir, en caso dado, medidas para la regeneración del filtro.

El aire de retorno cargado de humedad se conduce al dispositivo de aire seco 20 a través de una unidad de válvula de aire de retorno 51 de un dispositivo de válvula 50. En el presente ejemplo, las unidades de válvula 50 son realizadas para funcionamiento eléctrico. El dispositivo de secado de aire 20 representado en la Fig. 1 presenta dos cámaras 30 dispuestas paralelamente, que contienen un adsorbedor de lecho fijo en cada caso. Sería igualmente concebible un dispositivo con más de dos cámaras 30, a modo de ejemplo para mantener una cámara en reserva. Las cámaras pueden estar contenidas en varias carcasas separadas o en una común.

A través de la posición según la figura de la unidad de válvula de aire de retorno 51, el aire de proceso dentro del dispositivo de secado de aire 20 llega a la cámara izquierda 30, que se encuentra en la fase de adsorción. En la posición de válvula alternativa, el aire de proceso llega a la cámara derecha 30, en la que transcurre entonces la adsorción. El cambio de la unidad de válvula de aire de retorno 51 se efectúa convenientemente de manera automatizada, por ejemplo a través de un control dependiente del punto de rocío o dependiente del tiempo.

El aire de proceso desecado saliente de la cámara 30 recorre en primer lugar un dispositivo calefactor de regeneración 91 no accionado con este fin durante la fase de adsorción y un termostato 120. Sería posible que el dispositivo calefactor de regeneración 91 se accione durante la fase de adsorción en lugar de o adicionalmente al dispositivo calefactor de adsorción 80, por ejemplo en el caso de un fallo del dispositivo calefactor de adsorción 80. Otra variante de realización sería un bypass, que evita el dispositivo calefactor de regeneración 91 y el termostato 120 durante la fase de adsorción. A continuación se alimenta de nuevo el aire de proceso seco al conducto 42 de aire seco.

Paralelamente a la cámara izquierda 30 está dispuesta la cámara derecha 30, que se encuentra en una fase de regeneración de aire caliente, que forma una parte de la fase de regeneración, en el estado representado en la Fig. 1. En la fase de regeneración, el aire de regeneración seco recorre una rama de regeneración 90, que comprende el dispositivo calefactor de regeneración 91, un termostato 120 y la cámara derecha 30. Además del termostato 120 pueden estar previstos dispositivos de control diferentes o adicionales. El aire de regeneración seco se extrae de la corriente de aire de proceso a partir del conducto de aire seco 42, contra el flujo del dispositivo calefactor de adsorción 80. El aire de regeneración seco pasa primeramente por el dispositivo calefactor de regeneración 91, donde se calienta a la temperatura necesaria para la fase de regeneración de aire caliente.

Después de atravesar la cámara derecha 30, donde el aire de regeneración expulsa la humedad del adsorbedor de lecho fijo, el aire de regeneración cargado con humedad se conduce a través de la unidad de válvula de aire de retorno 51 en un conducto de circulación adicional 43 asociado al circuito 40. Una unidad de válvula 52 del dispositivo de válvula 50 dispuesto en el conducto de circulación adicional 43 extrae ésta del circuito 40 al ambiente a través de una descarga de aire de escape 110. La parte derivada de la corriente de aire de proceso se sustituye por aire fresco a través de la unidad de válvula adicional 52 para mantener el equilibrio técnico de circulación. Por consiguiente, en esta posición de alimentación de aire fresco el circuito 40 está abierto. En esta posición, la unidad de válvula adicional 52 forma una conexión de circulación con la descarga de aire de escape 110 y de la alimentación de aire fresco 100 al conducto de circulación adicional 43. El aire fresco se alimenta a través del conducto de circulación adicional 43 de aire de proceso al conducto de aire de retorno aguas arriba del filtro 70. Esta posición de alimentación es conveniente, ya que, de este modo, se separan a través del filtro partículas de polvo introducidas eventualmente a través del aire fresco. Además, la humedad introducida en el aire de proceso a través del aire fresco se separa a través del dispositivo de secado de aire 20, antes de que el aire de proceso llegue al depósito de material seco 10.

La Fig. 2 se diferencia de la Fig. 1 en la medida en que muestra la fase de regeneración descrita en una fase de refrigeración que se establece tras la fase de regeneración de aire caliente. En la fase de refrigeración, el dispositivo calefactor de regeneración 91 no se encuentra en funcionamiento de calefacción, de modo que el aire de regeneración seco conducido a través de la rama de regeneración 90 no se calienta a través del dispositivo calefactor de regeneración 91. El aire de regeneración seco recorre la cámara derecha 30 y enfría el adsorbedor de lecho fijo que se encuentra en la misma. A continuación se conduce éste a través de la unidad de válvula de aire de retorno 51 al conducto de circulación adicional 43 asociado al circuito 40. En este caso, la unidad de válvula adicional 52 que se encuentra en el conducto de circulación adicional 43 se encuentra en posición de conducción de aire de circulación, en la que la misma cierra la descarga de aire de escape 110 y la alimentación de aire fresco 100. El aire de regeneración se conduce posteriormente a través del conducto de circulación adicional 43, y el aire de proceso se alimenta de nuevo al conducto de aire de retorno 41 en su punto de conexión. De este modo se produce una conducción de aire de circulación en circuito cerrado 40.

En este caso, esto influye ventajosamente en que, en la fase de refrigeración, al circuito 40 no llega humedad adicional a través de aire fresco alimentado desde fuera, ni se tiene que eliminar ésta, con lo cual se mejora la eficiencia energética del proceso total.

Muestran otro ejemplo de realización la Fig. 3, o bien 4, que corresponden esencialmente a la Fig. 1, o bien 2, con la diferencia de que la unidad de válvula de aire de retorno 51 y la unidad de válvula adicional 52 del dispositivo de válvula 50 presentan una estructura diferente, y son accionables neumáticamente. También es posible una combinación de válvulas accionables neumática y eléctricamente.

Una variante de configuración según la Fig. 5, o bien la Fig 6, que corresponde esencialmente a los ejemplos de realización según la Fig. 3 y 4 por lo demás, presenta un dispositivo calefactor de regeneración 91 con un ventilador

de regeneración 92 preconectado adicionalmente. En la Fig. 5, el sistema se encuentra en la fase de regeneración de aire caliente, mientras que la Fig. 6 muestra la fase de refrigeración. A través de un dispositivo de válvula de regeneración adicional 93, un tramo de la rama de regeneración 90, que presenta el ventilador de regeneración 92, el dispositivo calefactor de regeneración 91, y en caso dado dispositivos para el control, están acoplados con la cámara derecha 30 que se encuentra en la fase de regeneración. El aire de proceso desecado, que fluye desde la cámara izquierda 30 que se encuentra en la fase de adsorción, se conduce a través de un bypass 94 mediante el dispositivo de válvula de regeneración 93, y se hace pasar a través de un punto de ramificación, en parte a través del tramo de la rama de regeneración 90, y en parte en el conducto de aire seco 42.

En los ejemplos de realización, en el circuito 40 están dispuestos convenientemente dispositivos para el control. Éstos son transmisores de punto de rocío 140, sensores de caudal 150, termostatos 120, sensores de presión 160 y/o sensores de temperatura 130. Éstos permiten un control durante el funcionamiento, al que pueden estar ligadas medidas de control en caso dado. De este modo se pueden efectuar procesos de conmutación a través del dispositivo de válvula 50 por medio de una instalación de control, por ejemplo en función del punto de rocío.

La conducción de aire por medio del dispositivo de válvula 50 contenida en los ejemplos de realización descritos anteriormente aporta ventajas esenciales para el ahorro de energía. En este contexto también es ventajoso el empleo de un agente adsorbente especial como adsorbedor de lecho fijo con una estructura hexagonal y con un tamaño de poro  $p$  de  $p \geq 0,5$  nm. La estructura hexagonal y un tamaño de poro  $p$  de  $p \geq 0,5$  nm conducen a una capacidad de absorción de agua elevada y a propiedades de transferencia de masa mejoradas en comparación con agentes adsorbedores empleados hasta la fecha en secadores de material sintético. De este modo, la capacidad de absorción de agua, que se encuentra disponible por litro de depósito de agente desecante, aumenta a más de 21 % en peso, en especial a 26-28 % en peso. Mediante la capacidad de absorción de agua más elevada se prolonga el tiempo de adsorción hasta el momento de saturación. Simultáneamente se acorta el tiempo de regeneración, ya que el agua almacenada se puede extraer más rápidamente debido al tamaño de poro  $p$  más elevado y a la estructura hexagonal. Esto aporta a su vez una eficiencia energética del proceso total elevada en comparación con agentes adsorbentes empleados hasta la fecha. De este modo, es apropiado un agente desecante que presenta las siguientes propiedades:

- tamaño de grano: 2,15 - 3,75 mm
- densidad aparente: 0,641 kg/l
- tamaño de poro:  $10A = 1$  nm
- absorción de agua máxima: 27 % en peso => 173,07 g (agua) / Litro (vol.)
- temperatura de regeneración determinada: 240°C a 300°C
- fórmula:  $\text{Na}_x[(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)] \cdot z\text{H}_2\text{O}$
- estructura cristalina: hexagonal

En combinaciones con la estructura descrita se obtiene una guía de proceso especialmente eficiente, y en este caso conveniente en el control, o bien la regulación.

El uso del dispositivo de válvula 50 según la invención en relación con el agente adsorbedor especial permite una reducción de los tiempos de pausa entre los ciclos de regeneración individuales mediante la prolongación de los tiempos de adsorción. El final del tiempo de adsorción se determina por el punto de rocío del aire de proceso, que se puede mantener constante mediante la formación descrita del dispositivo y del procedimiento realizado con el mismo durante más tiempo que en procedimientos convencionales. A modo de ejemplo, en procedimientos de secado convencionales se seca en un intervalo de punto de rocío de -60°C a -30°C, es decir, la prolongación del tiempo de pausa termina al alcanzar un punto de rocío de aire de proceso de -30°C. No obstante, a más tardar a continuación de la fase de refrigeración comienza ya un aumento de la temperatura del punto de rocío, es decir, un "empeoramiento" de la capacidad de absorción. No obstante, en el procedimiento descrito anteriormente, un punto de rocío casi constante con una temperatura de punto de rocío entre, por ejemplo, -60 y -70 °C, se presenta también mucho después de la fase de refrigeración, por ejemplo durante un intervalo de tiempo de hasta 10 horas. De este modo se puede garantizar un grado de acción elevado también en el tiempo de pausa tras la fase de refrigeración. Además, mediante aceptación de un aire de proceso más húmedo, con una temperatura de punto de rocío más elevada, por ejemplo de hasta -30 °C, se pudo prolongar la fase de adsorción y, por consiguiente, los tiempos de pausa entre las fases de regeneración, de modo que se puede obtener un ahorro energético aún mayor.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento en el que se secan materiales sintéticos en un aire de proceso conducido en un circuito (40), con un depósito de material seco (10), que está dispuesto en el circuito (40) que conduce el aire de proceso, y se recorre por el aire de proceso, y con un dispositivo de secado de aire (20) que presenta al menos dos adsorbedores de lecho fijo que se encuentran en cámaras (30), que se recorren simultáneamente durante una fase de regeneración, y se alimentan alternantemente, por una parte con un aire de retorno alimentado desde el depósito de material seco (10), cargado de humedad, y por otra parte con aire de regeneración, comprendiendo la fase de regeneración una fase de regeneración de aire caliente a la que sigue una fase de refrigeración, cambiándose, en la transición de la fase de regeneración de aire caliente a la fase de refrigeración, de una alimentación de aire fresco (100), en la que se alimenta aire fresco desde fuera, por medio de una unidad de válvula adicional (52), a una conducción de aire de circulación, en la que el aire de refrigeración saliente de la respectiva cámara (30) se alimenta de nuevo dentro del circuito (40), caracterizado por que la fase de regeneración a continuación de la fase de regeneración de aire caliente inicial comprende también la fase de refrigeración subsiguiente, por que, durante la fase de regeneración, se cambia a una conducción de aire de circulación en el circuito (40), estando cerrado entonces el circuito (40), y recorriéndose simultáneamente por aire de proceso los adsorbedores de lecho fijo, al menos dos, que se encuentran en las cámaras (30), y extrayéndose el aire de regeneración como aire de regeneración seco de la corriente de aire de proceso a partir de un conducto de aire seco (42), en el que se conduce el aire de proceso desecado.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que, durante la conducción de aire de circulación, el aire de refrigeración saliente de la cámara respectiva (30) se alimenta de nuevo al circuito (40) entre el depósito de material seco (10) y los adsorbedores de lecho fijo a través de un conducto de circulación adicional (43).
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la conmutación se efectúa por medio de una unidad de válvula adicional (52) accionada eléctricamente o una unidad de válvula adicional (52) accionada neumáticamente.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la circulación de aire de proceso se favorece por medio de un ventilador de regeneración (92).
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el aire de regeneración se calienta en una rama de regeneración (90) antes de la respectiva cámara (30) durante la fase de regeneración de aire caliente por medio de un dispositivo calefactor de regeneración eléctrico (91).
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se emplea un agente de adsorción con un tamaño de poro  $p$  de  $p \geq 0,5$  nm y/o por que se emplea un agente de adsorción con una estructura cristalina hexagonal y/o por que se emplea un agente de adsorción con una capacidad de adsorción de agua máxima  $k$  de  $k \geq 21$  % en peso, y por que la fase de regeneración se pone en funcionamiento cuando la cantidad de agua absorbida sobrepasa más de 21 % en peso.
- 7.- Dispositivo para el secado de materiales sintéticos, en el que el aire de proceso se conduce en un circuito (40) y están presentes un depósito de material seco (10), que está dispuesto en el circuito (40) que conduce el aire de proceso y es recorrido por el aire de proceso, así como un dispositivo de secado de aire (20), que presenta al menos dos adsorbedores de lecho fijo que se encuentran en cámaras (30), que se recorren simultáneamente en el funcionamiento durante una fase de regeneración, y se alimentan alternantemente, por una parte con aire de retorno alimentado desde el depósito de material seco (10), cargado de humedad, y por otra parte con aire de regeneración, comprendiendo la fase de regeneración una fase de regeneración de aire caliente, en la que se alimenta aire fresco desde fuera y a la que sigue una fase de refrigeración, estando presente una unidad de válvula adicional (52) accesible desde una instalación de control, con la que, en la transición de la fase de regeneración de aire caliente a la fase de refrigeración, se cambia a una conducción de aire circulante, en la que el aire refrigerante saliente de la respectiva cámara (30) es alimentable de nuevo dentro del circuito (40), caracterizado por que la fase de regeneración a continuación de la fase de regeneración de aire caliente inicial comprende también la fase de refrigeración subsiguiente, por que la unidad de válvula adicional (52) está dispuesta en el circuito (40) y, por medio de la unidad de válvula adicional (52), durante la fase de regeneración en la transición de la fase de regeneración de aire caliente a la fase de refrigeración de la alimentación de aire fresco (100), en la que se alimenta aire fresco al circuito (40) desde fuera, se cambia a la conducción de aire de circulación, estando entonces cerrado el circuito (40) y recorriéndose simultáneamente por aire de proceso los adsorbedores de lecho fijo, al menos dos, que se encuentran en las cámaras (30), y extrayéndose el aire de regeneración como aire de regeneración seco de la corriente de aire de proceso a partir de un conducto de aire seco (42), en el que se conduce el aire de proceso desecado.
- 8.- Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado por que las cámaras (30) se encuentran en uno o varios recipientes.
- 9.- Dispositivo según la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que, durante la conducción de aire circulante, el aire refrigerante saliente de la respectiva cámara (30) es alimentable de nuevo al circuito (40) entre el depósito de material seco (10) y los adsorbedores de lecho fijo a través de un conducto de circulación adicional (43).
- 10.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que la conmutación es realizable por medio

de una unidad de válvula adicional (52) accionada eléctricamente o una unidad de válvula adicional (52) accionada neumáticamente.

11.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado por que la circulación de aire de proceso se puede favorecer por medio de al menos un ventilador de regeneración (92).

5 12.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado por que en el conducto de aire de retorno (41) está dispuesto al menos un filtro (70).

10 13.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado por que se emplea un agente de adsorción con un tamaño de poro  $p$  de  $p \geq 0,5$  nm y/o por que se emplea un agente de adsorción con una estructura cristalina hexagonal y/o por que se emplea un agente de adsorción con una capacidad de absorción de agua máxima  $k$  de  $k > 21$  % en peso, y por que la fase de regeneración se pone en funcionamiento cuando la cantidad de agua absorbida sobrepasa más de 21 % en peso.

14.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 13, caracterizado por que el agente de adsorción empleado corresponde a la fórmula  $\text{Na}_x[(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)] \cdot z\text{H}_2\text{O}$ .

15 15.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 14, caracterizado por que, respecto al sentido de circulación del aire de regeneración, en un tramo de conducto de las cámaras (30) está dispuesto al menos un dispositivo calefactor de regeneración (91), que se puede poner en funcionamiento de calefacción por medio de una instalación de control durante la fase de regeneración de aire caliente.



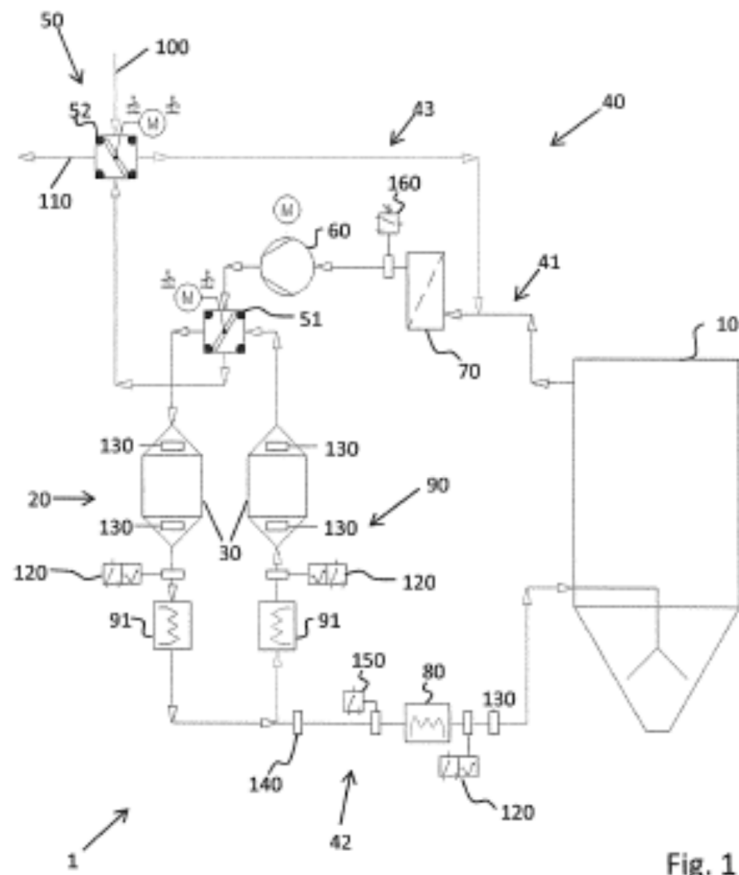


Fig. 1

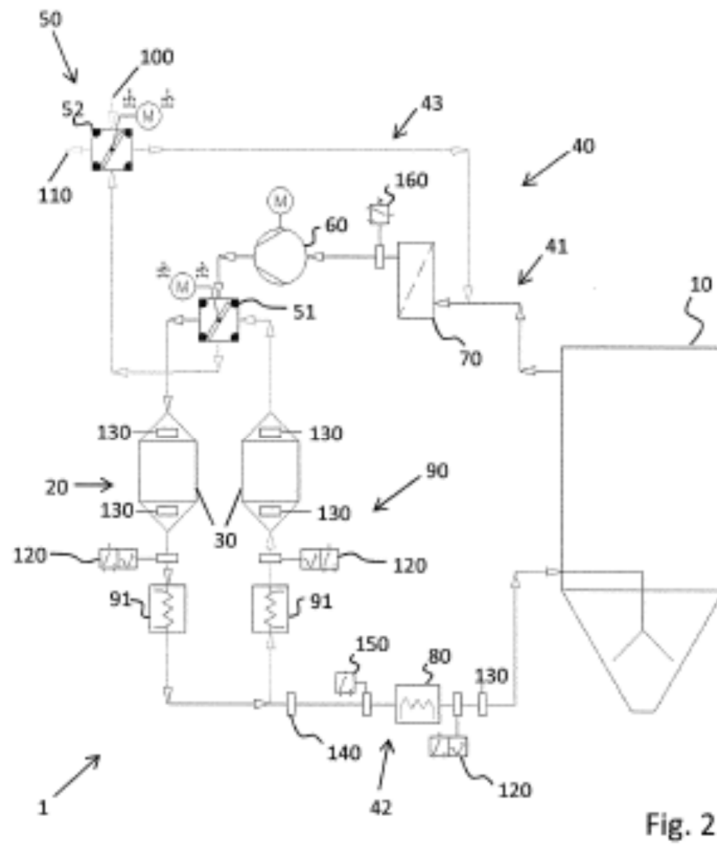


Fig. 2

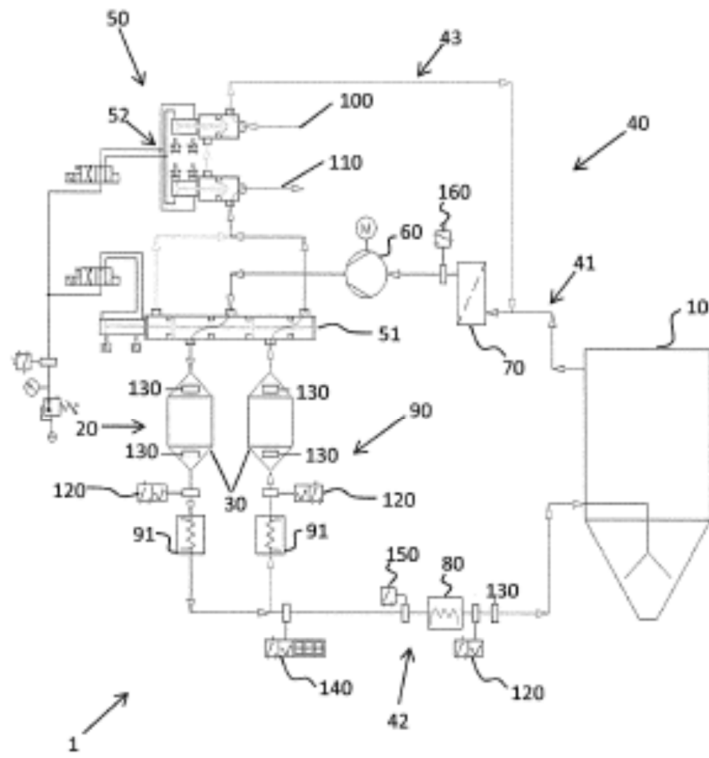


Fig. 3

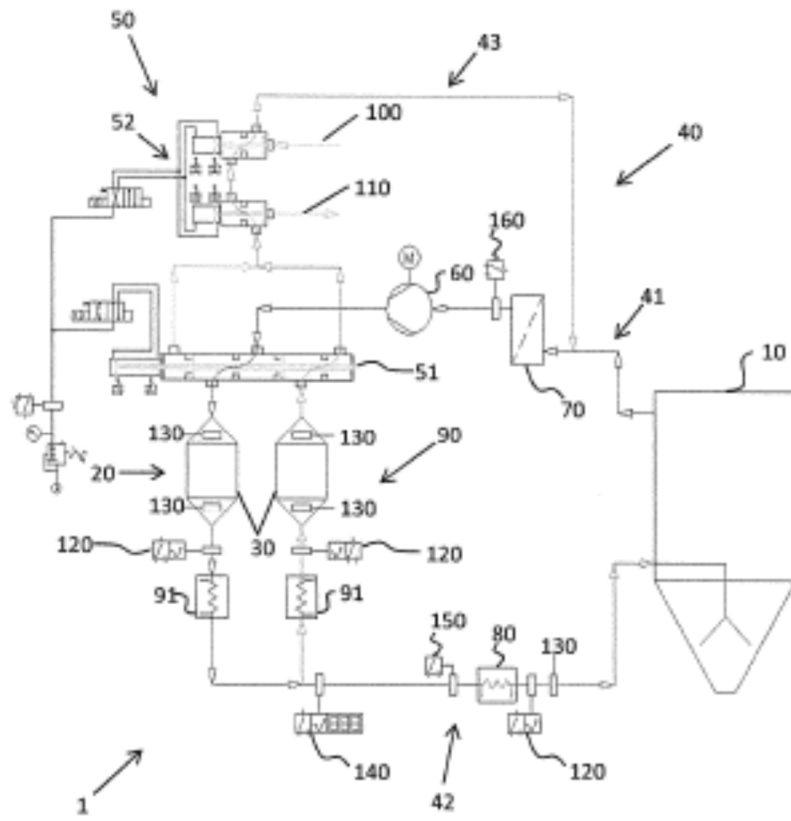


Fig. 4

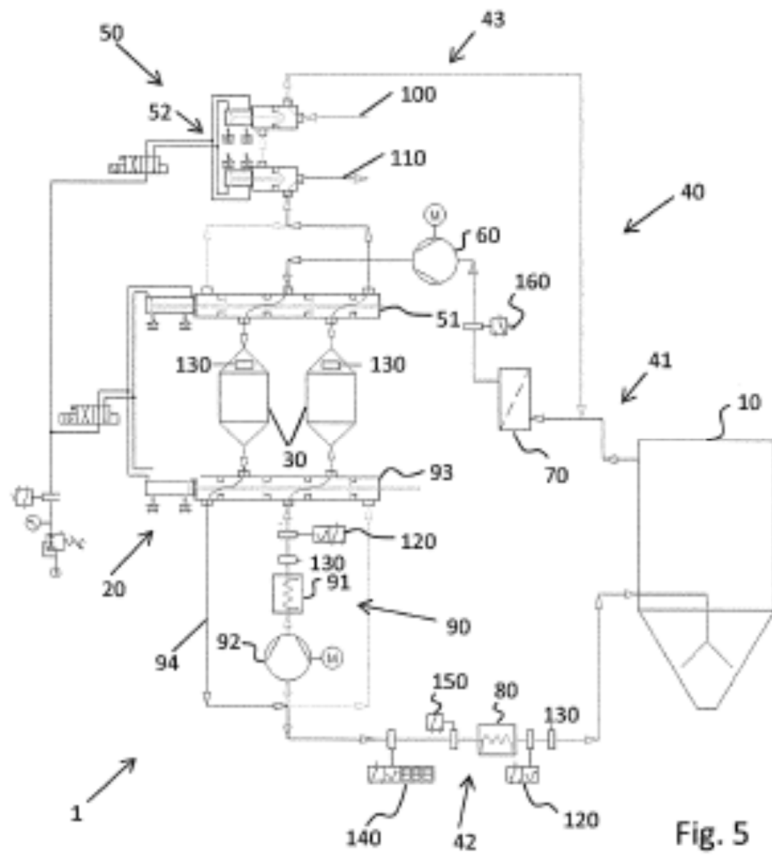


Fig. 5

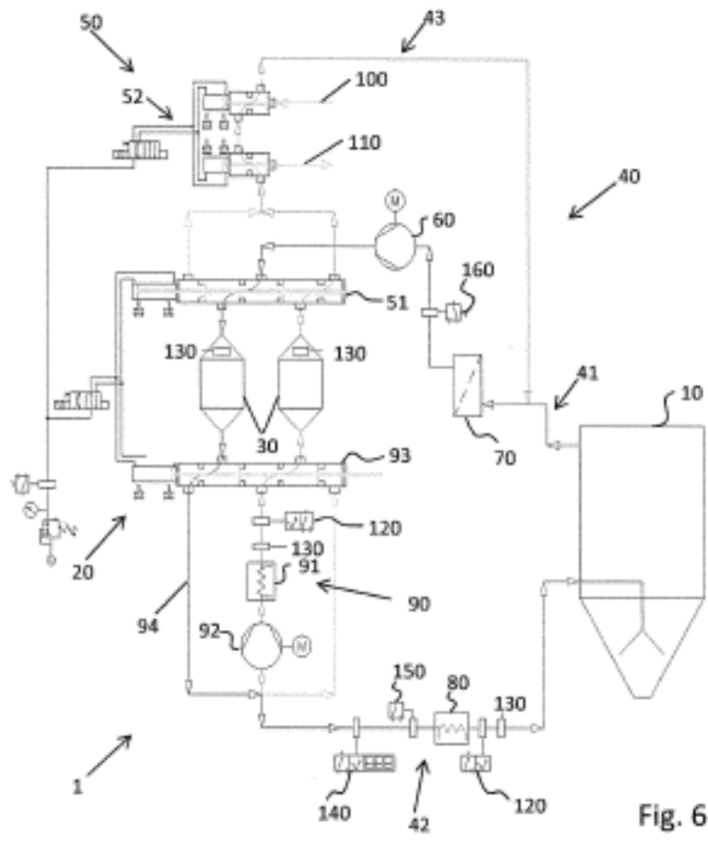


Fig. 6