



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 319 906**

51 Int. Cl.:
F27B 7/16 (2006.01)
C01B 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05012514 .5**
96 Fecha de presentación : **10.06.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1614987**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.01.2006**

54 Título: **Horno rotativo tubular para la fabricación de carbón activo.**

30 Prioridad: **08.07.2004 DE 10 2004 033 233**
24.07.2004 DE 10 2004 036 109

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.05.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.05.2009

73 Titular/es: **Blücher GmbH**
Mettmanner Strasse 25
40699 Erkrath, DE

72 Inventor/es: **Von Blücher, Hasso**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 319 906 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

Horno rotativo tubular para la fabricación de carbón activo.

5 La presente invención concierne a un tubo rotativo, especialmente para un horno rotativo tubular destinado a la fabricación de carbón activo, según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un horno rotativo tubular con un tubo rotativo de esta clase. Además, la presente invención concierne al uso de este tubo rotativo u horno rotativo tubular para la fabricación de carbón activo.

10 El carbón activo es el adsorbente más empleado debido a sus propiedades adsorptivas bastante poco específicas. Las imposiciones legales, pero también la creciente conciencia de la responsabilidad para con el medio ambiente, conducen a una demanda creciente de carbón activo.

15 El carbón activo se utiliza crecientemente tanto en el ámbito civil como en el ámbito militar. En el ámbito civil se utiliza el carbón activo, por ejemplo, para la depuración de gases, instalaciones filtrantes para la climatización, filtros de automóviles, etc., mientras que en el ámbito militar el carbón activo se emplea en materiales de protección de todo tipo (por ejemplo, máscaras protectoras respiratorias, revestimientos protectores y prendas de vestir protectoras de todo tipo, como, por ejemplo, trajes protectores, etc.).

20 El carbón activo se obtiene en general por carbonización (designada también con los sinónimos de destilación, pirólisis o coquización) y activación subsiguiente de materiales de partida carbonados adecuados. Se prefieren aquí aquellos materiales de partida que conduzcan a rendimientos económicamente razonables. En efecto, las pérdidas de peso por desprendimiento de constituyentes volátiles durante la carbonización y debido a la combustión durante la activación son considerables. Para más detalle sobre la fabricación de carbón activo cabe remitirse, por ejemplo, a H. v. Kienle y E. Bäcker, Aktivkohle und ihre industrielle Anwendung, Enke Verlag Stuttgart, 1980.

25 La naturaleza del carbón activo producido - de poros finos o grandes, resistente o quebradizo, etc. - depende del material de partida carbonado. Materiales de partida usuales son, por ejemplo, cáscaras de nuez de coco, desechos de madera, turba, hulla, breas, pero también plásticos especiales, como, por ejemplo, polímeros sulfonados, que, entre otras cosas, desempeñan un gran papel en la fabricación de carbón activo en forma de granitos o bolitas.

30 El carbón activo se emplea en formas diferentes: carbón en polvo, carbón fragmentado, carbón en granos, carbón moldeado y, desde finales de los años 1970, también carbón activo en forma de granos y de bolas (el llamado "carbón en granos" o "carbón en bolas"). El carbón activo en forma de granos, especialmente en forma de bolas, tiene una serie de ventajas frente a otras formas de carbón activo, tales como carbón en polvo, carbón fragmentado y similares, cuyas ventajas hacen que éste sea muy valioso o incluso imprescindible para determinadas aplicaciones: Es fluente, es enormemente resistente a la abrasión y está exento de polvo y es muy duro. El carbón en granos, especialmente el carbón en bolas, está muy solicitado a causa de su forma especial, pero también a causa de la extremadamente alta resistencia a la abrasión para campos de utilización especiales, tales como, por ejemplo, materiales filtrantes de superficie para trajes protectores contra tóxicos químicos o filtros para bajas concentraciones de contaminantes en grandes cantidades de aire.

35 En la fabricación de carbón activo, especialmente carbón en granos y carbón en bolas, se parte de polímeros adecuados en la mayoría de los casos. Se utilizan preferiblemente polímeros sulfonados, especialmente polímeros de estireno sulfonados reticulados con divinilbenceno, pudiendo conseguirse la sulfonación también *in situ* en presencia de ácido sulfúrico u óleum. Como material de partida adecuado sirven, por ejemplo, resinas intercambiadoras de iones o sus etapas previas, las cuales consisten casi siempre en resinas de poliestireno reticuladas con divinilbenceno, estando presentes ya en el material, en el caso de los intercambiadores iónicos terminados, los grupos de ácido sulfónico y teniendo que incorporarse éstos todavía por sulfonación en el caso de las etapas previas de intercambiador iónico. 40 Los grupos de ácido sulfónico desempeñan una función decisiva, ya que se les adjudica el cometido de un reticulante debido a que se desprenden durante la carbonización. Sin embargo, son desventajosas y problemáticas especialmente las grandes cantidades de dióxido de azufre liberado y los problemas de corrosión ligados, entre otras cosas, a éste en los equipos de fabricación.

55 Usualmente, la fabricación del carbón activo se realiza en hornos rotativos tubulares. Éstos presentan, por ejemplo, un sitio de entrada para la carga de materia prima al principio del horno y un sitio de salida para el producto definitivo al final del horno.

60 En los procesos convencionales para la fabricación de carbón activo según el estado de la técnica se realizan durante la fabricación discontinua tanto la carbonización como la activación subsiguiente en un único tubo rotativo.

65 Durante la carbonización, a la que puede preceder una fase de precarbonización o predestilación, se efectúa la conversión del material de partida carbonado en carbono, es decir, en otras palabras, se transforma en carbón el material de partida. En la carbonización de los polímeros orgánicos antes citados a base de estireno y divinilbenceno, que contienen grupos químicos funcionales reticulantes que conducen con su descomposición química a radicales libres y, por tanto, a reticulaciones, especialmente grupos de ácido sulfónico, se destruyen - con desprendimiento de constituyentes volátiles, tal como especialmente SO₂ - los grupos químicos funcionales, especialmente grupos de ácido

sulfónico, y se forman radicales libres que provocan una fuerte reticulación - sin que exista ningún residuo de pirólisis (= carbono). Polímeros de partida adecuados de la clase antes citada son especialmente resinas intercambiadoras de iones (por ejemplo, resinas intercambiadoras de cationes o resinas ácidas intercambiadoras de iones, preferiblemente con grupos de ácido sulfónico, tales como, por ejemplo, resinas intercambiadoras de cationes a base de copolímeros de estireno/divinilbenceno sulfonados) o sus etapas previas (es decir, las resinas intercambiadoras de iones no sulfonadas que han de sulfonarse aún antes o durante la carbonización con un agente sulfonante adecuado, tal como, por ejemplo, ácido sulfúrico y/u óleum). En general, se realiza la pirólisis bajo atmósfera inerte (por ejemplo, nitrógeno) o, en todo caso, bajo atmósfera ligeramente oxidante. Igualmente, puede ser ventajoso que, durante la carbonización, especialmente a temperaturas bastante altas (por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 500°C a 650°C), se añada a la atmósfera inerte una cantidad relativamente pequeña de oxígeno, especialmente en forma de aire (por ejemplo, 1 a 5%), para provocar una oxidación del esqueleto polímero carbonizado y facilitar de esta manera la activación subsiguiente.

Debido a los productos de reacción ácidos (por ejemplo, SO₂) desprendidos durante la carbonización, esta etapa del proceso de fabricación del carbón activo es extremadamente corrosiva con respecto al material del horno e impone exigencias muy altas con respecto a la resistencia a la corrosión del material del horno rotativo tubular.

La carbonización va seguida después por la activación del material de partida carbonizado. El principio básico de la activación consiste en que una parte del carbono generado durante la destilación sea selectiva y deliberadamente desintegrada en condiciones adecuadas. Se producen así numerosos poros, grietas y fisuras, y la superficie del carbón activo, referida a la unidad de masa, aumenta considerablemente. Por tanto, durante la activación se realiza una combustión deliberada del carbón. Dado que con la activación se desintegra carbono, se produce en este proceso una pérdida de sustancia en parte considerable, la cual, en condiciones óptimas, es equivalente a un aumento de la porosidad y significa un aumento de la superficie interna (volumen de poros) del carbón activo. Por tanto, la activación se efectúa en condiciones selectiva o controladamente oxidantes. Gases de activación usuales son en general oxígeno, especialmente en forma de aire, vapor de agua y/o dióxido de carbono, así como mezclas de estos gases de activación. Eventualmente, se pueden añadir gases inertes (por ejemplo, nitrógeno) a los gases de activación. Para lograr una velocidad de reacción suficientemente alta en el aspecto técnico, se realiza la activación en general a temperaturas relativamente altas, especialmente en el intervalo de temperatura de 700°C a 1200°C, preferiblemente 800°C a 1100°C. Esto impone altas exigencias a la resistencia a la temperatura del material del horno rotativo tubular.

Por tanto, dado que el material del horno rotativo tubular ha de aguantar, por un lado, las condiciones muy corrosivas de la fase de carbonización y también las condiciones de alta temperatura de la fase de activación, se pueden utilizar para la fabricación del horno rotativo tubular solamente aquellos materiales que presenten una buena resistencia a la corrosión a altas temperaturas, es decir, especialmente aceros que reúnan en un único material una buena resistencia frente a materiales químicamente agresivos, especialmente una buena resistencia a la corrosión, así como una buena resistencia a altas temperaturas. Éstos son especialmente aceros de alta aleación, es decir, aceros con más de 5% de elementos de aleación. En particular, como materiales para la fabricación de hornos rotativos tubulares se emplean aceros al cromo o al cromo/níquel de alta aleación.

Sin embargo, los aceros resistentes a la corrosión a altas temperaturas adolecen de la desventaja decisiva de que son sólo moderada a deficientemente soldables. Esto representa un problema debido a que, para lograr un entremezclado íntimo del producto de carga, especialmente para lograr una puesta en contacto homogénea del producto de carga con los gases de activación, tienen que estar presentes en el recinto interior del horno rotativo tubular unos elementos mezcladores en forma de chapas de circulación o de volteo a manera de paletas - designadas también con el sinónimo de chapas de guía de material - que consistan igualmente en acero resistente a la corrosión a altas temperaturas y que se suelden por el lado interior con las paredes interiores del tubo rotativo a fin de establecer una unión estable con el interior del tubo rotativo. Cuando se sueldan estos aceros resistentes a altas temperaturas y a la corrosión con altos contenidos de cromo o de cromo/níquel, se puede presentar una fragilización del material (por ejemplo, debido a procesos de segregación y a la llamada formación de la fase sigma). Además, por encima de temperaturas de más de 900°C se puede presentar un crecimiento del grano que va ligado también a una fragilización del material. Por tanto, en los equipos de fabricación convencionales no deja de ser problemática la soldadura de los elementos de mezclado o de circulación con las paredes interiores del tubo rotativo.

Por otro lado, las soldaduras o las costuras de soldadura en el interior del tubo rotativo están expuestas siempre a grandes esfuerzos durante el proceso de fabricación de carbón activo, concretamente, por un lado, debido a procesos de corrosión durante la carbonización y, por otro, debido a las muy altas temperaturas durante la activación, de modo que se presentan grandes esfuerzos con respecto a las costuras de soldadura. Esto requiere un mantenimiento y comprobación continuos, lo que no deja de ser problemático, ya que las costuras de soldadura están aplicadas por el lado interior y, en consecuencia, es posible un mantenimiento tan sólo mientras está fuera de servicio el tubo rotativo. En el documento FR 2 592 464 A1 se describen elementos mezcladores que se fijan al lado exterior del tubo rotativo.

Para evitar los problemas anteriormente expuestos, el documento WO 01/83368 A1 propone que la fase corrosiva del proceso de destilación, que va ligada a la expulsión de gases ácidos (por ejemplo, SO₂), sea separada de la etapa de alta temperatura de destilación posterior y activación, es decir que la fase corrosiva de la destilación se realice en equipos distintos de los de la fase de alta temperatura de destilación posterior y activación. Esto tiene ciertamente la ventaja de que se pueden emplear materiales de tubo rotativo diferentes para la fase corrosiva de destilación, por

un lado, y para la fase de alta temperatura de destilación posterior y activación, por otro, los cuales estén adaptados, respectivamente, a la fase corrosiva y a la fase de alta temperatura. Sin embargo, esto va ligado a la desventaja de que la destilación y la activación se tienen que realizar por separado una de otra, es decir que no pueden realizarse con un único equipo y en un único proceso discontinuo.

Por tanto, un problema de la presente invención consiste en proporcionar un equipo que sea adecuado especialmente para la fabricación de carbón activo.

Por tanto, otro problema de la presente invención consiste en la habilitación de un tubo rotativo o un horno rotativo tubular, especialmente para la fabricación de carbón activo, que al menos en parte evite o al menos atenúe las desventajas anteriormente descritas del estado de la técnica.

Para resolver el problema anteriormente expuesto, la presente invención propone un tubo rotativo según la reivindicación 1. Otras ejecuciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

Otro objeto de la presente invención es un horno rotativo tubular según la reivindicación 13 que comprende el tubo rotativo según la invención.

Otro objeto de la presente invención es un procedimiento para fabricar carbón activo en un tubo rotativo 1 como el anteriormente descrito según la presente invención o en un horno rotativo tubular que contiene este tubo rotativo 1 según la reivindicación 14. Otras ejecuciones ventajosas del procedimiento según la invención son objeto de las reivindicaciones de procedimiento 15 a 18.

Por tanto, es objeto de la presente invención - según un primer aspecto de la presente invención - un tubo rotativo, especialmente para un horno rotativo tubular destinado a la fabricación de carbón activo, con varios elementos mezcladores dispuestos en el recinto interior del tubo rotativo para la circulación o el entremezclado del producto de carga, especialmente en forma de chapas de circulación o de volteo (designadas también con el sinónimo de chapas de guía de material), presentando el tubo rotativo unas perforaciones para recibir secciones de fijación de los elementos mezcladores y estando estas secciones de fijación soldadas en el lado exterior con el tubo rotativo. Por tanto, una particularidad de la presente invención ha de verse en la soldadura por el lado exterior de las secciones de fijación de los elementos mezcladores.

Por tanto, las secciones de fijación de los elementos mezcladores están, por así decirlo, enchufadas a través de las perforaciones de la pared del tubo rotativo y se encuentran soldadas en el lado exterior de éste. Se evita así especialmente que los sitios de soldadura o las costuras de soldadura estén expuestos durante la fabricación de carbón activo a las condiciones agresivas que predominan en el interior del tubo rotativo en estado de funcionamiento - gases corrosivos durante la carbonización y altas temperaturas durante la activación -. Como quiera que los sitios de soldadura o las costuras de soldadura están expuestos de esta manera a una carga netamente menor, se incrementa netamente su durabilidad. Además, debido a la soldadura realizada en el lado exterior se facilita decisivamente el mantenimiento: Los sitios de soldadura entre elementos mezcladores/tubo rotativo pueden comprobarse y mantenerse y, en caso necesario, retocarse o repararse desde fuera sin mayores dificultades. Por tanto, se puede efectuar un mantenimiento incluso en estado de funcionamiento del tubo rotativo.

Además, se pueden utilizar de esta manera materiales de soldadura (citados también con los sinónimos de materiales de soldeo o producto de soldeo) que garanticen una unión óptima y hermética entre elementos mezcladores/tubo rotativo, pero que, por lo demás, no aguantarían duraderamente sin más medidas las corrosivas condiciones de alta temperatura que predominan durante el funcionamiento en el interior del tubo rotativo.

Otras ventajas, propiedades, aspectos, particularidades y características de la presente invención se desprenden de la descripción siguiente de un ejemplo de realización preferido representado en el dibujo. Muestran:

La figura 1, un alzado lateral esquemático de un horno rotativo tubular según un ejemplo de realización preferido de la presente invención, en corte;

La figura 2A, un corte transversal radial a través del tubo rotativo;

La figura 2B, un detalle ampliado de la zona identificada en la figura 2A; y

Las figuras 3A-C, una representación esquemática de perfiles de los elementos mezcladores con secciones de fijación de configuraciones diferentes.

Las figuras 1, 2A y 2B muestran un tubo rotativo 1 según la presente invención que puede emplearse en un horno rotativo tubular para fabricar carbón activo. En el recinto interior 2 del tubo rotativo 1 están dispuestos varios elementos mezcladores 3 para la circulación o entremezclado del producto de carga 4. Estos elementos mezcladores pueden consistir, por ejemplo, en chapas de circulación o de volteo (chapas de guía de material). El tubo rotativo 1 presenta unas perforaciones 5 que sirven para recibir secciones de fijación 6 de los elementos mezcladores 3. Las secciones de fijación 6 de los elementos mezcladores 3 están soldadas en el lado exterior con el tubo rotativo 1.

ES 2 319 906 T3

Los elementos mezcladores 3 situados en el recinto interior 2 del tubo rotativo 1 están dispuestos ventajosamente en forma distribuida a todo lo largo del recinto interior 3 del tubo rotativo 1, de modo que quede garantizada en estado de funcionamiento una circulación o entremezclado óptimos del producto de carga 4. Los elementos mezcladores 3 están unidos de manera duradera con el tubo rotativo 1 por medio de una soldadura exterior realizada a través de las secciones de fijación 6 de dichos elementos. Las secciones de fijación 6 de los elementos mezcladores 3 están, por así decirlo, enchufadas a través de las perforaciones 5 situadas en la pared del tubo rotativo 1 y sobresalen o resaltan un poco especialmente por el lado exterior, de modo que se hace posible una soldadura exterior de las secciones de fijación 6 de los elementos mezcladores 3 con el tubo rotativo 1 (es decir, con la pared exterior del tubo rotativo 1).

Como se ha expuesto antes, la aplicación exterior de la soldadura está ligada a una serie de ventajas: Por un lado, debido a la soldadura exterior se evita que el sitio de soldadura o la costura de soldadura estén expuestos durante la fabricación de carbón activo a las agresivas condiciones que predominan en el interior 2 del tubo rotativo 1 en estado de funcionamiento - gases ácidos corrosivos y altas temperaturas -. Debido a la aplicación exterior de la soldadura es posible, además, mantenerla o comprobarla y, en caso necesario, retocarla o repararla desde fuera sin mayores dificultades - también en estado de funcionamiento -. Por último, se pueden utilizar de esta manera materiales de soldadura óptimos que garanticen una unión duradera buena y segura entre elementos mezcladores 3/tubo rotativo 1, pero que, por lo demás, no aguantarían duraderamente sin más medidas las corrosivas condiciones de alta temperatura que predominan durante el funcionamiento en el interior 2 del tubo rotativo 1.

Como puede apreciarse en la figura 1 y especialmente en las figuras 2A y 2B, la soldadura exterior de las secciones de fijación 6 de los elementos mezcladores 3 con el tubo rotativo 1 se realiza a través de una sección de soldadura 7. Esta sección de soldadura 7 presenta ventajosamente al menos dos capas de soldadura o dos costuras de soldadura 7a, 7b. Las dos capas de soldadura o las dos costuras de soldadura 7a, 7b están dispuestas o aplicadas ventajosamente una sobre otra. Por tanto, se obtienen capas de soldadura o costuras de soldadura dobles 7a, 7b. Esto tiene la ventaja de que se pueden utilizar materiales diferentes para las distintas capas de soldadura 7a, 7b. Por ejemplo, se pueden utilizar o combinar entre sí de esta manera materiales de soldadura de diferente resistencia a la temperatura y a la corrosión, debiendo ser ventajosamente la capa de soldadura interior 7a resistente a la corrosión y a altas temperaturas, mientras que no se requiere en la misma medida una resistencia a la corrosión para la capa de soldadura exterior 7b. Debido al empleo de varias capas de soldadura o costuras de soldadura 7a, 7b se consigue una soldadura hermética, especialmente hermética a los gases, y fiable de las secciones de unión 6 de los elementos mezcladores 3 con el tubo rotativo 1. Según una forma de realización especial de la presente invención, una de las dos capas de soldadura 7a, 7b se forma por vía austenítica, especialmente por vía completamente austenítica, y la otra se forma por vía ferrítico-austenítica. De manera especialmente preferida, la costura de soldadura interior 7a se forma por vía austenítica, especialmente por vía completamente austenítica, y la capa de soldadura exterior 7b se forma por vía ferrítico-austenítica. Según una forma de realización preferida, la soldadura se efectúa por medio de soldadura de recargue (por ejemplo, por medio de soldadura con electrodos). En general, la soldadura se efectúa de tal manera que la sección de soldadura 7 esté realizada al menos como sustancialmente hermética a los gases.

En general, las secciones de fijación 6 de los elementos mezcladores 3 están construidas de tal manera que sobresalgan por el lado exterior. En otras palabras, las secciones de fijación 6 se proyectan hacia fuera o más allá de la pared exterior del tubo rotativo 1, lo que hace posibles una buena capacidad de soldadura y un buen anclaje de las secciones de fijación 6.

Las perforaciones 5 de la pared del tubo rotativo 1, que sirven para recibir las secciones de fijación 6 de los elementos mezcladores 3, están configuradas en general a manera de hendiduras. A través de estas perforaciones 5, especialmente a manera de hendiduras, pueden estar enchufadas entonces las secciones de fijación 6 de los elementos mezcladores 3, ventajosamente de modo que las secciones de fijación 6 se proyecten voladas, es decir que sobresalgan un poco de la envolvente exterior del tubo rotativo, para que puedan soldarse mejor. Esto puede apreciarse en las figuras 2A y 2B.

Por lo que concierne a las secciones de fijación 6 de los elementos mezcladores 3, son posibles diferentes ejecuciones para garantizar una unión segura de las secciones de fijación 6 con el tubo rotativo 1: Algunas de ellas están representadas en las figuras 3A a 3C. Por ejemplo, existe la posibilidad de que las secciones de fijación 6 de los elementos mezcladores 3 se extiendan por toda la longitud de aplicación o longitud periférica de los elementos mezcladores 3; en este caso, las secciones de fijación 6 están enchufadas completamente a través de las perforaciones 5 de la pared del tubo rotativo 1, y esta forma de realización se representa en la figura 3A. Como alternativa, existe la posibilidad de que las secciones de fijación 6 sean más cortas que la longitud de aplicación o longitud periférica de los elementos mezcladores 3; tales formas de realización están representadas en las figuras 3B y 3C. En los casos últimamente citados según las figuras 3B y 3C, los elementos mezcladores 3 pueden presentar en la zona de transición a la sección de fijación 6, por ejemplo, un hombro que sirva especialmente para aplicarse al lado interior o a la pared interior del tubo rotativo 1. Existe también la posibilidad de que los elementos mezcladores 3 presenten cada uno de ellos varias secciones de fijación 6 que encajen en perforaciones diferentes 5, tal como se representa, por ejemplo, en la figura 3C.

Por lo que concierne a los elementos mezcladores 3, éstos pueden estar configurados, por ejemplo, a manera de paletas o de placas para garantizar un entremezclado y circulación seguros e intensos del producto de carga 4. Según una forma de realización, los elementos mezcladores discurren al menos sustancialmente en la dirección radial del tubo rotativo 1, lo que garantiza un entremezclado especialmente intenso del producto de carga 4. Como elementos mezcla-

ES 2 319 906 T3

dores 3 pueden emplearse, por ejemplo, chapas, especialmente chapas acodadas (chapas angulares), que entremezclen el producto de carga 4 a la manera de una paleta. Esto es conocido como tal para el experto.

Por lo que concierne al tubo rotativo 1 y a los elementos mezcladores 3, éstos están constituidos ventajosamente por un material resistente a altas temperaturas y a la corrosión, especialmente acero. En efecto, tanto el tubo rotativo 1 como los elementos mezcladores 3 han de aguantar las condiciones extremadamente corrosivas de la fase de carbonización y las condiciones de alta temperatura de la fase de activación durante la fabricación de carbón activo. Ejemplos de aceros adecuados resistentes a altas temperaturas y a la corrosión, con los cuales se pueden fabricar el tubo rotativo 1 y/o los elementos mezcladores 3, son aceros de alta aleación, es decir, aceros con más de 5% de elementos de aleación. Ejemplos de ellos son aceros al cromo y al cromo/níquel de alta aleación, preferiblemente con una proporción de cromo y/o níquel de más de 10%, especialmente más de 15% y de manera especialmente preferida más de 20%, referido a la aleación. Preferiblemente, como material para la fabricación del tubo rotativo 1 y/o de los elementos mezcladores 3 se emplean aceros ferríticos o ferrítico-austeníticos con buen comportamiento de corrosión y de alta temperatura.

Además, el tubo rotativo según la invención presenta ventajosamente equipos de entrada y de salida para la introducción y descarga, así como para la conducción de gases, por ejemplo para la introducción de gases inertes para la fase de carbonización durante la fabricación de carbón activo y para la introducción de gases de oxidación para la fase de activación durante la fabricación de carbón activo. Esto no se representa en las figuras.

Respecto de un mantenimiento mejorado del recinto interior del tubo rotativo 1, éste puede presentar en la pared del tubo rotativo un llamado agujero de hombre que se pueda cerrar herméticamente con el tubo rotativo 1 y que haga posible así la entrada de personal de mantenimiento en el recinto interior 2 del horno 1 puesto fuera de servicio. Esto no se representa tampoco en las figuras. Se garantiza así que se realice también de manera sencilla un mantenimiento del recinto interior 2 del tubo rotativo 1.

Como se ha descrito antes, el tubo rotativo 1 según la presente invención se emplea especialmente en hornos rotativos tubulares para la fabricación de carbón activo. Por tanto, es objeto de la presente invención - conforme a un segundo aspecto de la presente invención - un horno rotativo tubular que presenta el tubo rotativo 1 anteriormente descrito según la presente invención.

Otro objeto de la presente invención - según un tercer aspecto de la invención - es el uso de un tubo rotativo 1 como el anteriormente descrito o de un horno rotativo tubular que contiene este tubo rotativo 1 para la fabricación de carbón activo. Como se ha descrito en la parte de introducción de la presente invención, la fabricación del carbón activo se efectúa en general por carbonización (designada también con los sinónimos de pirólisis, destilación o coquización) y activación subsiguiente de materiales de partida carbonados, especialmente polímeros orgánicos, tales como, por ejemplo, polímeros orgánicos sulfonados (por ejemplo, poliestirenos sulfonados reticulados con divinilbenceno), los cuales se carbonizan y a continuación se activan en el tubo rotativo o en el horno rotativo tubular según la presente invención. La carbonización se realiza aquí en general a temperaturas de 100°C a 750°C, especialmente 150°C a 650°C y preferiblemente 200°C a 600°C, preferiblemente bajo atmósfera inerte o, en todo caso, ligeramente oxidante, tal como se ha descrito en la parte de introducción. La carbonización puede llevar antepuesta aquí todavía una etapa de precarbonización o de predestilación. Por el contrario, la activación se realiza en general a temperaturas de 700°C a 1200°C, especialmente 800° a 1100°C y preferiblemente 850°C a 1000°C. La carbonización se realiza en general - como se ha descrito en la parte de introducción - en condiciones controlada o selectivamente oxidantes, especialmente bajo atmósfera controladamente oxidante. Como polímeros de partida adecuados de la clase antes citada pueden citarse especialmente resinas intercambiadoras de iones (por ejemplo, resinas intercambiadoras de cationes o resinas ácidas intercambiadoras de iones, preferiblemente con grupos de ácido sulfónico, tales como, por ejemplo, resinas intercambiadoras de cationes a base de copolímeros de estireno/divinilbenceno sulfonados) o sus etapas previas (es decir, las resinas intercambiadoras de iones no sulfonadas, las cuales tienen que sulfonarse todavía antes o durante la carbonización con un agente sulfonante adecuado, tal como, por ejemplo, ácido sulfúrico y/u óleum). Para más detalles a este respecto, puede hacerse referencia a explicaciones anteriores ofrecidas en la parte de introducción.

El tubo rotativo o el horno rotativo tubular según la presente invención hace posible la fabricación de carbón activo partiendo de materiales de partida carbonados adecuados mediante carbonización y subsiguiente activación en un equipo único con un manejo relativamente fácil. Debido a la soldadura exterior de los elementos mezcladores se proporciona un sistema fácil de mantener y poco propenso a reparaciones, el cual es adecuado para aguantar tanto las condiciones extremadamente corrosivas de la fase de carbonización como las condiciones de alta temperatura de la fase de activación. La soldadura exterior hace posible el empleo de materiales de soldadura (= materiales de soldeo o producto de soldeo) que sean óptimamente adecuados para la soldadura, pero que no podrían emplearse sin más medidas para una soldadura interior, ya que estos materiales no aguantarían a la larga sin más medidas las corrosivas condiciones de alta temperatura en el interior del horno rotativo tubular durante el estado de funcionamiento.

Otro objeto de la presente invención - según un cuarto aspecto de la invención - es un procedimiento para fabricar carbón activo en un tubo rotativo 1 como el anteriormente descrito según la presente invención o en un horno rotativo tubular que contiene este tubo rotativo 1. Para más detalles, cabe hacer referencia a las explicaciones anteriores que se aplican de manera correspondiente en lo que se refiere al procedimiento según la invención.

ES 2 319 906 T3

Otras ventajas, ejecuciones, modificaciones, variaciones y propiedades de la presente invención son evidentes y comprensibles sin mayores dificultades para el experto por la lectura de la descripción, sin que éste se salga por ello del marco de la presente invención.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Tubo rotativo (1), especialmente para un horno rotativo tubular destinado a la fabricación de carbón activo, con varios elementos mezcladores (3), especialmente chapas de volteo, dispuestos en el recinto interior (2) del tubo rotativo (1), para la circulación y/o el entremezclado del producto de carga (4), presentando el tubo rotativo (1) unas perforaciones (5) destinadas a recibir secciones de fijación (6) de los elementos mezcladores (3) y estando soldadas las secciones de fijación (6) en el lado exterior con el tubo rotativo (1), **caracterizado** porque la soldadura exterior de las secciones de fijación (6) de los elementos mezcladores (3) con el tubo rotativo (1) se efectúa a través de una sección de soldadura (7), presentando la sección de soldadura (7) al menos dos capas de soldadura (7a, 7b) y utilizándose materiales diferentes con resistencias diferentes a la temperatura y a la corrosión para las diferentes capas de soldadura (7a, 7b).
- 10 2. Tubo rotativo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las capas de soldadura (7a, 7b) están configuradas en forma de costuras de soldadura.
- 15 3. Tubo rotativo según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la soldadura es hermética a los gases y porque las secciones de fijación (6) de los elementos mezcladores (3) sobresalen por el lado exterior.
- 20 4. Tubo rotativo según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las perforaciones (5) destinadas a recibir las secciones de fijación (6) de los elementos mezcladores (3) están configuradas a manera de hendiduras y porque las secciones de fijación (6) de los elementos mezcladores (3) están enchufadas a través de las perforaciones (5).
- 25 5. Tubo rotativo según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el tubo rotativo (1) y/o los elementos mezcladores (3) consisten en acero resistente a altas temperaturas y a la corrosión.
- 30 6. Tubo rotativo según una o más de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque algunas secciones de fijación (6) se extienden por toda la longitud de aplicación o longitud periférica de los elementos mezcladores (3).
- 35 7. Tubo rotativo según una o más de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque algunas secciones de fijación (6) son más cortas que la longitud de aplicación o longitud periférica de los elementos mezcladores (3).
- 40 8. Tubo rotativo según la reivindicación 7, **caracterizado** porque los elementos mezcladores (3) presentan un hombro en la zona de transición a la sección de fijación (6), especialmente para aplicarse al lado interior del tubo rotativo (1), y/o porque los elementos mezcladores (3) presentan cada uno de ellos varias secciones de fijación (6) que encajan en perforaciones diferentes (5).
- 45 9. Tubo rotativo según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los elementos mezcladores (3) están configurados a manera de paletas o de placas.
- 50 10. Tubo rotativo según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los elementos mezcladores (3) discurren al menos sustancialmente en la dirección radial del tubo rotativo (1).
- 55 11. Tubo rotativo según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el tubo rotativo (1) y/o los elementos mezcladores (3) son de acero resistente a altas temperaturas y a la corrosión.
12. Tubo rotativo según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque presenta equipos de entrada y de salida para introducir y descargar, así como conducir gases.
13. Horno rotativo tubular, especialmente para la fabricación de carbón activo, que presenta un tubo rotativo según las reivindicaciones 1 a 12.
- 60 14. Procedimiento para fabricar carbón activo, **caracterizado** porque el procedimiento se realiza al menos parcialmente en un tubo rotativo según una de las reivindicaciones 1 a 12 y/o en un horno rotativo tubular según la reivindicación 13.
- 65 15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado** porque la fabricación del carbón activo se efectúa por carbonización y activación subsiguiente de materiales de partida carbonados, especialmente polímeros orgánicos.
16. Procedimiento según la reivindicación 14 ó 15, **caracterizado** porque como material de partida carbonado se carbonizan y seguidamente se activan en el tubo rotativo o en el horno rotativo tubular polímeros orgánicos sulfonados, especialmente poliestirenos sulfonados reticulados con divinilbenceno, especialmente en forma de pequeños granitos o bolitas.
17. Procedimiento según la reivindicación 15 ó 16, **caracterizado** porque la carbonización se realiza a temperaturas de 100 a 750°C, especialmente 150 a 650°C y preferiblemente 200 a 600°C, y/o porque la carbonización se realiza

ES 2 319 906 T3

bajo atmósfera inerte o, en todo caso, ligeramente oxidante, y/o porque la activación se realiza a temperaturas de 700 a 1200°C, especialmente 800 a 1100°C y preferiblemente 850 a 1000°C, y/o porque activación se realiza bajo atmósfera controladamente oxidante.

- 5 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 14 a 17, **caracterizado** porque al menos uno de los pasos de carbonización y/o activación subsiguiente del procedimiento se realiza en un tubo rotativo según una de las reivindicaciones 1 a 12 y/o en un horno rotativo tubular según la reivindicación 13.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

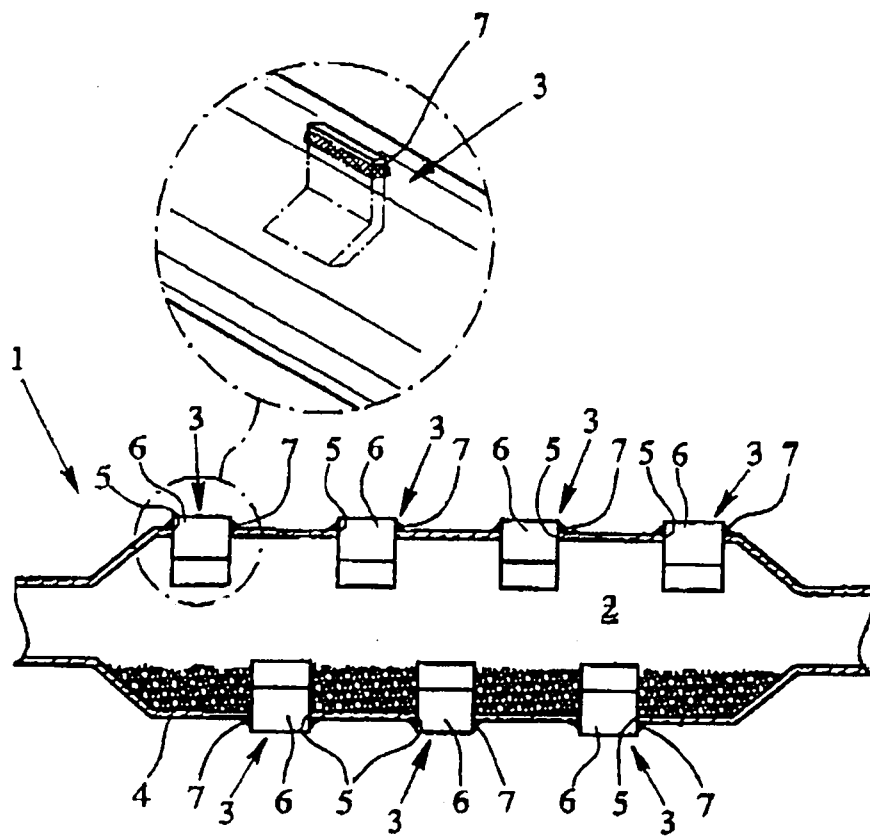


Fig. 1

Fig. 2B

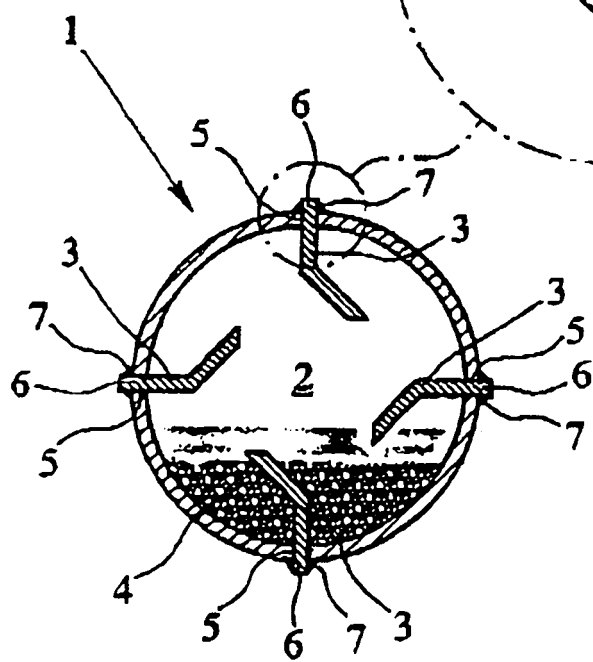
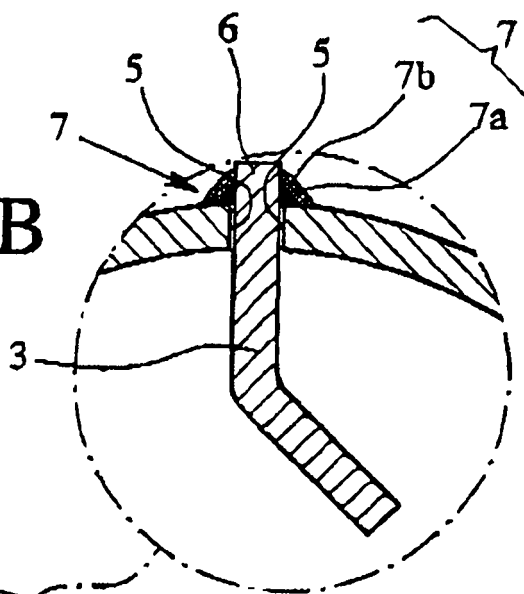


Fig. 2A

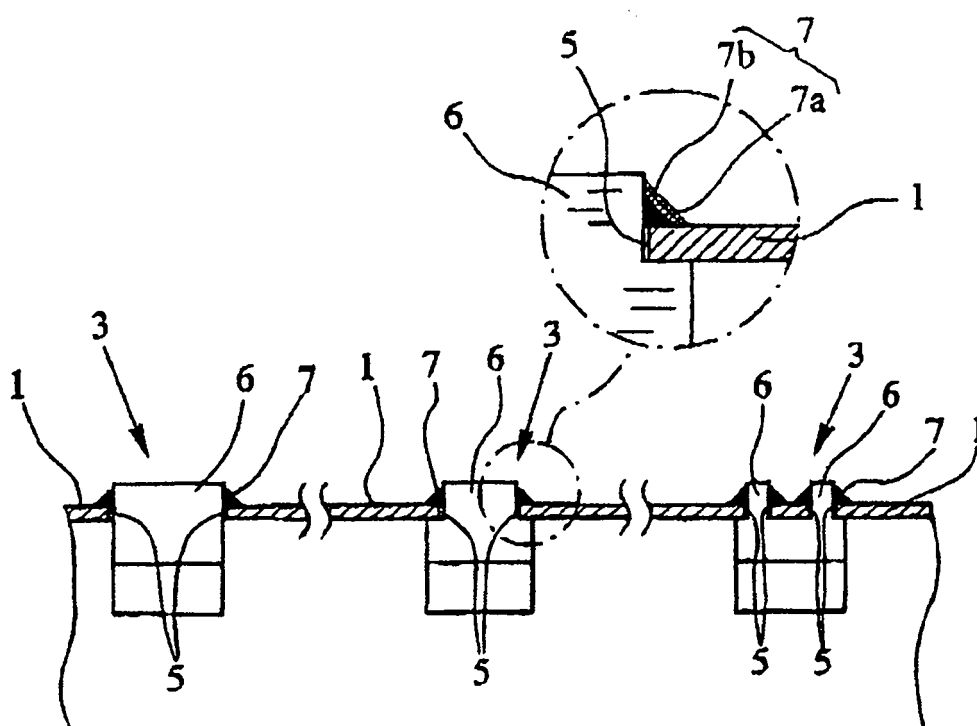


Fig. 3A Fig. 3B Fig. 3C