

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 811**

51 Int. Cl.:  
**B01D 15/00** (2006.01)  
**B01J 20/20** (2006.01)  
**C01B 31/12** (2006.01)  
**C02F 1/28** (2006.01)  
**B01J 20/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01987152 .4**  
96 Fecha de presentación: **30.11.2001**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1353737**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.10.2003**

54 Título: **USO DE CARBÓN ACTIVO MODIFICADO PARA CONTROLAR VARIACIONES DEL PH.**

30 Prioridad:  
**30.11.2000 US 250345 P**  
**06.02.2001 US 777603**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.11.2011**

73 Titular/es:  
**Siemens Industry, Inc.**  
**3333 Old Milton Parkway**  
**Alpharetta, GA 30005-4437, US**

72 Inventor/es:  
**ROODMAN, Robert, G.;**  
**SMILEY, Jack;**  
**HAVELKA, J., Michael y**  
**SCHERRER, Robert**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 368 811 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**

Uso de carbón activo modificado para controlar variaciones del pH

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

- 5 Esta invención se refiere al uso de carbón activo para tratar sistemas acuosos. Más concretamente, esta invención se refiere al uso de carbón activo que ha sido modificado para controlar variaciones del pH y de la alcalinidad durante la fase de inicio de sistemas de adsorción acuosos a base de carbón activo.

2. Descripción del estado de la técnica

- 10 El carbón activo ha sido un material con éxito tanto técnica como económicamente para el tratamiento de sistemas acuosos. Sin embargo, cuando se inician los sistemas de tratamiento acuosos con carbón activo, es habitual que surjan incrementos inaceptables en el pH y/o alcalinidad del efluente. Estos niveles inaceptables de pH o alcalinidad pueden durar desde varias horas a varios días. Cuando ocurren estas variaciones, el agua tratada no satisface las normas para su distribución al usuario o descarga al medioambiente. Este problema puede conducir a una pérdida importante en la producción, a problemas medioambientales o a acciones costosas para su remedio.

- 15 Se ha comprobado que el fenómeno de la variación del pH/alcalinidad ocurre durante diversos tipos de aplicaciones de tratamiento de aguas, tales como agua municipal, agua de procesos industriales, agua subterránea, y aplicaciones de filtración de agua de uso doméstico. Se ha comprobado que existen varios tipos de carbones activos tales como aquellos producidos a partir de materiales de alimentación de carbón bituminoso, carbón sub-bituminoso, madera, coco o turba.

- 20 La presencia de estas variaciones del pH/alcalinidad ha constituido un problema recurrente en toda la industria durante muchos años. A pesar de las pérdidas de productividad asociadas con estas variaciones, poco se ha hecho para solucionar o mitigar el problema. Las variaciones de pH/alcalinidad han sido toleradas en gran medida debido al desconocimiento de una solución al respecto, al margen de procedimientos detallados en un grupo seleccionado de patentes. A causa del interés cada vez mayor sobre los problemas medioambientales asociados con estas variaciones, así como las pérdidas económicas, sería deseable proporcionar otro método para prevenir o eliminar tales problemas.

- 30 Un ejemplo de carbón activo utilizado para tratar sistemas acuosos se describe en la Patente US No. 5.021.164 de Gay. Gay describe carbón activo oxidado, el cual se emplea para separar compuestos aromáticos de soluciones acuosas. El carbón activo oxidado se produce poniendo en contacto carbón activo con un agente oxidante ácido tal como permanganato, ácido nítrico y peróxido de hidrógeno.

- 35 El carbón activo, cuando se emplea por primera vez en un servicio de agua, actúa como un medio de intercambio iónico sobre su superficie y hace que el pH del agua de salida suba durante varios cientos o miles de volúmenes de lecho. El problema está siendo enfocado actualmente a través de métodos tales como aquellos descritos en la Patente US No. 5.714.433 de Farmer et al. Farmer describe un carbón activo húmedo que ha sido tratado con dióxido de carbono, seguido opcionalmente por tratamiento con aire. El carbón activo húmedo así tratado modifica el pH de contacto inicial del sistema acuoso, de manera que sea menor de 9 aproximadamente.

Las Patentes US Nos. 5.368.738 y 5.466.378 de Dussert et al. describen un carbón activo oxidado que tiene un pH de contacto entre 7,1 y 8,2 para su uso en sistemas de tratamiento acuosos. El carbón activo oxidado reduce al mínimo las variaciones de pH y alcalinidad durante la fase de inicio del sistema.

- 40 La JP 1180290 A se refiere a un adsorbente para la purificación de aguas, que está basado en carbón activo, un extracto vegetal y ácido ascórbico. El adsorbente se proporciona en una envoltura permeable al agua y se sumerge en el agua que ha de ser purificada. En particular, el adsorbente lleva a cabo la eliminación de olores relaciones con cloro, olores mohosos y otros malos olores.

- 45 El artículo "Sorption of boric acid and borax by activated carbon impregnated with various compounds" de Rajakovic et al. (Carbon, Vol. 34, no. 6, pp. 769-774), se refiere a un adsorbente a base de carbón activo que adsorbe ácidos bóricos de soluciones acuosas. Para este fin, el carbón activo es impregnado con cloruros de bario y calcio, así como con ácidos cítrico y tartárico.

## Resumen de la invención

La presente invención está dirigida al uso de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta de una composición de carbón activo que incluye un carbón activo y un compuesto que contiene ácido carboxílico. La composición de carbón activo se prepara sumergiendo un carbón activo en una solución acuosa de un compuesto que contiene ácido carboxílico.

- 5 La composición de carbón activo de la presente invención se emplea para purificar soluciones acuosas mediante el contacto de una solución acuosa con la composición de carbón activo de la presente invención. El método para purificar una solución acuosa se lleva a cabo proporcionando un lecho de una composición de carbón activo de la presente invención y pasando la solución acuosa a través del lecho de la composición de carbón activo. La solución acuosa se pasa a través del lecho de tal manera que exista un flujo de una solución acuosa a purificar al interior del lecho y un flujo de solución acuosa purificada procedente del lecho. El pH de la solución acuosa a purificar difiere en  
10 menos de  $\pm 1$  unidad de pH respecto del pH de la solución acuosa purificada.

## Descripción de las modalidades preferidas

- 15 Salvo en los ejemplos operativos o en donde se indique de otra manera, todos los números o expresiones referentes a cantidades de ingredientes, condiciones de reacción, etc, que se utilicen en la descripción y reivindicaciones han de entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente".

- 20 La presente invención está dirigida a la producción de una composición de carbón activo estable al pH, es decir, una desviación del pH en el flujo de salida menor de una unidad de pH en comparación con el agua de entrada, por medio de un carbón activo impregnado con un compuesto que contiene ácido carboxílico que es adecuado para su uso en agua de calidad alimentaria o potable, así como para aplicaciones en aguas industriales y residuales. El efecto duradero del ácido lo hace adecuado para prevenir una subida de pH ya que la química en la superficie del carbón activo del lecho llega a un equilibrio natural y deja de actuar ya como un medio de intercambio iónico. El ácido no oxida la superficie del carbón, sino que más bien ocupa algunos de los sitios de adsorción de mayor energía, evitando el intercambio iónico.

- 25 La composición de carbón activo de la presente invención es útil para eliminar impurezas de sistemas acuosos. Una ventaja específica de la composición de carbón activo de la presente invención es que se alivia el problema de las variaciones del pH durante la fase de inicio del tratamiento.

- 30 La composición de carbón activo de la presente invención incluye carbón activo, un compuesto que contiene ácido carboxílico y agua. El compuesto que contiene ácido carboxílico y el agua se adsorben generalmente sobre la superficie del carbón activo y cualquier líquido en exceso es evacuado del mismo. El contenido en compuesto que contiene ácido carboxílico adsorbido sobre la superficie del carbón activo es en general de 0,01 a 5, con preferencia de 0,1 a 5, más preferentemente de 0,1 a 3 y con suma preferencia de 0,5 a 2,0% en peso basado en el peso en seco del carbón activo. La cantidad de agua presente es en general de 20 a 60, con preferencia de 30 a 50 y más preferentemente de 40 a 50% en peso basado en el peso en seco del carbón activo. El resto de la composición está constituido por el carbón activo.

- 35 La presente invención está dirigida además a un método de preparación de la composición de carbón activo descrita anteriormente. El método incluye sumergir carbón activo en una solución acuosa de un compuesto que contiene ácido carboxílico. La concentración del compuesto que contiene ácido carboxílico en la solución acuosa será una cantidad suficiente para permitir que una cantidad preferida del compuesto que contiene ácido carboxílico se adsorba sobre la superficie del carbón activo. Esta concentración variará en función del compuesto específico que  
40 contiene ácido carboxílico o combinación de compuestos que contienen ácido carboxílico utilizados y puede ser de 0,01 a 10, con preferencia de 0,1 a 5, más preferentemente de 0,1 a 2 y con suma preferencia de 0,5 a 1,5% en peso.

- 45 El carbón activo sumergido se impregna en la solución acuosa del compuesto que contiene ácido carboxílico durante un periodo de tiempo suficiente para permitir que una cantidad preferida del compuesto que contiene ácido carboxílico se adsorba sobre la superficie del carbón activo. El periodo de tiempo variará en función del compuesto específico que contiene ácido carboxílico, o combinación de compuestos que contienen ácido carboxílico utilizados, y puede ser de 0,5 a 48, con preferencia de 2 a 36, más preferentemente de 4 a 24 y con suma preferencia de 8 a 12 horas.

- 50 La composición de carbón activo resultante se puede emplear en cualquier forma aceptable, tal como carbón activo húmedo tal como se recibe del método anteriormente descrito. La composición de carbón activo se puede secar o bien se puede emplear como una suspensión espesa en agua.

El carbón activo de la presente invención puede encontrarse en forma seca. La composición de carbón activo seco de la presente invención se prepara secando el carbón activo húmedo que ha sido sumergido en la solución acuosa

de un ácido que contiene ácido carboxílico. La etapa de secado se lleva a cabo exponiendo el carbón activo húmedo a una temperatura de 50 a 250, con preferencia de 75 a 225 y con suma preferencia de 100 a 200° C durante un tiempo de 30 minutos a 12 horas, con preferencia de 1 a 8 horas y con suma preferencia de 1 a 6 horas. El periodo de tiempo requerido para secar la composición de carbón activo de la presente invención se determina en base a la temperatura empleada, contenido en agua de la composición de carbón activo húmedo y/o en base al compuesto específico que contiene ácido carboxílico. La etapa de secado se lleva a cabo de tal manera que no se presenta ninguna oscilación observable de la composición de carbón activo.

La composición de carbón activo seco de la presente invención contendrá habitualmente menos de 20, con preferencia menos de 15 y con suma preferencia menos de 10% en peso de agua. El contenido en compuesto que contiene ácido carboxílico adsorbido sobre la superficie del carbón activo es en general de 0,01 a 5, con preferencia de 0,1 a 5, más preferentemente de 0,1 a 3 y con suma preferencia de 0,5 a 2,0% en peso basado en el peso del carbón activo seco. La cantidad de agua presente es generalmente de 0 a 20, con preferencia de 0,1 a 15 y más preferentemente de 0,5 a 10 y con suma preferencia de 1 a 10% en peso basado en el peso del carbón activo. El resto estará constituido por carbón activo y se puede describir como siendo de 75 a 99,99, con preferencia de 80 a 99,8, más preferentemente de 87 a 99,4 y con suma preferencia de 88 a 98,5% en peso basado en el peso de la composición de carbón activo seco.

Se puede emplear cualquier carbón activo comercialmente disponible en la preparación de la composición de carbón activo de la presente invención. El carbón activo utilizado en la presente invención se puede derivar de cualquier fuente de carbón adecuada conocida en la técnica. El carbón activo se forma colocando la fuente de carbón en un entorno de alta temperatura y exponiendo la fuente de carbón a un gas activante u otro agente químico activante, que incrementa la porosidad del carbón activo resultante. Fuentes de carbón adecuadas incluyen carbón, tal como carbón bituminoso, antracita y lignito; madera; turba; cáscaras de coco; y polímeros sintéticos. Las fuentes de carbón preferidas son carbón y cáscaras de coco. El carbón activo puede encontrarse en forma granulada o en polvo. Es preferible que el carbón activo se encuentre en una forma granulada de carbón activo (GAC); el GAC incluye carbón activo en forma de pellets. El carbón puede ser carbón activo virgen o bien carbón reactivado, siempre que dicha reactivación se efectúe térmicamente o por agentes químicos. El carbón puede ser lavado con ácido o no.

El compuesto que contiene ácido carboxílico puede ser cualquier compuesto que contenga ácido carboxílico o sus correspondientes sales, que evitarán de un modo efectivo las variaciones de pH durante la fase de inicio del sistema de tratamiento acuoso empleando la composición de carbón activo de la presente invención. Los compuestos preferidos que contienen ácido carboxílico pueden ser descritos por la fórmula general I:



En donde R<sup>1</sup> puede ser cualquier alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>, alquenoilo, alquinoilo, alquilamina o arilo; R<sup>2</sup> puede ser -H, -OH o alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>, alquenoilo, alquinoilo, alquilamina o arilo; X es -H, Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Fe<sup>+2</sup>, Fe<sup>+3</sup>, Cu<sup>+</sup> o Cu<sup>+2</sup>; n es un entero de 0 a 12; y m es un entero de 1 a 20. Para cada aparición de m, R<sup>2</sup>, n y X pueden ser iguales o diferentes.

Los compuestos preferidos que contienen ácido carboxílico también incluyen polímeros de bajo peso molecular que contienen residuos monoméricos que incluyen un grupo funcional carboxílico. Dichos polímeros y copolímeros pueden ser preparados por métodos bien conocidos en la técnica de la síntesis de polímeros. Ejemplos específicos de monómeros adecuados que contienen ácido carboxílico incluyen, pero no de forma limitativa, los siguientes ácidos carboxílicos así como sus correspondientes anhídridos y sales: ácido (met)acrílico, ácido maleico, ácido itacónico, ácido fumárico, ácido alfa-haloacrílico, ácido vinilacético y (met)acrilato de beta-carboximetilo. Los monómeros preferidos que contienen ácido carboxílico incluyen ácido (met)acrílico, ácido maleico y ácido itacónico. Los polímeros que contienen ácido carboxílico tendrán generalmente un peso molecular menor de 1.000.000, preferentemente menor de 100.000, más preferentemente menor de 50.000 y con suma preferencia menor de 10.000, tal como es medido por cromatografía de permeación de gel.

Los compuestos que contienen ácido carboxílico más preferidos incluyen ácidos hidroxicarboxílicos los cuales incluyen, pero no de forma limitativa, ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido eritórbico, ácido glicólico, ácido láctico, ácido salicílico, ácido hidroxibutírico y/o ácido hidroxivalérico, así como sus correspondientes sales de amonio, sodio y potasio. Los compuestos más preferidos que contienen ácido carboxílico son aquellos útiles como agentes secuestrantes, tampones, neutralizantes de bases, antioxidantes o agentes reductores. Ejemplos de tales compuestos que contienen ácido hidroxicarboxílico incluyen, pero no de forma limitativa, ácido cítrico, ácido ascórbico y ácido eritórbico. En una modalidad sumamente preferida, el ácido cítrico es el compuesto que contiene ácido carboxílico.

La presente invención está también dirigida a un método de tratamiento de sistemas acuosos. Los sistemas acuosos, que pueden ser tratados por el método de la presente invención, incluyen efluentes industriales y

municipales así como suministros de agua potable.

En el presente método, se purifica una solución acuosa poniéndola en contacto con la composición de carbón activo de la presente invención. La composición de carbón activo de la presente invención adsorbe las impurezas presentes en el sistema acuoso. El método de la presente invención se lleva a cabo pasando el efluente acuoso a través de una zona de reacción en donde la composición de carbón activo de la presente invención queda retenida durante el periodo de contacto. El pH de la solución acuosa tratada cambia en menos de  $\pm 1$  unidad de pH durante la fase inicial, la cual implica la exposición de más de 2.500 volúmenes de lecho del sistema acuoso a la composición de carbón activo de la presente invención.

### Ejemplo 1

Se impregnaron 25 g de carbón activo granulado de malla 12 x 40 a base de carbón bituminoso con un pH de contacto de 9,14, en una solución de 100 g de agua conteniendo 1,5 g de ácido cítrico. La solución en exceso fue evacuada del carbón. El carbón se colocó en un lecho de 42,66 ml y se expuso a un flujo de agua de pozo que tiene un pH de 7,45. El flujo fue tal que pasaron 237,45 volúmenes de lecho a través del lecho cada hora, un total de 2.848 volúmenes de lecho. Durante este periodo de tiempo se controló el pH del efluente, lo cual queda resumido en la tabla 1.

TABLA 1

| Tiempo (min) | pH efluente | Cambio pH | Tiempo (min) | pH efluente | Cambio pH |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|
| 0            | 7,00        | -0,45     | 390          | 8,09        | 0,64      |
| 30           | 7,30        | -0,15     | 420          | 8,10        | 0,65      |
| 60           | 7,32        | -0,13     | 450          | 8,14        | 0,69      |
| 90           | 7,47        | 0,02      | 510          | 8,18        | 0,73      |
| 120          | 7,69        | 0,24      | 540          | 8,15        | 0,70      |
| 150          | 7,71        | 0,26      | 570          | 8,17        | 0,72      |
| 180          | 7,73        | 0,28      | 600          | 8,17        | 0,72      |
| 210          | 7,76        | 0,31      | 600          | 8,14        | 0,69      |
| 240          | 7,83        | 0,38      | 630          | 8,12        | 0,67      |
| 270          | 7,88        | 0,43      | 660          | 8,01        | 0,56      |
| 300          | 7,98        | 0,53      | 690          | 8,04        | 0,59      |
| 330          | 8,04        | 0,59      | 720          | 8,08        | 0,63      |
| 360          | 8,07        | 0,62      |              |             |           |

Los datos demuestran la capacidad de la composición de carbón activo de la presente invención para mantener un pH en el flujo de salida de + 1 unidad de pH durante y después de la fase de inicio del tratamiento de un sistema acuoso con un lecho de carbón activo que contiene la presente composición de carbón activo.

### Ejemplo 2

Se impregnaron 60 g de carbón activo granulado de malla 12 x 40 a base de carbón bituminoso con un pH de contacto de 9,17, en una solución de 100 g de agua conteniendo 1,5 g de ácido cítrico. La solución en exceso fue evacuada del carbón. El pH de la solución se midió en 3,64. El carbón se colocó en un lecho de 120 ml y se expuso a un flujo de agua de pozo que tiene un pH de 7,20. La velocidad de flujo fue de 780 ml/min, de manera que pasaron 390 volúmenes de lecho a través del lecho cada hora. El pH del efluente fue controlado durante este periodo de tiempo, lo cual se resume en la tabla 2.

TABLA 2

| Tiempo (min) | pH efluente | Cambio pH | Tiempo (min) | pH efluente | Cambio pH |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|
| 0            | 6,23        | -0,97     | 36           | 7,15        | -0,05     |
| 1            | 6,36        | -0,84     | 37           | 7,16        | -0,04     |
| 2            | 6,43        | -0,77     | 38           | 7,17        | -0,03     |
| 3            | 6,49        | -0,71     | 39           | 7,17        | -0,03     |
| 4            | 6,53        | -0,67     | 40           | 7,18        | -0,02     |
| 5            | 6,58        | -0,62     | 41           | 7,19        | -0,01     |
| 6            | 6,58        | -0,62     | 42           | 7,20        | 0,00      |
| 7            | 6,68        | -0,52     | 43           | 7,21        | 0,01      |

| Tiempo (min) | pH efluente | Cambio pH | Tiempo (min) | pH efluente | Cambio pH |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|
| 8            | 6,69        | -0,51     | 44           | 7,21        | 0,01      |

(continuación)

| Tiempo (min) | pH efluente | Cambio pH | Tiempo (min) | pH efluente | Cambio pH |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|
| 9            | 6,70        | -0,50     | 45           | 7,21        | 0,01      |
| 10           | 6,70        | -0,50     | 46           | 7,22        | 0,02      |
| 11           | 6,71        | -0,49     | 47           | 7,23        | 0,03      |
| 12           | 6,73        | -0,47     | 48           | 7,25        | 0,05      |
| 13           | 6,75        | -0,45     | 49           | 7,25        | 0,05      |
| 14           | 6,77        | -0,43     | 50           | 7,26        | 0,06      |
| 15           | 6,78        | -0,42     | 51           | 7,27        | 0,07      |
| 16           | 6,79        | -0,41     | 52           | 7,29        | 0,09      |
| 17           | 6,81        | -0,39     | 53           | 7,29        | 0,09      |
| 18           | 6,84        | -0,36     | 54           | 7,30        | 0,10      |
| 19           | 6,88        | -0,32     | 55           | 7,31        | 0,11      |
| 20           | 6,92        | -0,28     | 56           | 7,32        | 0,12      |
| 21           | 6,96        | -0,24     | 57           | 7,33        | 0,13      |
| 22           | 6,98        | -0,22     | 58           | 7,33        | 0,13      |
| 23           | 7,00        | -0,20     | 59           | 7,34        | 0,14      |
| 24           | 7,02        | -0,18     | 60           | 7,34        | 0,14      |
| 25           | 7,04        | -0,16     | 75           | 7,33        | 0,13      |
| 26           | 7,06        | -0,14     | 90           | 7,39        | 0,19      |
| 27           | 7,07        | -0,13     | 105          | 7,39        | 0,19      |
| 28           | 7,08        | -0,12     | 120          | 7,44        | 0,24      |
| 29           | 7,09        | -0,11     | 135          | 7,42        | 0,22      |
| 30           | 7,09        | -0,11     | 150          | 7,42        | 0,22      |
| 31           | 7,10        | -0,10     | 165          | 7,41        | 0,21      |
| 32           | 7,11        | -0,09     | 180          | 7,41        | 0,21      |
| 33           | 7,13        | -0,07     | 195          | 7,40        | 0,20      |
| 34           | 7,14        | -0,06     | 210          | 7,40        | 0,20      |
| 35           | 7,15        | -0,05     |              |             |           |

- 5 Los datos demuestran la capacidad de la composición de carbón activo húmedo de la presente invención para mantener un pH en el flujo de salida de  $\pm 1$  unidad de pH durante y después de la fase de inicio del tratamiento de un sistema acuoso con un lecho de carbón activo que contiene la presente composición de carbón activo.

Se preparó una composición de carbón activo seco-ácido cítrico sumergiendo un carbón activo, que tiene un pH de contacto de 9,14, en una solución de 1 g de ácido cítrico en 100 g de agua. La solución en exceso fue evacuada del carbón y la composición de carbón activo-ácido cítrico se secó durante 3 horas en un horno a 150° C.

#### 10 Ejemplos 4 y 5

- 15 El valor del pH de contacto para las composiciones de carbón activo-ácido cítrico de los ejemplos 1 y 3 se midió en la forma descrita en la Patente US No. 5.368.738 de Dussert et al. El pH de contacto de un determinado carbón activo se determinó añadiendo 25 g (con respecto a una base en seco) de GAC a una solución de 80 mg de  $\text{SO}_4^{2-}$ /l de sulfato sódico preparada en agua purificada. La solución se agitó suavemente. Se determinó el pH de la solución después de un tiempo de contacto de treinta (30) minutos con los siguientes resultados:

TABLA 3

| Ejemplo No. | pH contacto |
|-------------|-------------|
| 1           | 4,20        |
| 2           | 4,27        |

- 20 Los resultados demuestran la similitud entre los ejemplos en húmedo y en seco de las composiciones de carbón activo-ácido cítrico de la presente invención. En comparación con el carbón activo oxidado descrito en la Patente US No. 5.368.738, que reivindica un pH de contacto menor de 8,2, y un intervalo de pH de contacto comprendido entre 7,1 y 8,2 aproximadamente, no se observó oxidación alguna tras el secado del carbón activo del ejemplo 3.

**Ejemplo 6**

5 Se impregnaron 60 g de carbón activo granulado de malla 12 x 40 a base de carbón bituminoso con un pH de contacto de 9,14, en una solución de 100 g de agua conteniendo 1 g de ácido cítrico. La solución en exceso fue evacuada del carbón y luego se secó el carbón durante 3 horas en un horno a 150° C. El carbón se colocó en un lecho de 120 ml y se expuso a un flujo de agua de pozo que tiene un pH de 7,08. El flujo fue tal que pasaron 390 volúmenes de lecho a través del lecho cada hora, un total de 2.437,5 volúmenes de lecho. El pH del efluente fue controlado durante este periodo de tiempo, lo cual se resume en la tabla 4.

TABLA 4

| Tiempo (min) | pH efluente | Cambio pH |
|--------------|-------------|-----------|
| 0            | 7,96        | 0,88      |
| 1            | 7,90        | 0,82      |
| 2            | 7,86        | 0,78      |
| 3            | 7,80        | 0,72      |
| 4            | 7,77        | 0,69      |
| 5            | 7,73        | 0,65      |
| 10           | 7,64        | 0,56      |
| 15           | 7,59        | 0,51      |
| 20           | 7,58        | 0,50      |
| 30           | 7,60        | 0,52      |
| 35           | 7,62        | 0,54      |
| 40           | 7,59        | 0,51      |
| 45           | 7,60        | 0,52      |
| 50           | 7,60        | 0,52      |
| 55           | 7,63        | 0,55      |
| 60           | 7,66        | 0,58      |
| 75           | 7,68        | 0,60      |
| 90           | 7,72        | 0,64      |
| 105          | 7,75        | 0,67      |
| 120          | 7,80        | 0,72      |
| 135          | 7,70        | 0,62      |
| 150          | 7,63        | 0,55      |
| 165          | 7,60        | 0,52      |
| 180          | 7,59        | 0,51      |
| 195          | 7,58        | 0,50      |
| 210          | 7,51        | 0,43      |
| 225          | 7,51        | 0,43      |
| 240          | 7,52        | 0,44      |
| 255          | 7,53        | 0,45      |
| 270          | 7,55        | 0,47      |
| 285          | 7,60        | 0,52      |
| 300          | 7,63        | 0,55      |
| 315          | 7,66        | 0,58      |
| 330          | 7,68        | 0,60      |
| 345          | 7,60        | 0,52      |
| 360          | 7,58        | 0,50      |
| 375          | 7,57        | 0,49      |

10 Los datos demuestran la capacidad de la composición de carbón activo seco de la presente invención para mantener un pH en el flujo de salida de  $\pm 1$  unidad de pH durante y después de la fase de inicio de tratamiento de un sistema acuoso con un lecho de carbón activo que contiene la presente composición de carbón activo.

15 La invención ha sido descrita con referencia a las modalidades preferidas. Para otros serán evidentes modificaciones y alteraciones tras la lectura y comprensión de la descripción detallada precedente. Queda contemplado que la invención puede ser considerada como incluyendo todas esas modificaciones y alteraciones en tanto en cuanto las mismas caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas o equivalentes de las mismas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Uso de una composición de carbón activo que incluye un carbón activo y un compuesto que contiene ácido carboxílico, en donde el compuesto que contiene ácido carboxílico está adsorbido sobre la superficie del carbón activo, para purificar soluciones acuosas y simultáneamente controlar las variaciones de pH y de alcalinidad de las soluciones acuosas purificadas durante la fase de inicio de la purificación, de manera que el pH de la solución acuosa a purificar difiera en menos de 1 unidad de pH respecto del pH de la solución acuosa purificada.
2. Uso según la reivindicación 1, en donde el compuesto que contiene ácido carboxílico está presente en la composición de carbón activo en una cantidad de 0,01 a 5% en peso.
- 10 3. Uso según la reivindicación 1, en donde el carbón activo se deriva de uno o más seleccionados del grupo consistente en carbón, tal como carbón bituminoso, antracita y lignito; madera; turba; cáscaras de coco; y polímeros sintéticos.
4. Uso según la reivindicación 1, en donde el compuesto que contiene ácido carboxílico es un ácido hidroxicarboxílico.
- 15 5. Uso según la reivindicación 3, en donde el ácido hidroxicarboxílico es uno o más seleccionados del grupo consistente en ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido eritóbico, ácido glicólico, ácido láctico, ácido salicílico, ácido hidroxibutírico, ácido hidroxivalérico y sus correspondientes sales de amonio, sodio y potasio.
6. Uso según la reivindicación 1, en donde el compuesto que contiene ácido carboxílico es uno o más compuestos que contienen ácido carboxílico útiles como uno o más seleccionados del grupo consistente en agentes secuestrantes, tampones, neutralizantes de bases, antioxidantes y agentes reductores.
- 20 7. Uso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición de carbón activo se prepara mediante un método que comprende las etapas de sumergir un carbón activo en una solución acuosa de un compuesto que contiene ácido carboxílico.
8. Uso según la reivindicación 7, en donde en el método de preparación de la composición de carbón activo, el compuesto que contiene ácido carboxílico se adsorbe sobre la superficie del carbón activo.
- 25 9. Uso según la reivindicación 7, en donde en el método de preparación de la composición de carbón activo, la concentración del compuesto que contiene ácido carboxílico en la solución acuosa es una cantidad suficiente para permitir que una cantidad preferida del compuesto que contiene ácido carboxílico se adsorba sobre la superficie del carbón activo.
- 30 10. Uso según la reivindicación 7, en donde en el método de preparación de la composición de carbón activo, la concentración del compuesto que contiene ácido carboxílico es de 0,01 a 10% en peso.
11. Uso según la reivindicación 7, en donde en el método de preparación de la composición de carbón activo, el carbón activo se sumerge en la solución acuosa de un compuesto que contiene ácido carboxílico durante un periodo de tiempo suficiente para permitir que una cantidad preferida del compuesto que contiene ácido carboxílico se adsorba sobre la superficie del carbón activo.
- 35 12. Uso según la reivindicación 11, en donde en el método de preparación de la composición de carbón activo, el carbón activo se sumerge durante un tiempo de 0,5 a 48 horas.
13. Uso según la reivindicación 7, en donde el método de preparación de la composición de carbón activo comprende además la etapa de secar la composición de carbón activo a una temperatura de 20 a 250° C durante un tiempo de 0,5 minutos a 12 horas.