

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 082**

51 Int. Cl.:

B01J 8/26 (2006.01)

B01J 2/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2003 E 03772518 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2013 EP 1581333**

54 Título: **Aparato para producir gránulos de nitrato**

30 Prioridad:

26.11.2002 ZA 200209601

11.04.2003 ZA 200302874

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

11.06.2013

73 Titular/es:

OMNIA FERTILIZER LIMITED (100.0%)

13 SLOANE STREET

2152 EPSOM DOWNS, ZA

72 Inventor/es:

EYGELAAR, JOHANNES PETRUS GYSBERT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 407 082 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

Aparato para producir gránulos de nitrato

Antecedentes de la invención

La presente invención versa acerca de un aparato para producir gránulos de nitrato.

5 La publicación de patente internacional nº WO 01/83374 da a conocer un procedimiento para la producción de gránulos de nitrato, en particular gránulos de nitrato de calcio. Se pulveriza una masa fundida de nitrato de calcio en un lecho recirculante de una primera granuladora de lecho fluidizado, suministrándose al lecho recirculante aire que ha sido acondicionado y calentado hasta una temperatura entre 60°C y 100°C. Los gránulos de nitrato de calcio formado en la granuladora son introducidos en un enfriador primario en forma de un segundo lecho fluidizado, en el
10 que los gránulos son enfriados hasta entre 50°C y 60°C mediante aire acondicionado. Los gránulos son clasificados en un clasificador y luego enfriados en el enfriador secundario hasta una temperatura inferior a 40°C antes de ser metidos en bolsas. Los gránulos así producidos son duros, están secos y tienen forma esférica, y no se deshacen fácilmente durante su manipulación.

15 Es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato más compacto y mejorado para producir gránulos de nitrato.

Resumen de la invención

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato para la producción de gránulos, típicamente gránulos de nitrato, incluyendo el aparato:

20 un primer lecho fluidizado y una o más boquillas de pulverización para pulverizar una masa fundida en el primer lecho fluidizado para formar gránulos; y
un segundo lecho fluidizado que está en comunicación directa con el primer lecho fluidizado para enfriar los gránulos formados en el primer lecho fluidizado;

25 en el que el primer lecho fluidizado está dividido en una zona de acondicionamiento que no tiene ninguna boquilla de pulverización, para recibir y acondicionar las partículas germinales, y una zona de granulación que tiene dichas una o más boquillas de pulverización, para recibir las partículas acondicionadas procedentes de la zona de acondicionamiento y que forma las partículas creando gránulos.

Opcionalmente, la zona de granulación puede incluir una pluralidad de barreras en forma de tabiques planarios orientados verticalmente. Normalmente, cada boquilla de pulverización está situada debajo de un tabique.

30 Normalmente, las boquillas de pulverización proporcionan un patrón plano de pulverización que es perpendicular al flujo de aire en el primer lecho fluidizado.

El primer lecho fluidizado puede tener un área superficial entre 0,8 m² y 2 m², preferentemente entre 1 m² y 1,6 m², normalmente de aproximadamente 1,4 m².

Preferentemente, el segundo lecho fluidizado está dispuesto para enfriar los gránulos hasta una temperatura de 60°C o menor, más preferentemente hasta una temperatura entre 30 y 60°C.

35 La zona de acondicionamiento del primer lecho fluidizado puede tener una longitud entre 0,5 m y 1 m, normalmente de aproximadamente 0,7 m, y la zona de granulación del primer lecho fluidizado puede tener una longitud entre 1,4 m y 2 m, normalmente de aproximadamente 1,7 m.

El segundo lecho fluidizado puede tener un área superficial entre 0,4 m² y 1 m², preferentemente entre 0,6 m² y 0,9 m², normalmente de aproximadamente 0,85 m².

40 Cuando el aparato es para producir gránulos de nitrato de calcio, el aire suministrado al primer lecho fluidizado se calienta preferentemente hasta una temperatura entre 60°C y 100°C, normalmente entre 80°C y 100°C, y el aire suministrado al segundo lecho fluidizado se calienta preferentemente hasta una temperatura entre 30°C y 60°C.

En un aparato preferente para producir gránulos de nitrato de calcio, el aire suministrado al primer lecho fluidizado es calentado hasta una temperatura de aproximadamente 90°C y tiene una humedad relativa menor del 10%.

45 Cuando el aparato es para producir gránulos de nitrato de magnesio, el aire suministrado al primer lecho fluidizado se calienta preferentemente hasta una temperatura entre 50°C y 100°C, normalmente entre 50°C y 70°C, y el aire suministrado al segundo lecho fluidizado se calienta preferentemente hasta una temperatura entre 30°C y 50°C.

50 En un aparato preferente para producir gránulos de nitrato de magnesio, el aire suministrado al primer lecho fluidizado es calentado hasta una temperatura de aproximadamente 65°C y tiene una humedad relativa menor del 15%.

Cuando el aparato es para producir gránulos de nitrato de amonio/nitrato de calcio, el aire suministrado al primer lecho fluidizado se calienta preferentemente hasta una temperatura entre 50°C y 100°C, normalmente entre 50°C y 80°C, y el aire suministrado al segundo lecho fluidizado se calienta preferentemente hasta una temperatura entre 30°C y 50°C.

- 5 En un aparato preferente para producir gránulos de nitrato de amonio/nitrato de calcio, el aire suministrado al primer lecho fluidizado es calentado hasta una temperatura de aproximadamente 70°C y tiene una humedad relativa menor del 15%.

10 Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para producir gránulos de nitrato en una granuladora de lecho fluidizado en el que los gránulos de nitrato se forman en un primer lecho fluidizado dividido en una zona de acondicionamiento y una zona de granulación que tiene al menos una boquilla de pulverización.

15 Ventajosamente, el aire fluidizante suministrado a la zona de acondicionamiento tiene las mismas propiedades que el aire fluidizante que se suministra a la zona de granulación. Normalmente, el aire fluidizante suministrado a las zonas de acondicionamiento y granulación ha sido acondicionado a una humedad relativa menor del 30% a 40°C y calentado hasta una temperatura entre 40°C y 100°C. Preferentemente, las boquillas de pulverización están presurizadas con aire comprimido que ha sido calentado a una temperatura entre 40°C y 70°C.

La zona de acondicionamiento y la zona de granulación están situadas en un primer lecho fluidizado.

Se hace pasar a los gránulos formados en el primer lecho fluidizado directamente a un segundo lecho fluidizado, lugar en el que los gránulos son enfriados hasta una temperatura de 60°C o menor.

20 Los gránulos procedentes del segundo lecho fluidizado son entonces enviados a un clasificador, desde el cual los gránulos subdimensionados son reciclados enviándolos al primer lecho fluidizado como partículas germinales. Los gránulos sobredimensionados procedentes del clasificador son triturados en primer lugar y luego también reciclados enviándolos al primer lecho fluidizado como partículas germinales.

Breve descripción del dibujo

25 El dibujo es una representación esquemática de un aparato y un procedimiento según la invención para producir gránulos de nitrato.

Descripción de las realizaciones

30 La presente invención versa acerca de un aparato mejorado para producir gránulos, en particular gránulos de nitrato. El aparato puede usarse para la formación de cualquier gránulo de nitrato, incluyendo gránulos de nitrato de calcio, gránulos de nitrato de magnesio, gránulos de nitrato de potasio, otras sales de nitratos tales como nitrato de amonio (de alta densidad y baja densidad), mezclas de nitrato de amonio y nitrato de calcio, y mezclas de nitratos de calcio y de magnesio (o cualquier combinación de los mismos) y gránulos hidrosolubles de N, P, K con o sin microelementos.

35 Con referencia al dibujo, un aparato de granulación según la invención es mostrado en su conjunto con el número 10. El aparato 10 incluye lechos fluidizados primero y segundo 12 y 14 que están en comunicación directa entre sí. "Comunicación directa" y "directamente" significan que no hay ninguna barrera entre los lechos fluidizados y que los gránulos formados en el primer lecho fluidizado 12 fluyen al segundo lecho fluidizado 14 sin necesidad de un conducto ni de un transportador.

40 El primer lecho fluidizado 12 está alojado en una granuladora 16 definida por una caja metálica. El primer lecho fluidizado está situado encima de una plancha perforada 20 orientada horizontalmente. Se bombea una corriente de aire 18 en la parte inferior de la granuladora 16, a través de la plancha perforada 20, al interior del lecho fluidizado 12 y se extrae por una salida superior 22, de la que, después de que se hace pasar al aire a través de una torre de lavado, es liberado a la atmósfera.

45 La plancha perforada 20 tiene un área superficial entre 0,8 m² y 2 m², preferentemente entre 1 m² y 1,6 m², normalmente de aproximadamente 1,4 m², y las perforaciones tienen un diámetro entre 1 y 3 mm, normalmente de 1,6 mm. El primer lecho fluidizado 12 se divide en dos zonas que se muestran como Zona 1 y Zona 2. La zona 1 puede tener una longitud entre 0,5 m y 1 m, normalmente de aproximadamente 0,7 m, y la zona 2 puede tener una longitud entre 1,4 m y 2 m, normalmente de aproximadamente 1,7 m. La zona 1 es una zona de acondicionamiento, y la zona 2, que incluye una pluralidad (en este caso 6) de boquillas atomizadoras 26A-26F, es una zona de granulación. Las boquillas neumáticas 26A-26F de atomización están dispuestas para distribuir una masa fundida de nitrato con un patrón plano de pulverización perpendicular al flujo de aire 18 a través de la plancha perforada 20.

50 Cada boquilla 26A-26F está dotada de una válvula (no mostrada) para que la pulverización de una boquilla puede desactivarse cuando se requiera una producción menor. Opcionalmente, la zona 2 puede incluir una pluralidad de barreras, en este caso seis tabiques planarios 24A-24F orientados verticalmente. Cada tabique 24A-24F está situado encima de una boquilla 26A-26F. Se selecciona el tamaño de cada tabique 24A-24F para garantizar un flujo de masa constante por área de sección transversal.

Se proporciona un tornillo alimentador 28 para suministrar partículas germinales a la granuladora 16.

El segundo lecho fluidizado 14 está alojado en un enfriador primario 30 definido por una caja metálica. El segundo lecho fluidizado está situado encima de una plancha perforada 31 orientada horizontalmente. La plancha perforada 31 tiene un área superficial entre 0,4 m² y 1 m², preferentemente entre 0,6 m² y 0,9 m², normalmente de aproximadamente 0,85 m². Se bombea una corriente de aire 32 en la parte inferior del enfriador primario 30, a través de la plancha perforada 31, y se extrae por una salida superior 34, después de lo cual se hace pasar el aire a través de una torre de lavado y se libera a la atmósfera. El enfriador primario 30 tiene una ventana de inspección (no mostrada) a través de la cual los gránulos pueden ser observados. Un operario puede ver, por el tamaño de los gránulos que atraviesan el enfriador primario 30, si el aparato está funcionando correctamente.

Los gránulos de nitrato son extraídos del enfriador primario 30 mediante un tornillo 36. Los gránulos extraídos por el tornillo 36 son enviados a un clasificador 38. Las partículas finas subdimensionadas 40 procedentes del clasificador 38 se reciclan enviándolas, a través de una rampa 42, al tornillo alimentador 28 como partículas germinales para el primer lecho fluidizado 12. Los gránulos sobredimensionados 44 son enviados a una trituradora 46, triturados y también reciclados enviándolos, a través de la rampa 42, al tornillo alimentador 28 como partículas germinales. Si no se hace que las partículas recicladas pasen a través del enfriador primario 30 para enfriarlas antes del reciclado, se produciría un desequilibrio térmico en el lecho fluidizado 12 cuando las partículas se reciclen. Las partículas 48 del debido tamaño son enviadas a un enfriador 50, en el que son enfriadas hasta una temperatura de aproximadamente 35°C y luego son enviadas para su embalaje 52.

En una primera realización de la invención, que se relaciona con la producción de gránulos de nitrato de calcio, se aspira aire ambiente al interior de un condensador y se acondiciona para eliminar la humedad del aire. Preferentemente, el aire acondicionado tiene una humedad relativa menor del 30% a 40°C. A continuación, se hace que el aire acondicionado atraviese un calentador de vapor, que calienta el aire hasta una temperatura entre 60°C y 100°C, normalmente entre 80°C y 100°C. El aire acondicionado calentado es entonces bombeado al interior de la granuladora 16 para formar el primer lecho fluidizado 12. En una realización preferente, el aire calentado 18 está a una temperatura de 90°C y tiene una humedad relativa menor del 10%.

Se bombea en la granuladora 16 una masa fundida líquida de nitrato de calcio a través de las boquillas 26. La masa fundida de nitrato de calcio se produce haciendo reaccionar una fuente de calcio, por ejemplo carbonato de calcio, con ácido nítrico. En esta realización de la invención, se neutraliza una solución de ácido nítrico al 60% con caliza (CaCO₃). Se usa un ligero exceso de ácido nítrico para convertir toda la cal. A continuación, las impurezas no disueltas son eliminadas por filtración y el exceso de ácido nítrico en la solución se neutraliza con caliza. Esta neutralización con caliza garantiza que los gránulos sean de color blanco. Es posible neutralizar la solución con amoníaco. Sin embargo, tal solución es más difícil de filtra, lo que puede llevar a una decoloración de los gránulos. Tras la neutralización con caliza, se añade nitrato de amonio para proporcionar una concentración de 1 mol de nitrato de amonio en solución. Se hace pasar al nitrato de calcio líquido, que tiene una concentración del 70% - 80% (m/m), a una unidad de concentración y se lo concentra hasta el 85% - 90% (m/m) con un contenido libre de humedad del 10% - 15% usando vapor a una presión de 0,8 - 1 MPa. A continuación, la masa fundida de nitrato de calcio concentrado es inyectada en el primer lecho fluidizado 12 de la granuladora 16 mediante boquillas 26 de pulverización a una temperatura entre 130°C y 140°C. Se obliga al líquido a atravesar las boquillas de pulverización con la acción de una bomba. Además de la presurización por parte de la bomba, el líquido es presurizado por aire comprimido a una presión de 0,4-0,7 MPa. El aire comprimido se calienta a una temperatura entre 40°C y 70°C. El aire comprimido calentado retarda la cristalización de la masa fundida, lo que promueve la estratificación de los gránulos y potencia la formación de los gránulos preferentemente esféricos de la invención.

Las partículas germinales de nitrato de calcio que tienen un tamaño de aproximadamente 1 a 5 mm son suministradas a la granuladora 16 por medio del tornillo alimentador 28. Las partículas germinales atraviesan la zona 1 del primer lecho fluidizado 12, en el que son preacondicionadas, es decir, calentadas por el aire caliente 18 y también secadas. Esta etapa de preacondicionamiento garantiza una estratificación óptima de los gránulos para garantizar la dureza, la uniformidad y la esfericidad de los gránulos cuando entran en la zona 2. Cuando las partículas germinales entran en la zona 2 del primer lecho fluidizado 12, el nitrato de calcio líquido pulverizado desde las boquillas 26 se deposita sobre las partículas germinales de nitrato de calcio formando gránulos de nitrato de calcio. Los gránulos de nitrato de calcio son muy higroscópicos. El aire acondicionado calentado 18, que tiene una humedad relativa menor del 10% a 90°C, es muy importante. Si el aire 18 no fuera acondicionado, los gránulos podrían absorber humedad del aire, hacerse pegajosos y aglomerarse. En la zona 2, gotitas atomizadas de masa fundida hacen contacto con las partículas en el lecho fluidizado y forman una capa sobre las partículas, causando así un crecimiento de tamaño uniforme. La configuración de los tabiques 24A-24F puede optimizar el contacto entre las gotitas y las partículas y evitar el reflujo, lo que reduce la granulación excesiva y las partículas de tamaño excesivo.

Los gránulos de nitrato de calcio formados en el primer lecho fluidizado 12 fluyen directamente al segundo lecho fluidizado adyacente 14 del enfriador primario 30. El enfriador primario 30 enfría los gránulos por debajo de 60°C, normalmente aproximadamente entre 50°C y 60°C, con aire acondicionado 32 que ha sido calentado hasta una temperatura entre 30°C y 40°C. Aunque, generalmente, las partículas son enfriadas entre 50°C y 60°C, es posible

enfriar las partículas hasta una temperatura inferior por encima de 30°C porque, en la presente configuración del aparato 10, las partículas germinales frías vuelven al alimentador 28 y pueden ser calentadas hasta la temperatura requerida en la zona 1 de preacondicionamiento. Si no se hiciera pasar a los gránulos a través del enfriador primario 30 para su enfriamiento, resultaría un desequilibrio térmico cuando se reciclan las partículas. Además, los gránulos se volverían demasiado calientes, dando como resultado la fundición o el ablandamiento de los gránulos. El enfriador primario 30 también hace posible aumentar la capacidad de producción de la granuladora 16, ya que puede aumentarse el caudal de masa fundida caliente entre 130°C y 140°C en la granuladora 16.

Los gránulos de nitrato de calcio procedentes del enfriador primario 30 son extraídos por un tornillo 36. Los gránulos extraídos por el tornillo 36 son clasificados en el clasificador 38 y las partículas finas son recicladas enviándolas al tornillo alimentador 28 como partículas germinales. Los gránulos de tamaño excesivo son triturados en la trituradora 46 y también reciclados enviándolos al tornillo alimentador 28. Los gránulos del debido tamaño (90% de 2 mm a 4 mm) son enviados desde el clasificador 38 al enfriador secundario 50 para enfriarse y, después, para su embalaje.

En una segunda realización de la invención, que se relaciona con la producción de gránulos de nitrato de magnesio, se aspira aire ambiente al interior de un condensador y se acondiciona para eliminar la humedad del aire. Preferentemente, el aire acondicionado tiene una humedad relativa menor del 30% a 40°C. A continuación, se hace que el aire acondicionado atraviese un calentador de vapor, que calienta el aire hasta una temperatura entre 50°C y 100°C, normalmente entre 50°C y 70°C. El aire acondicionado calentado 18 es entonces bombeado al interior de la granuladora 16 para formar el primer lecho fluidizado 12. En una realización preferente, el aire calentado 18 está a una temperatura de 65°C y tiene una humedad relativa menor del 15%.

Se bombea en la granuladora 16 una masa fundida líquida de nitrato de magnesio a través de las boquillas 26. La masa fundida de nitrato de magnesio se produce haciendo reaccionar una fuente de magnesio, por ejemplo óxido de magnesio, con ácido nítrico. En esta realización de la invención, se usa una solución de ácido nítrico al 60%. Las impurezas no disueltas son eliminadas del líquido por filtración. Se hace pasar al nitrato de magnesio líquido, que tiene una concentración del 45% - 60% (m/m), a una unidad de concentración y se lo concentra hasta el 90% - 95% (m/m) con un contenido libre de humedad del 5% - 10% usando vapor a una presión de 0,8 - 1 MPa. A continuación, la masa fundida de nitrato de magnesio concentrado es inyectada en el primer lecho fluidizado 12 de la granuladora 16 mediante boquillas 26 de pulverización a una temperatura entre 135°C y 145°C. Se obliga al líquido a atravesar las boquillas de pulverización con la acción de una bomba. Además de la presurización por parte de la bomba, el líquido es presurizado por aire comprimido a una presión de 0,4-0,7 MPa. El aire comprimido se calienta a una temperatura entre 40°C y 70°C. El aire comprimido calentado retarda la cristalización de la masa fundida, lo que promueve la estratificación de los gránulos y potencia la formación de los gránulos preferentemente esféricos de la invención.

Las partículas germinales de nitrato de magnesio que tienen un tamaño de aproximadamente 1 a 5 mm son suministradas a la granuladora 16 por medio del tornillo alimentador 28. Las partículas germinales atraviesan la zona 1 del primer lecho fluidizado 12, en el que son preacondicionadas, es decir, calentadas por el aire caliente 18 y también secadas. Esta etapa de preacondicionamiento garantiza una estratificación óptima de los gránulos para garantizar la dureza, la uniformidad y la esfericidad de los gránulos cuando entran en la zona 2. Cuando las partículas germinales entran en la zona 2 del primer lecho fluidizado 12, el nitrato de magnesio líquido pulverizado desde las boquillas 26 se deposita sobre las partículas germinales de nitrato de magnesio formando gránulos de nitrato de magnesio. Los gránulos de nitrato de magnesio son muy higroscópicos. El aire acondicionado calentado 18, que tiene una humedad relativa menor del 15% a 65°C, es muy importante. Si el aire 18 no fuera acondicionado, los gránulos podrían absorber humedad del aire, hacerse pegajosos y aglomerarse. En la zona 2, gotitas atomizadas de masa fundida hacen contacto con las partículas en el lecho fluidizado y forman una capa sobre las partículas, causando así un crecimiento de tamaño uniforme. La configuración de los tabiques 24A-24F puede optimizar el contacto entre las gotitas y las partículas y evitar el reflujo, lo que reduce la granulación excesiva y las partículas de tamaño excesivo.

Los gránulos de nitrato de magnesio formados en el primer lecho fluidizado 12 fluyen directamente al segundo lecho fluidizado adyacente 14 del enfriador primario 30. El enfriador primario 30 enfría los gránulos por debajo de 60°C, normalmente aproximadamente entre 40°C y 50°C, con aire acondicionado 32 que ha sido calentado hasta una temperatura entre 30°C y 40°C. Normalmente, el aire 32 está a una temperatura de 40°C y tiene una humedad relativa del 22%. Si no se hiciera pasar a los gránulos a través del enfriador primario 30 para su enfriamiento, resultaría un desequilibrio térmico cuando se reciclan las partículas. Además, los gránulos se volverían demasiado calientes, dando como resultado la fundición o el ablandamiento de los gránulos. El enfriador primario 30 también hace posible aumentar la capacidad de producción de la granuladora 16, ya que puede aumentarse el caudal de masa fundida caliente entre 135°C y 145°C en la granuladora 16.

Los gránulos de nitrato de magnesio procedentes del enfriador primario son extraídos por un tornillo 36. Los gránulos extraídos por el tornillo 36 son clasificados en el clasificador 38 y las partículas finas son recicladas enviándolas al tornillo alimentador 28 como partículas germinales. Los gránulos de tamaño excesivo son triturados en la trituradora 46 y también reciclados enviándolos al tornillo alimentador 28. Los gránulos del debido tamaño

(entre 2 mm y 5 mm) son enviados desde el clasificador 38 al enfriador secundario 50 para enfriarse y, después, para su embalaje.

5 En una tercera realización de la invención, que se relaciona con la producción de gránulos de nitrato de amonio/nitrato de calcio, se usa un proceso por lotes para producir una solución de nitrato de calcio / nitrato de calcio. Pueden prepararse diversas proporciones de nitrato de calcio y nitrato de amonio, oscilando el nitrato de calcio, por ejemplo, entre el 10 y 50%. La solución resultante se concentra para eliminar el agua y después de transferida a depósitos de almacenamiento.

10 A continuación, esta solución se concentra a presión atmosférica evaporando el agua. Esto puede lograrse atravesando un depósito concentrador con serpentines de vapor (0,8 MPa). Con referencia a la Figura, se bombea la solución concentrada (con concentración del 82-90%), con una temperatura de 105-120°C, al interior de la granuladora 16 del aparato 10 a través de cinco boquillas 26 a una tasa de 2,0 - 3,0 t/hora. La granuladora 16 aloja un primer lecho fluidizado que tiene un área superficial 20 fluidizante total de 1 m² con un 8% de aberturas de agujeros de 1,5 mm de diámetro. El aire 18 suministrado a este lecho fluidizado tiene una temperatura de 70°C y tiene una humedad relativa menor del 15%.

15 Los gránulos de nitrato de amonio/nitrato de calcio formados en la granuladora 16 fluyen directamente al enfriador primario 30, que aloja un segundo lecho fluidizado que tiene un área superficial fluidizante total de 0,65 m². Este segundo lecho fluidizado tiene las mismas aberturas que el primer lecho fluidizado. El aire acondicionado 32 suministrado al segundo lecho fluidizado está a una temperatura de 40°C y tiene una humedad relativa del 21,7% a 40°C.

20 A continuación, los gránulos procedentes del enfriador primario 30, con tamaños de partícula que oscilan entre <0,5 mm y 10 mm, son enviados a un clasificador. Los gránulos se clasifican usando una criba de dos pisos con aberturas de tamaños entre 2 y 5 mm. Como en los procedimientos mencionados anteriormente, las partículas subdimensionadas son recicladas enviándolas al primer lecho fluidizado 12 y las partículas de tamaño excesivo son trituradas a un tamaño por debajo de 2,5 mm y también devueltas al primer lecho fluidizado como partículas germinales. Se hace que el producto final pase al enfriador secundario, con una superficie fluidizante total de 0,6 m² y el mismo tamaño de abertura que los otros lechos fluidizados. El producto final que sale del enfriador secundario tiene una temperatura de 35°C. El producto final es empaquetado directamente en bolsas de 1 tonelada (1000 kg). Estas bolsas son entonces transportadas a una unidad de embalaje, en la que son empaquetadas en bolsas de 25 kg.

30 Los gránulos de nitrato producidos por el aparato y el procedimiento de la invención tienen forma esférica, son duros y están secos, y no se deshacen fácilmente durante su manipulación. Normalmente, los gránulos tienen una dureza media entre 3,5 kg y 4,5 kg. La dureza se determina aplicando una fuerza medida en kg sobre un solo gránulo en el intervalo de tamaño de 2 - 4 mm, siendo el resultado de dureza la fuerza en kilogramos que resulta en la fractura del gránulo, es decir, el límite de elasticidad. Los gránulos también tienen baja tendencia a apelmazarse, son fácilmente solubles en agua y tienen una distribución uniforme de tamaños de partícula.

35 Una ventaja principal del aparato 10 según la invención es que es compacto. La sección de granulación de una planta puede caber en un espacio de 80 m². Aunque es compacto, el aparato 10 es capaz de tasas de producción muy elevada de 3-5 toneladas/hora por m² de área de chapa perforada de la granuladora. Así, el aparato mostrado en el dibujo y descrito en el presente documento puede funcionar con una tasa de producción de 8 toneladas/hora. Aunque el aparato puede funcionar con tasas de producción muy elevadas, puede disminuirse la tasa de producción, si es necesario, desactivando una o más boquillas durante periodos de baja demanda. Por último, toda la unidad de granulación puede ser operada por un solo operario.

Ahora se describirá la invención con más detalle en los siguientes ejemplos no limitantes.

Ejemplo 1

45 Se produjo una primera solución líquida de nitrato de calcio en un proceso continuo neutralizando ácido nítrico con carbonato de calcio. Se neutralizaron 8,5 toneladas/hora de una solución de ácido nítrico al 60% con 4,1 toneladas/hora de carbonato de calcio. Se usó un ligero exceso de ácido nítrico. A continuación, se hizo pasar a la solución por una prensa de hoja de filtración para eliminar materia insoluble y luego se neutralizó con 0,12 toneladas/hora de amonio, formando nitrato de amonio en la solución. La proporción molar de nitrato de calcio y nitrato de amonio en la solución fue de 5:1. La primera solución tenía la siguiente composición:

Calcio:	14,7% (m/m)
Nitrógeno en forma amoniacal:	1,0% (m/m)
Nitrógeno en forma de nitrato	11,3% (m/m),

50 Acto seguido, la primera solución mencionada se concentró a presión atmosférica evaporando agua de la solución usando vapor a una presión de 0,8 MPa mediante serpentines de vapor en un tanque concentrador, formando una

segunda solución concentrada. La segunda solución tenía un contenido de agua del 13,2% (excluyendo el agua de la cristalización) y una composición de:

Calcio:	16,4% (m/m)
Nitrógeno en forma amoniacal:	1,2% (m/m)
Nitrógeno en forma de nitrato	12,8% (m/m)

La segunda solución alcanza una temperatura de 139°C durante la etapa de evaporación.

5 Con referencia a la Figura, se bombeó entonces la segunda solución al interior de una granuladora 16 a través de cuatro boquillas atomizadoras neumáticas 26 a una tasa de 4,5 toneladas/hora. Se suministró aire acondicionado calentado 18 a la granuladora 16. El aire acondicionado, al que se había hecho pasar a través de un condensador de tipo radiador, tenía una humedad relativa del 28% a 40°C, fue calentado hasta una temperatura de 90°C para proporcionar aire acondicionado calentado 18 con una humedad relativa inferior al 10%. La granuladora 16 alojaba un primer lecho fluidizado con una superficie fluidizante total 20 de 1,00 m² con un 8% de aberturas de agujeros de 10 1,5mm de diámetro.

15 Los gránulos de nitrato de calcio producidos en la granuladora 16 fluyeron directamente a un enfriador primario 30 que tenía un segundo lecho fluidizado con una superficie fluidizante total de 0,65 m² y las mismas aberturas que el primer lecho fluidizado. Se suministró al segundo lecho fluidizado aire acondicionado calentado procedente de un condensador de tipo radiador. El aire acondicionado tenía una humedad relativa del 28% a 40°C y fue calentado hasta una temperatura de 40°C.

20 Los gránulos procedentes del enfriador primario 30, con tamaños de partícula que oscilaban entre <0,5 mm y 10 mm, fueron enviados entonces a un clasificador. Los gránulos se clasificaron usando una criba de dos pisos con aberturas de tamaños entre 2 y 5 mm. Las partículas subdimensionadas fueron recicladas enviándolas al primer lecho fluidizado y las partículas de tamaño excesivo fueron trituradas a un tamaño por debajo de 2,5 mm y también devueltas al primer lecho fluidizado como partículas germinales. Se hizo que el producto final pasase al enfriador secundario, con una superficie fluidizante total de 0,6 m² y el mismo tamaño de abertura que los otros lechos fluidizados. El producto final que salía del enfriador secundario tenía una temperatura de 35°C. El producto final fue empaquetado directamente en bolsas de 1 tonelada (1000 kg). Estas bolsas fueron entonces transportadas a una unidad de embalaje, en la que fueron empaquetadas en bolsas de 25 kg. La composición del producto final fue:

Calcio:	18,4% (m/m)
Nitrógeno en forma amoniacal:	1,45% (m/m)
Nitrógeno en forma de nitrato	14,05% (m/m)

$$1 \text{ tonelada} = 1 \times 10^3 \text{ kg}$$

25 Ejemplo 2

Se usó un proceso por lotes para producir una solución de nitrato de magnesio. Se hicieron reaccionar 1,8 t de óxido de magnesio con 5,4 m³ de ácido nítrico al 60% y 7 m³ de agua. A continuación, se hizo pasar la solución resultante por una prensa de hoja de filtración para eliminar materia insoluble y luego se transfirió a depósitos de almacenamiento. Se obtuvo la siguiente composición:

Magnesio:	5,33% (m/m)
Nitrógeno:	6,14% (m/m)

30 Acto seguido, esta solución se concentró a presión atmosférica evaporando agua. Esto se logró atravesando un depósito concentrador con serpentines de vapor (0,8 MPa). Con referencia a la Figura, se bombeó la segunda solución, con una concentración del 95%, con una temperatura de 135-145°C, al interior de la granuladora 16 del aparato 10 a través de cinco boquillas 26 a una tasa de 1,5 t/hora. La granuladora 16 alojaba un primer lecho fluidizado que tenía un área superficial 20 fluidizante total de 1 m² con un 8% de aberturas de agujeros de 1,5 mm de diámetro. El aire 18 suministrado a este lecho fluidizado tenía una temperatura de 65°C y tiene una humedad relativa menor del 15%.

40 Los gránulos de nitrato de magnesio producidos en la granuladora 16 fluyeron directamente a un enfriador primario 30 que alojaba un segundo lecho fluidizado que tenía una superficie fluidizante total de 0,65 m². Este segundo lecho fluidizado también tenía las mismas aberturas que el primer lecho fluidizado. Se suministró al segundo lecho fluidizado aire acondicionado calentado 32 a una temperatura de 40°C que tenía una humedad relativa del 21,7% a 40°C.

ES 2 407 082 T3

5 Los gránulos procedentes del enfriador primario 30, con tamaños de partícula que oscilaban entre <0,5 mm y 10 mm, fueron enviados entonces a un clasificador. Los gránulos se clasificaron usando una criba de dos pisos con aberturas de tamaños entre 2 y 5 mm. Las partículas subdimensionadas fueron recicladas enviándolas al primer lecho fluidizado y las partículas de tamaño excesivo fueron trituradas a un tamaño por debajo de 2,5 mm y también devueltas al primer lecho fluidizado como partículas germinales. Se hizo que el producto final pasase al enfriador secundario, con una superficie fluidizante total de 0,6 m² y el mismo tamaño de abertura que los otros lechos fluidizados. El producto final que salía del enfriador secundario tenía una temperatura de 35°C. El producto final fue empaquetado directamente en bolsas de 1 tonelada (1000 kg). Estas bolsas fueron entonces transportadas a una unidad de embalaje, en la que fueron empaquetadas en bolsas de 25 kg. La composición del producto final fue:

Magnesio: 9,45% (m/m)

Nitrógeno: 10,90% (m/m)

10

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la producción de gránulos, incluyendo el aparato:
 - un primer lecho fluidizado y una o más boquillas de pulverización para pulverizar una masa fundida en el primer lecho fluidizado para formar gránulos; y
 - un segundo lecho fluidizado que está en comunicación directa con el primer lecho fluidizado para enfriar los gránulos formados en el primer lecho fluidizado; en el que el primer lecho fluidizado está dividido en una zona de acondicionamiento y una zona de granulación que incluye dichas una o más boquillas de pulverización.
2. El aparato según la reivindicación 1 en el que el segundo lecho fluidizado está dispuesto para enfriar los gránulos hasta una temperatura de 60°C o menor.
3. El aparato según la reivindicación 2 en el que el segundo lecho fluidizado está dispuesto para enfriar los gránulos hasta una temperatura entre 30°C y 60°C.
4. El aparato según la reivindicación 1 en el que las boquillas de pulverización proporcionan un patrón plano de pulverización que es perpendicular al flujo de aire en el primer lecho fluidizado.
5. El aparato según la reivindicación 1 en el que el primer lecho fluidizado tiene un área superficial entre 0,8 m² y 2 m².
6. El aparato según la reivindicación 5 en el que el primer lecho fluidizado tiene un área superficial entre 1 m² y 1,6 m².
7. El aparato según la reivindicación 6 en el que el primer lecho fluidizado tiene un área superficial de aproximadamente 1,4 m².
8. El aparato según la reivindicación 5 en el que la zona de acondicionamiento del primer lecho fluidizado tiene una longitud entre 0,5 m y 1 m, y la zona de granulación del primer lecho fluidizado tiene una longitud entre 1,4 m y 2 m.
9. El aparato según la reivindicación 8 en el que la zona de acondicionamiento del primer lecho fluidizado tiene una longitud de aproximadamente 0,7 m y la zona de granulación del primer lecho fluidizado tiene una longitud de aproximadamente 1,7 m.
10. El aparato según la reivindicación 5 en el que el segundo lecho fluidizado tiene un área superficial entre 0,4 m² y 1 m².
11. El aparato según la reivindicación 10 en el que el segundo lecho fluidizado tiene un área superficial entre 0,6 m² y 0,9 m².
12. El aparato según la reivindicación 11 en el que el segundo lecho fluidizado tiene un área superficial de aproximadamente 0,85 m².
13. Un procedimiento que usa el aparato de la reivindicación 1 para producir gránulos de nitrato, incluyendo el procedimiento:
 - a) formar gránulos de nitrato en un primer lecho fluidizado dividido en una zona de acondicionamiento y una zona de granulación que tiene al menos una boquilla de pulverización;
 - b) hacer pasar los gránulos formados en el primer lecho fluidizado directamente a un segundo lecho fluidizado y enfriar los gránulos de nitrato hasta una temperatura de 60°C o menor en el segundo lecho fluidizado;
 - c) enviar los gránulos desde el segundo lecho fluidizado a un clasificador; y
 - d)
 - i) reciclar las partículas subdimensionadas enviándolas al primer lecho fluidizado; y/o
 - ii) triturar las partículas sobredimensionadas y reciclar las partículas trituradas enviándolas al primer lecho fluidizado.
14. El procedimiento según la reivindicación 13 en el que las boquillas de pulverización están presurizadas con aire comprimido que ha sido calentado a una temperatura entre 40°C y 70°C.
15. El procedimiento según la reivindicación 13 en el que el aire fluidizante suministrado a la zona de acondicionamiento tiene las mismas propiedades que el aire fluidizante que es suministrado a la zona de granulación.

- 5
16. El procedimiento según la reivindicación 15 en el que el aire fluidizante suministrado a las zonas de acondicionamiento y granulación ha sido acondicionado a una humedad relativa menor del 30% a 40°C y calentado hasta una temperatura entre 40°C y 100°C.
17. El procedimiento según la reivindicación 13 en el que los gránulos del segundo lecho fluidizado son enfriados hasta una temperatura entre 30°C y 60°C.
18. El procedimiento según la reivindicación 17 para la producción de gránulos de nitrato de calcio en el que el aire suministrado al primer lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura entre 60°C y 100°C, y el aire suministrado al segundo lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura entre 30°C y 60°C.
- 10
19. El procedimiento según la reivindicación 18 en el que el aire suministrado al primer lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura entre 80°C y 100°C.
20. El procedimiento según la reivindicación 19 en el que el aire suministrado al primer lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura de 90°C y tiene una humedad relativa menor del 10%.
- 15
21. El procedimiento según la reivindicación 16 para la producción de gránulos de nitrato de magnesio en el que el aire suministrado al primer lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura entre 50°C y 100°C, y el aire suministrado al segundo lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura entre 30°C y 50°C.
22. El procedimiento según la reivindicación 21 en el que el aire suministrado al primer lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura entre 50°C y 70°C.
23. El procedimiento según la reivindicación 22 en el que el aire suministrado al primer lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura de aproximadamente 65°C y tiene una humedad relativa menor del 15%.
- 20
24. El procedimiento según la reivindicación 13 para la producción de gránulos de nitrato de amonio/nitrato de calcio en el que el aire suministrado al primer lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura entre 50°C y 100°C, y el aire suministrado al segundo lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura entre 30°C y 50°C.
- 25
25. El procedimiento según la reivindicación 24 en el que el aire suministrado al primer lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura entre 50°C y 80°C.
26. El procedimiento según la reivindicación 25 en el que el aire suministrado al primer lecho fluidizado está calentado hasta una temperatura de aproximadamente 70°C y tiene una humedad relativa menor del 15%.

