



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 291 360**

51 Int. Cl.:

C06B 33/00 (2006.01)

C06B 47/00 (2006.01)

C06B 31/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01978698 .7**

86 Fecha de presentación : **15.10.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1335889**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **20.08.2003**

54

Título: **Gránulos metálicos y de óxidos metálicos y procedimiento para su formación.**

30

Prioridad: **26.10.2000 ZA 00/6014**

73

Titular/es: **SMG Technologies Africa (Pty.) Ltd.**
18 Ampere Street - Labore
1541 Brakpan, Gauteng, ZA

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2008

72

Inventor/es: **Verity, Denis, Gordon**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2008

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 291 360 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

Gránulos metálicos y de óxidos metálicos y procedimiento para su formación.

5 Antecedentes de la invención

Esta invención se refiere a un procedimiento para la producción de gránulos que contienen una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico, y a gránulos que contienen una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico.

Las escamas metálicas y polvos metálicos y de óxidos metálicos y mezclas de polvos metálicos tales como aquellas descritas en la Patente Sudafricana No. 96/3387, se emplean como sensibilizadores y energizadores en composiciones explosivas. Un problema que surge con este tipo de polvo metálico es que, cuando es transportado, el polvo queda compactado en el fondo del recipiente en el cual se transporta, dificultando ello la descarga del polvo del recipiente.

Esto resulta particularmente molesto cuando se mezclan polvos metálicos por medio de un tornillo de Arquímedes en una composición explosiva a partir de una tolva de carga, *in situ*, desde un camión mezclador. El polvo compactado en el fondo de la tolva de carga causa apelmazamientos y adherencias, los óxidos metálicos se separan y a la composición se añade una cantidad incorrecta de polvo o composición de polvo metálico. Esto conduce a una mezcla inconsistente por todo el volumen de la composición explosiva, lo cual significa que la composición explosiva resulta menos eficaz.

La Patente US No. 4.256.521 describe un método para la formación de gránulos a partir de polvo de aluminio que tiene una alta proporción de finos de un tamaño menor de 80 micrómetros, empleando una resina sintética como ligante. Sin embargo, esta patente no describe un método para conformar una composición metálica y de óxido metálico en un gránulo.

Un objeto de esta invención consiste en proporcionar un gránulo preparado a partir de una composición metálica y de óxido metálico que es de utilidad, en particular, como sensibilizador y/o energizador en composiciones explosivas.

Resumen de la invención

Un primer aspecto de la invención se refiere a gránulos porosos consistentes en una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o metal en polvo y polvo de óxido metálico, y un ligante, en donde los gránulos tienen una porosidad de 40 a 60%.

Las escamas metálicas presentan habitualmente un tamaño menor de 0,35 mm, generalmente de 0,05 a 0,35 mm, y el polvo de metal y de óxido metálico consiste en partículas que tienen un tamaño menor de 10 micrómetros.

Habitualmente, los gránulos porosos incluyen más de 10% en peso de óxido metálico.

Los gránulos porosos pueden incluir hasta 90% en peso de óxido metálico.

Las escamas metálicas y/o polvo de metal y polvo de óxido metálico pueden comprender Al o una aleación de Al tal como Al/Mg, y Al_2O_3 y otros óxidos metálicos tales como Fe_2O_3 , MnO_3 o MgO_2 , preferentemente Fe_2O_3 .

Convenientemente, el Fe_2O_3 y el Al están presentes en una relación de cómo máximo 3:1 en peso.

Las escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico se obtienen preferentemente a partir de residuos, habitualmente escoria de aluminio y finos de óxido de hierro.

Los gránulos porosos para su uso en composiciones explosivas tienen normalmente una densidad aparente en flujo libre de 0,40 a 1,8 g/cm³, preferentemente de alrededor de 1,0 a 1,5 g/cm³, con suma preferencia de alrededor de 0,9 g/cm³, y tienen una porosidad de 40% a 60%. Los gránulos pueden variar de tamaño desde 300 a 6.000 micrómetros, generalmente desde 30 a 900 micrómetros.

El ligante se puede elegir entre polímeros, carbonatos de polialquileño, resinas, etc. Un ligante típico consiste en una composición ligante acuosa a base de almidón. Normalmente, el ligante no excede del 10% en peso de la composición. Otro ligante preferido es el silicato sódico.

Los gránulos porosos pueden también incluir composiciones fundentes tales como sales metálicas, resinas tales como goma guar, Shellac (goma laca) o ladotol y otras estearinas, para hacer que el gránulo sea resistente al agua y resistente a la descomposición, y sensibilizadores tales como poliestireno expandido, micro-balones, y vidrio para modificar la densidad de los gránulos porosos.

De acuerdo con el segundo aspecto de la invención, se proporciona una composición explosiva que comprende de 2% a 50% en peso de los gránulos porosos metálicos y de óxidos metálicos descritos anteriormente, de 2% a 7% en peso de un combustible, habitualmente un combustible orgánico, y de 50% a 95% en peso de nitrato amónico.

ES 2 291 360 T3

En el caso de un explosivo ANFO seco, la composición explosiva incluye normalmente de 50% a 94%, en peso de la composición, de pepitas porosas de nitrato amónico, de 5% a 6%, en peso de la composición, de aceite combustible y de 5% a 30%, en peso de la composición, de los gránulos porosos metálicos y de óxidos metálicos descritos anteriormente.

En el caso de mezclas ANFO pesadas y mezclas en emulsión dopadas, la composición comprende habitualmente de 30% a 90% de nitrato amónico emulsionado, de 20% a 50% de pepitas de nitrato amónico y de 3% a 13% de los gránulos porosos metálicos y de óxidos metálicos descritos anteriormente.

Un tercer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para la producción de gránulos porosos que contienen una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico, definiéndose el procedimiento como se expone en la reivindicación 22.

Convenientemente, el adherente, que es un combustible orgánico, es diesel o ácido oleico y se añade a la mezcla homogénea para formar una mezcla homogénea adherida, y la mezcla homogénea así adherida, junto con un ligante, se añade al granulador para formar las pepitas porosas que contienen una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico, con un grado de molienda fino.

Las escamas metálicas, polvo metálico y polvo de óxido metálico pueden incluir Al y Al_2O_3 y otros óxidos metálicos tales como Fe_2O_3 , MnO_3 o MgO_2 , preferentemente Fe_2O_3 .

Las escamas metálicas, polvo metálico y polvo de óxido metálico se obtienen preferentemente a partir de residuos, generalmente escoria de aluminio y finos de óxidos de hierro.

La escoria de aluminio se procesa para formar escamas y polvo de aluminio y polvo de óxido metálico. Se determina el contenido en aluminio de la mezcla y se añade suficiente óxido de hierro a la mezcla para conseguir una relación de Fe_2O_3 a Al de como máximo 3:1.

Se pueden añadir aditivos tales como micro-balones, carbón en polvo y magnesio a la mezcla en la etapa 1, para modificar la sensibilidad, la reactividad y la temperatura de ignición de una composición explosiva en la cual se incorporan los gránulos porosos.

Convenientemente, los gránulos secos se separan y clasifican según el tamaño después de la etapa 3.

Los gránulos porosos secos pueden ser revestidos con un compuesto resistente al agua.

Breve descripción del dibujo

La invención será descrita ahora con mayor detalle, solo a título de ejemplo, con referencia al dibujo adjunto el cual muestra un diagrama esquemático de un procedimiento de la invención.

Descripción detallada de modalidades

Los polvos y escamas de metal y óxido metálico a procesar de acuerdo con la invención, incluyen escamas metálicas y polvos metálicos para utilizarse en la industria de los explosivos y también para utilizarse en pirometalurgia (mazarotas y desoxidantes), productos pirotécnicos, combustibles sólidos y en la producción de sales metálicas.

Los gránulos porosos de la invención se preparan a partir de una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico. Los gránulos porosos incluyen un ligante que mantiene juntos al polvo y las escamas, con el polvo en estrecha proximidad a las escamas. Los gránulos porosos pueden también incluir otros constituyentes tales como sensibilizadores, y pueden estar revestidos con compuestos resistentes al agua.

Las escamas metálicas y/o polvo metálico comprenden aluminio finamente molido o una aleación de aluminio tal como Al/Mg. El óxido metálico se elige entre Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO_3 o MgO_2 o una mezcla de los mismos. En la Patente Sudafricana No. 96/3387 se describen mezclas típicas de polvos y/o escamas de metales y óxidos metálicos.

Es de la máxima importancia que las escamas metálicas se encuentren en una mezcla homogénea con el polvo de metal y óxido metálico. La mezcla homogénea asegura el contacto íntimo entre el metal y el óxido metálico, la cual actúa como combustible cuando se utilizan los gránulos porosos, por ejemplo, como un sensibilizador en composiciones explosivas. En el caso de que no se dispusiera de una mezcla homogénea, el óxido metálico formaría calidades no reactivas dentro del gránulo, lo cual afecta de manera negativa a la combustión del gránulo poroso.

Las escalas de Al y el polvo de Al_2O_3 se obtienen a partir de residuos en forma de escoria, espumas, virutas y amoladuras de aluminio y de la producción de aluminio a partir de operaciones primarias y secundarias que con frecuencia se destinan al relleno de tierras. El polvo de Fe_2O_3 se obtiene a partir de finos de óxidos de hierro obtenidos, por ejemplo, en procedimientos realizados en las colas o desechos procedentes de la minería de macizos de minerales

ES 2 291 360 T3

u otros procedimientos de producción. Los otros óxidos metálicos (MnO_3 y MgO_2) se pueden obtener también a partir de residuos.

Con referencia al dibujo, de acuerdo con la invención, la escoria de aluminio 10 se muele en un molino de bolas con barrido de aire 12 para producir escamas de Al que tienen un ancho máximo de 0,05 mm a 0,35 mm y un polvo fino con partículas de un tamaño de 10 micrómetros y menos. El polvo se prepara a partir de Al, Al_2O_3 y pequeñas cantidades de compuestos inertes tales como sílice y sales metálicas. La extracción con aire en el molino de bolas con barrido de aire separa parte del polvo de Al_2O_3 con un grado de molienda muy fino y los compuestos inertes. La cantidad de Al y Al_2O_3 en el polvo y escamas resultantes varía de una fuente a otra de la escoria de aluminio. La mezcla de polvo y escamas resultante puede comprender tan poco como 10% en peso de Al y hasta 98% en peso de Al, estando constituido el resto principalmente por Al_2O_3 . Cuando la mezcla resultante de polvo y escamas presenta un contenido muy bajo en Al, por ejemplo menor de 25% en peso de la misma, es necesario aumentar el contenido en Al añadiendo a la mezcla escamas de Al de mayor calidad. Las escamas de Al de mayor calidad se pueden obtener a partir de virutas o amoladuras que se obtienen en la producción de aluminio. El polvo y escamas de metal y óxido metálico resultantes que tienen un contenido en Al mayor del 25% en peso se pueden utilizar como tales o en mezcla con otro polvo de óxido metálico 14, habitualmente polvo de Fe_2O_3 obtenido a partir de finos de óxido de hierro, para proporcionar una composición de polvo y escamas de metal y óxido metálico que se puede utilizar en composiciones explosivas. Idealmente, se añade Fe_2O_3 para asegurar una relación estequiométrica de Fe_2O_3 a Al de 3:1. Una relación más baja de Fe_2O_3 a Al puede resultar adecuada en aplicaciones en donde se requiere energía de gas adicional en una composición explosiva.

La siguiente tabla 1 muestra la cantidad de Al y Al_2O_3 en Al molido obtenido a partir de escoria de Al, y la siguiente tabla 2 muestra composiciones de escamas metálicas y polvo de óxidos metálicos que han de conformarse a los gránulos porosos de la invención. La composición 1 comprende Al y Al_2O_3 y las composiciones 2 a 5 comprenden Al, Al_2O_3 y Fe_2O_3 .

TABLA 1

Escoria molida	1	2	3	4	5
% en peso de Al en Al molido	80	50	75	50	30
% en peso de Al_2O_3 en Al molido	15	40	20	40	65
% en peso de inertes	5	10	5	10	5

TABLA 2

Composición	1	2	3	4
% en peso de Al molido	100	40	65	40
% en peso de polvo de Fe_2O_3 (pureza 97%)	0	60	35	60
% en peso de Al_2O_3 en la composición	15	16	13	26
% en peso de metal Al en la composición	80	20	49	12
% en peso de óxido metálico en la composición	15	76	48	86
% en peso de compuestos inertes	5	4	3	2

La composición en polvo y escamas de metal y óxido metálico estará constituida en general por 10% a 90% en peso de Al y 10% a 90% en peso de óxido metálico.

Las composiciones antes mencionadas de escamas y polvo de metal y polvo de óxido metálico se preparan en cantidades a granel (es decir, 1 a 10 toneladas de una sola vez). Para producir las composiciones 2 a 5 (es decir, las composiciones que contienen Al, Al_2O_3 y otro óxido metálico Fe_2O_3), se mezclan cantidades a granel de escamas y polvo de Al y Al_2O_3 molidos con cantidades a granel del polvo de Fe_2O_3 . En estas circunstancias, se mide la cantidad de Al en las escamas y polvo molidas de Al y Al_2O_3 que se obtienen de la escoria de aluminio y se altera la cantidad de polvo de Fe_2O_3 añadido de acuerdo con el porcentaje de Al en las escamas y polvo molidas de Al y Al_2O_3 . La siguiente tabla 3 muestra el porcentaje de polvo y escamas de Al y Al_2O_3 en estado molido añadido al tonelaje total de la composición final de Al y Al_2O_3 y Fe_2O_3 en estado molido, dependiendo del porcentaje de Al allí presente.

TABLA 3

	1	2	3	4	5
% pureza Al en escamas y polvo de Al y Al_2O_3 en estado molido	60	50	40	30	25
% escamas y polvo de Al y Al_2O_3 en la composición de Al y Al_2O_3 y Fe_2O_3	36	40	45	52	57
% Al en la composición de Al y Al_2O_3 y Fe_2O_3	21	20	18	15	14

Las composiciones antes indicadas se conforman entonces a gránulos porosos en un granulador empleando un ligante adecuado. Es de suma importancia que los gránulos contengan una mezcla homogénea de escamas y polvo, de manera que el metal esté en contacto íntimo con el polvo para asegurar, en la práctica, que el metal reacciona con el óxido metálico. En el caso de que no exista homogeneidad, se obtendrían racimos de polvo y esto afectaría negativamente a la reacción del metal con el óxido metálico.

Antes de la granulación, la composición de escamas y polvo metálicas y polvo de óxido metálico se mezcla entonces en un mezclador 16 (por ejemplo, un mezclador de cinta o un mezclador de paletas que funciona normalmente a 30-100 rpm), para formar una mezcla homogénea de escamas y polvo metálicas y polvo de óxido metálico. Al mezclador se añade un adherente 18 (habitualmente un combustible orgánico tal como diesel o ácido oleico) para adherir las escamas y polvo de metal y el polvo de óxido metálico entre sí y formar una mezcla homogénea. A la mezcla se pueden añadir agentes fundentes tales como sales metálicas para aplicaciones pirometalúrgicas. A la mezcla se pueden añadir otros sensibilizadores tales como poliestireno expandido, micro-balones, vidrio, etc, para aumentar la sensibilidad de una composición explosiva en donde se utilizan los gránulos porosos, y también para alterar la densidad de los gránulos.

Desde el mezclador 16, la mezcla homogénea es enviada a un granulador 20. El granulador 20 incluye un tambor de acero inoxidable refrigerado por líquido, para asegurar que la composición permanezca fría durante el proceso de granulación (el calor causado por la fricción en el granulador podría dar lugar a una reacción exotérmica). Dentro del tambor se encuentra una serie de paletas mezcladoras situadas en un árbol accionado central. El diseño y ángulo de las paletas mezcladoras, así como la velocidad lineal de las paletas, se elige para determinar el tamaño y porosidad de los gránulos porosos.

El operario comienza el proceso de granulación alimentando de forma continua la mezcla adherida al interior del granulador 20, al mismo tiempo que se pulveriza un ligante 22 dentro del granulador 20. El operario controlará el tamaño de los gránulos y porosidad de los mismos ajustando la velocidad a la cual se alimenta la mezcla homogénea y el ligante al granulador, y la velocidad de las paletas. Para pequeños gránulos de alta porosidad, el granulador debe funcionar a una elevada velocidad de 800-1.000 rpm. El operario controla la acumulación de gránulos en el granulador y la válvula neumática existente en el lateral del granulador se abre periódicamente para descargar gránulos en grupo del granulador.

El diseño del granulador 20 permite también la inclusión en el proceso de producción de aditivos tales como modificadores de la densidad una vez que se han introducido los ligantes en las composiciones que han de ser conformadas en pepitas.

Se pueden emplear muchos ligantes. Las propiedades de los ligantes que resultan esenciales en la producción son como sigue:

1. El ligante debe mezclarse uniformemente con la composición.
2. Aportar suficiente resistencia en bruto para permitir la elaboración adicional.
3. El ligante no debe descomponerse durante la elaboración del cuerpo o masa en bruto.
4. El aglutinante en la mayoría de las aplicaciones ha de quemarse por completo (en todas las atmósferas, dejando preferentemente un mínimo de cenizas residuales).

En la aglomeración y producción de gránulos porosos en forma de pepitas se pueden emplear ligantes tales como dextrina, almidón, carbonato de polialquileño, resinas y otros muchos. La elección del ligante utilizado se determina por el uso final de la pepita. Se ha comprobado que la dextrina acuosa es de utilidad en la producción de pepitas de acuerdo con la invención para utilizarse en composiciones explosivas, en donde metales y polvos de metal/óxido metálico finamente divididos se conforman en pepitas.

ES 2 291 360 T3

Se puede utilizar silicato sódico como ligante en explosivos y aplicaciones pirometalúrgicas y cementos de alto contenido en alúmina con el fin de mantener la integridad de las pepitas en las condiciones de rigurosa manipulación y entre otras características, decelerar o acelerar la ignición de las composiciones que están siendo introducidas. Ciertos ligantes presentan los atributos químicos requeridos para modificar la temperatura de reacción/ignición sin aditivos tales como otras sales metálicas. Los mismos son también resistentes al agua y disolventes y no requieren que los productos en forma de pepitas se revistan adicionalmente después de la producción.

Después del proceso de granulación, formación de pepitas en el granulador 18, los gránulos en bruto son conducidos a un tamiz vibratorio 24 (si se desea), lo cual ayuda a romper cualquier producto en bruto aglomerado, y luego a un secador rotativo 26 y por último a una etapa final de secado por infrarrojos 28.

Los gránulos porosos se pueden producir con, o revestir con, agentes resistentes al agua tales como resinas, por ejemplo, Shellac o ladotol, para hacer que el gránulo sea resistente al agua en aplicaciones concretas. Sin embargo, en ciertas aplicaciones, por ejemplo para su uso en explosivos en emulsión, los gránulos no se hacen resistentes al agua, de manera que los gránulos se disgreguen cuando se añaden a la mezcla en emulsión.

Los gránulos así producidos pueden variar de tamaño desde 30 micrómetros a 30 mm de diámetro.

El tamaño de los gránulos porosos para composiciones explosivas podría ser de 300 micrómetros a 6 mm, con una densidad aparente en flujo libre (ASTMSTD) de 0,4 a 2,0 g/cm³. La densidad usual para una mezcla explosiva a granel es de alrededor de 0,92 g/cm³ y la porosidad de los gránulos porosos es de 40% a 60%.

En una modalidad preferida, los gránulos metálicos y de óxidos metálicos se emplean como sensibilizador o energizador en mezclas ANFO secas y mezclas ANFO pesadas, mezclas en emulsión dopadas y preparados explosivos envasados. Habitualmente, los gránulos se añaden en una cantidad de 2% a 30% en peso (normalmente no más de 10% en peso) de la composición explosiva, la cual comprende además de 2% a 5% en peso de combustible, generalmente un combustible orgánico tal como diesel, y de 30% a 90%, en peso de la composición, de nitrato amónico. Las composiciones explosivas contienen normalmente alrededor de 85% a 96% de nitrato amónico y la presencia de los gránulos de la invención puede permitir una reducción del nitrato amónico de hasta 50% de la composición.

La siguiente tabla 4 proporciona ejemplos de mezcla ANFO secas típicas y la siguiente tabla 5 proporciona ejemplos de mezclas ANFO pesadas típicas que utilizan los gránulos porosos homogéneos de escamas metálicas y polvos metálicos de la invención.

TABLA 4

	1	2	3	4	5	6
Nitrato amónico (pepitas porosas) % en peso de la composición	65	70	75	80	85	90
Aceite combustible % en peso de la composición	5,5	5,5	5,5	5	5	3
Gránulos de polvo metálico % en peso de la composición	29,5	24,5	19,5	15	9,5	7
Metal Al % en peso del gránulo del polvo metálico	20	20	20	20	20	20
Al ₂ O ₃ % en peso del gránulo del polvo metálico	16	16	16	16	16	16
Fe ₂ O ₃ % en peso del gránulo del polvo metálico	60	60	60	60	60	60
Densidad aparente en flujo libre del metal						
Gránulos de polvo g/cm ³	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Tamaño del gránulo, micrómetros	300-890	300-890	300-890	300-890	300-890	300-890

ES 2 291 360 T3

TABLA 5

	1	2	3	4	5	6	7	8
5 Nitrato amónico emulsionado % en peso de la composición	55	60	60	60	60	65	65	65
10 Pepita porosa de nitrato amónico % en peso de la composición	40	34	33	32	31	25	24	24
15 Gránulos de polvo metálico % en peso de la composición	5	6	7	8	9	10	11	10
20 Metal Al % en peso del gránulo del polvo metálico	20	20	20	20	20	20	20	80
25 Al_2O_3 % en peso del gránulo del polvo metálico	16	16	16	16	16	16	16	20
30 Fe_2O_3 % en peso del gránulo del polvo metálico	60	60	60	60	60	60	60	0
Densidad aparente en flujo libre de los gránulos metálicos, g/cm ³	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,2
Tamaño del gránulo, micrómetros	300-890	300-890	300-890	300-890	300-890	300-890	300-890	1000-2000

Los gránulos porosos de polvo metálico granulado preparados de acuerdo con la invención presentan muchas ventajas, incluyendo:

1. La manipulación en condición de flujo de los gránulos es bastante mejor que la del polvo y detiene el apelmazado y la adherencia del producto en las tolvas de carga y mejora la calibración y suministro del producto, con menor desgaste de las bombas y tornillos de Arquímedes;
2. Dado que el polvo metálico está unido a los gránulos, se produce mucho menos polvo;
3. No existe segregación del aluminio, óxido de aluminio y óxido de hierro en el gránulo, es decir, el gránulo contiene los componentes metálicos del polvo de forma homogénea;
4. La resistencia a la compresión de los gránulos se puede variar (variando la cantidad y tipo de ligante) según las necesidades;
5. Los gránulos pueden ser clasificados en tamaños particulares para aplicaciones concretas;
6. Es conveniente añadir los compuestos o composiciones deseados al polvo, antes de la granulación, para alterar las características de los gránulos. Además, se pueden añadir ciertos aditivos antes de la granulación para modificar el balance de oxígeno lo cual afecta al rendimiento energético del gránulo.
7. Cuando se utilizan en una composición explosiva, los gránulos reducen la densidad de la composición y se presenta una mejor distribución de sensibilizador/energizador dentro de la composición explosiva. Igualmente, la densidad de los gránulos se puede ajustar para regular la densidad de la composición explosiva. Dichas composiciones son también más estables y más seguras de almacenar, manipular y transportar.
8. La composición ligante acuosa a base de almidón es relativamente económica y el almidón entra en combustión y de este modo juega un papel activo en una reacción explosiva cuando los gránulos se emplean en composiciones explosivas.
9. Los gránulos se pueden revestir para hacerlos resistentes al agua cuando se emplean sistemas de ligación que pueden disolverse en agua en composiciones explosivas.

ES 2 291 360 T3

10. En el caso de que existan metales pesados libres en la composición en polvo que afectan a la estabilidad del producto base, por ejemplo, pH una vez conformado en pepitas, la composición ligante, que es estable y el revestimiento adicional evitarán posteriormente cualquier disgregación potencial de la emulsión, en el caso de composiciones explosivas.

5

Ejemplo 1

Se obtuvo escoria de aluminio en la producción de aleaciones de aluminio a partir de metal secundario y primario. La escoria de aluminio se molió en un molino de bolas con barrido de aire para producir escamas de aluminio con un
10 ancho máximo de 0,05 mm a 0,1 mm, y un polvo fino que incluía Al, Al_2O_3 y pequeñas cantidades de compuestos inertes tal como sílice. La extracción con aire en el molino de bolas con barrido de aire separó parte del polvo de Al_2O_3 con un grano de molienda muy fino y compuestos inertes. Las escamas y el polvo resultantes se sometieron a ensayos y se comprobó que contenían 50% de Al, estando constituido el resto principalmente por Al_2O_3 . Se mezclaron
15 entonces 400 kg de este polvo y estas escamas de Al y Al_2O_3 con 600 kg de polvo de Fe_2O_3 obtenido a partir de finos de óxido de hierro, para proporcionar una composición de polvo metálico y óxido metálico que contiene 20% en peso de Al, 20% en peso de Al_2O_3 y 60% en peso de Fe_2O_3 .

La composición de polvo metálico se envió a un mezclador de cinta el cual se hizo funcionar a una velocidad de 30 rpm, para conformarla a una mezcla homogénea de escamas y polvo de metal y polvo de óxido metálico. Al mezclador
20 se añadieron 3 kg de diesel para adherir la composición de forma conjunta y conseguir así una mezcla homogénea.

Ejemplo 2

La composición homogénea adherida descrita en el ejemplo 1 se mezcló entonces con un ligante acuoso a base de almidón para proporcionar gránulos de polvo metálico de acuerdo con la invención.
25

La composición ligante acuosa a base de almidón se formó a partir de 40 partes en peso de un almidón, especialmente dextrina amarilla, 60 partes en peso de agua, 90 partes en peso de un espesante tal como borax y 1 parte en peso de hidróxido sódico que también es un espesante. A la solución se añadieron 0,4 kg de dextrina amarilla, 0,09 kg de
30 borax y 0,01 litros de solución de hidróxido sódico, para formar la composición ligante acuosa a base de almidón.

Se alimentaron 1.000 kg de la composición homogénea adherida descrita en el ejemplo 1 a un granulador de alta velocidad. El diseño de las paletas del mezclador estaba destinado a proporcionar un efecto de esfuerzo cortante máximo con el fin de producir gránulos de pequeño diámetro. El mezclador se hizo funcionar a una velocidad de
35 920 rpm (una alta velocidad aseguró una alta porosidad de los gránulos) y se añadieron 100 kg de la composición ligante a base de almidón descrita anteriormente al mezclador de granulación desde un pulverizador, a una velocidad de 30 ml/min. Se formaron gránulos en 5 minutos.

Desde el granulador, los gránulos se alimentaron a un molino tamboreador que redujo los aglomerados y luego a
40 un secador rotativo que se hizo funcionar a una temperatura de 250°C. Desde el secador rotativo, los gránulos porosos secos se alimentaron a un tamiz vibrador de varios pisos el cual clasificó los gránulos en diferentes tamaños.

Desde el tamiz vibrador, los gránulos clasificados se introdujeron en un mezclador de flujo el cual revistió los
45 gránulos con un agente resistente al agua (ácido oleico).

Los gránulos así producidos tenían una densidad aparente en flujo libre de 1,4, una porosidad de 45% y un diámetro de 30 a 6.000 micrómetros.

50

55

60

65

ES 2 291 360 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Gránulos porosos consistentes en una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico, y un ligante, en donde los gránulos presentan una porosidad de 40% a 60%.
2. Gránulos porosos según la reivindicación 1, en donde las escamas metálicas tienen un tamaño menor de 0,35 mm.
- 10 3. Gránulos porosos según la reivindicación 2, en donde las escamas metálicas tienen un tamaño de 0,05 a 0,35 mm.
4. Gránulos porosos según la reivindicación 2, en donde el polvo consiste en partículas de metal y de óxido metálico que tienen un tamaño menor de 10 micrómetros.
- 15 5. Gránulos porosos según la reivindicación 1 que incluyen más de 10% en peso de óxido metálico.
6. Gránulos porosos según la reivindicación 5 que incluyen hasta 90% en peso de óxido metálico.
- 20 7. Gránulos porosos según la reivindicación 2, en donde las escamas metálicas y/o polvo metálico consisten en Al o una aleación de Al y en el óxido metálico Al_2O_3 y/u otros óxidos metálicos.
8. Gránulos porosos según la reivindicación 7, en donde los otros óxidos metálicos consisten en Fe_2O_3 , MnO_3 o MgO_2 .
- 25 9. Gránulos porosos según la reivindicación 8, en donde el otro óxido metálico es Fe_2O_3 .
10. Gránulos porosos según la reivindicación 9, en donde el Fe_2O_3 y el Al están presentes en una relación de como máximo 3:1 en peso.
- 30 11. Gránulos porosos según la reivindicación 5, en donde las escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico se obtienen a partir de residuos.
12. Gránulos porosos según la reivindicación 1 de utilidad en composiciones explosivas que tienen una densidad aparente en flujo libre de 0,40 a 1,8 g/cm³.
- 35 13. Gránulos porosos según la reivindicación 12 de utilidad en composiciones explosivas que tienen una densidad aparente en flujo libre de 1,5 g/cm³.
- 40 14. Gránulos porosos según la reivindicación 13 de utilidad en composiciones explosivas que tienen una densidad aparente en flujo libre de alrededor de 0,9 g/cm³.
15. Gránulos porosos según la reivindicación 1 que tienen un tamaño de 300 a 6.000 micrómetros.
- 45 16. Gránulos porosos según la reivindicación 15 que tienen un tamaño de 30 a 900 micrómetros.
17. Gránulos porosos según la reivindicación 1, en donde el ligante es almidón.
18. Gránulos porosos según la reivindicación 1, en donde el ligante es silicato sódico.
- 50 19. Una composición explosiva que comprende de 2% a 50% en peso de los gránulos porosos definidos en la reivindicación 1, de 2% a 7% en peso de un combustible y de 50% a 95% en peso de nitrato amónico.
20. Una composición explosiva ANFO seca que comprende de 50% a 94% en peso de la composición de pepitas porosas de nitrato amónico, de 5% a 6% en peso de la composición de aceite combustible y de 5% a 30% en peso de los gránulos porosos definidos en la reivindicación 1.
- 55 21. Una composición en mezcla ANFO pesada o en mezcla en emulsión dopada que comprende de 30% a 90% de nitrato amónico emulsionado, de 30% a 50% de pepitas de nitrato amónico y de 3% a 13% de los gránulos porosos definidos en la reivindicación 1.
- 60 22. Procedimiento para la producción de gránulos porosos que contienen una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico, cuyo procedimiento comprende las etapas de:
 - 65 1. formar una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico, con un grano de molienda fino, en un mezclador, para formar una mezcla homogénea;

ES 2 291 360 T3

2. añadir la mezcla homogénea, junto con un ligante, a un granulador, para formar gránulos porosos que contienen una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico con un grado de molienda fino y que tienen una porosidad de 40% a 60%; y

3. secar los gránulos porosos.

23. Procedimiento según la reivindicación 22, en donde, en la etapa 1, se añade a la mezcla homogénea un adherente en forma de un combustible orgánico, para formar una mezcla homogénea adherida y, en la etapa 2, la mezcla homogénea adherida, junto con un ligante, se añade al granulador para formar los gránulos porosos que contienen una mezcla homogénea de escamas metálicas y/o polvo metálico y polvo de óxido metálico con un grado de molienda fino.

24. Procedimiento según la reivindicación 23, en donde el combustible orgánico es diesel o ácido oleico.

25. Procedimiento según la reivindicación 22, en donde las escamas metálicas y el polvo metálico consisten en metal Al y los óxidos metálicos son Al_2O_3 y otro óxido u óxidos de metales.

26. Procedimiento según la reivindicación 25, en donde los otros óxidos metálicos son Fe_2O_3 , MnO_3 o MgO_2 .

27. Procedimiento según la reivindicación 25, en donde el otro óxido metálico es Fe_2O_3 .

28. Procedimiento según la reivindicación 22, en donde las escamas metálicas y el polvo metálico y polvo de óxido metálico se obtienen a partir de residuos.

29. Procedimiento según la reivindicación 22, en donde la mezcla homogénea de escamas y polvo de metal y polvo de óxido metálico con un grado de molienda fino, se obtienen a partir de escoria de aluminio que se procesa para formar escamas de aluminio y polvo de aluminio y polvo de Al_2O_3 .

30. Procedimiento según la reivindicación 29, en donde se determina el contenido en aluminio de la mezcla procesada y se añade suficiente óxido de hierro a la mezcla para conseguir una relación deseada de Fe_2O_3 a Al.

31. Procedimiento según la reivindicación 22, en donde los gránulos porosos secos de la etapa 3 se separan y clasifican de acuerdo con el tamaño.

32. Procedimiento según la reivindicación 22, en donde los gránulos porosos secos se revisten con un compuesto resistente al agua.

