MEJORA DE PROPIEDADES ANTIAGLOMERANTES DE PARTÍCULAS DE NITRATO DE AMONIO QUE SON ALMACENADAS EN UN RECIPIENTE CERRADO

Campo Técnico

[0001] La presente solicitud se relaciona con mejorar las propiedades antiaglomerantes de partículas de nitrato de amonio que son almacenadas en un recipiente cerrado.

Antecedentes

[0002] El nitrato de amonio (AN) (NH_4NO_3) es un compuesto químico higroscópico y cuando se deja en contacto con humedad y aire húmedo, éste absorbe la humedad mediante lo cual las partículas perderán algunas de sus propiedades físicas, más particularmente para almacenamiento y propiedades de manejo (por ejemplo, las partículas se vuelven débiles y pierden su dureza, o se vuelven compresibles o propensas a termociclado y desgranulación, etc.) y tienden a aglomerarse durante el almacenamiento. El aglomerado es cuando las partículas se pegan entre sí y forman aglomerados.

[0003] Las partículas sólidas de nitrato de amonio pueden ser producidas en la forma de bolas, gránulos, pastillas, hojuelas o cristales. Las bolas, por ejemplo, pueden ser producidas bien sea en forma de alta o baja densidad, dependiendo del proceso de producción (en particular, la concentración de la fusión de AN antes de formar bolas). Dependiendo de la aplicación final del producto, son deseables diferentes tipos de productos de nitrato de amonio. Las bolas o gránulos de nitrato de amonio de alta densidad son típicamente aplicados para fertilizantes. Los denominados Nitratos de Amonio Técnicos (TAN) son aplicados en aplicaciones no fertilizantes, tales como, por ejemplo, para la industria de explosivos o propulsores o en algunas aplicaciones médicas. Se pueden distinguir diferentes grados de TAN,

tales como, grado cristalino el cual tiene una alta densidad así como ANE (nitrato de amonio para emulsiones). Las bolas porosas de nitrato de amonio (ANPP) las cuales tienen una baja densidad son principalmente utilizadas como un ingrediente oxidante sólido para composiciones explosivas, tales como ANFO, WR ANFO, ANFO pesado, emulsiones o geles de agua.

[0004] Siempre y cuando se manejen partículas de AN, éstas están expuestas al aire y tienen la capacidad de tomar humedad. Para mantener un producto de buena calidad durante el almacenamiento, un aspecto a considerar es el contenido de agua del producto, lo que significa empezar por producir partículas con un contenido de agua relativamente bajo y luego mantener este contenido de agua relativamente bajo a lo largo del ciclo de vida del producto. En este contexto, el contenido de agua relativamente bajo significa que hay poca “agua libre” disponible para aglomeramiento y por el contrario, que la mayoría de agua está unida o se une y, sin limitarse a la teoría, se vuelve no disponible para generar aglomeramiento de las partículas de AN.

[0005] El nitrato de magnesio ($Mg(NO_3)_2$) es un aditivo usado para servir como desecante en AN. Un desecante es una sustancia higroscópica que induce o sostiene un estado de sequedad cerca a ella. Sin atarse a la teoría, el modo de acción del nitrato de magnesio es a través de la unión de agua mediante la formación de sales dobles, varias moles de agua se pueden unir por una mole simple de nitrato de magnesio bajo condiciones ambiente. Si el contenido de agua de las partículas de AN está actualmente unido por nitrato de magnesio, éste no es más libre y la tendencia a aglomeramiento puede reducirse significativamente y se pueden mejorar las propiedades físicas.

[0006] Un posible método es adicionar y mezclar partículas sólidas de nitrato de magnesio puro a las partículas sólidas de AN. Un problema con esto, sin embargo, es que es difícil remover una cantidad suficiente de agua fuera de las partículas de nitrato de magnesio para permitir que ellas absorban una cantidad

suficiente de agua fuera de las partículas de AN. Remover la mayoría del agua fuera de las partículas de nitrato de magnesio puro requiere una temperatura relativamente alta. Sin embargo, cuando se aplican dichas altas temperaturas, el nitrato de magnesio se puede convertir en un estado vidrioso reduciendo de esta manera las capacidades de unión del agua de dichas partículas de nitrato de magnesio. Por lo tanto, puede ser técnicamente un reto producir partículas sólidas de nitrato de magnesio puro con suficientes capacidades de unión a agua.

[0007] El método más comúnmente utilizado es adicionar nitrato de magnesio al AN fundido antes de la formación de las partículas finales, típicamente en una cantidad de 1 a 2% en peso. Sin embargo, también hay problemas asociados con esto. Por ejemplo, cuando se produce ANPP por formación de bolas, se genera la porosidad al mantener algo de agua en la bola y la posterior evaporación del agua al pasar las bolas mediante secadores. El agua removida de la bola deja atrás algo de porosidad que es deseada y el ANPP puede luego absorber combustible para formar el explosivo bien conocido y popular ANFO (combustible de nitrato de amonio). Secar el AN en bolas para formar ANPP requiere el secador para operar a una temperatura donde la mayoría del agua de hidratación presente en nitrato de magnesio puede actualmente no se removida en la práctica, lo que significa que el efecto desecante del nitrato de magnesio se reduciría en gran medida. Adicionalmente, cuando se aplica ANPP como un ingrediente oxidante sólido para composiciones explosivas, las partículas de ANPP necesitan ser capaces de absorber una cantidad suficiente de combustible en una manera uniforme para mejorar la reactividad. Cuando se adiciona nitrato de magnesio en la fundición antes de la formación de las partículas finales, el nitrato de magnesio reduce o modifica la formación de porosidad del ANPP a través de lo cual la capacidad de absorción de las partículas se reduce consecuentemente reduciendo la calidad como oxidante para composiciones explosivas. Otra opción se describe en WO 00/07938, donde se describen productos de nitrato de amonio que tienen una estabilidad térmica

mejorada. En esta solicitud de patente, se divulga que un agente de secado sólido es mezclado mecánicamente con partículas de nitrato de amonio. El agente de secado sólido se describe como que es un compuesto inorgánico absorbente de agua inerte tal como gel de sílice o que es partículas de AN que contienen nitrato de magnesio o que son recubiertas con nitrato de magnesio. No se describe en ningún detalle lo que significa las partículas de AN que contienen nitrato de magnesio y la solicitud WO '938 divulga que el efecto de secado fue obtenido al mezclar mecánicamente y distribuir uniformemente el agente de secado con las partículas de AN, y únicamente describe experimentos que han sido realizados donde las partículas de AN fueron recubiertas con nitrato de magnesio.

[0008] En consecuencia, un objetivo de la presente solicitud es suministrar una solución que utiliza nitrato de magnesio como desecante en una forma tal que maximiza el efecto desecante del mismo y para minimizar tanto como sea posible el aglomeramiento de partículas de AN sin tener que distribuir uniformemente el desecante con las partículas de AN. Adicionalmente, un objetivo de la solicitud es cuidar que el nitrato de magnesio como desecante tenga una influencia negativa mínima en la solicitud final y las propiedades de las partículas de AN, incluyendo por ejemplo, la porosidad de las mismas, y la mayor influencia positiva en la aplicación final de las partículas de AN y en particular sus propiedades físicas.

Resumen

[0009] De acuerdo con un primer aspecto de la presente solicitud, se describe un recipiente cerrado que contiene partículas de AN en una cantidad de 91 a 99.75% en peso y desecante en una cantidad de 0.25 y 9% en peso, en donde

- las partículas de AN tienen un contenido de agua de entre 0 y 0.7% en peso; y
- el desecante comprende partículas que contienen entre 50 y 95% en peso de AN y ente 5 y 50% en peso de nitrato de magnesio disperso en el AN.

Al adicionar desecante a las partículas de AN en el contenedor o recipiente, el desecante toma por lo menos algo de la humedad de las partículas de AN previniendo o limitando la cantidad de aglomeramiento. Únicamente una cantidad relativamente menor de desecante en comparación con las partículas de AN necesita ser adicionada con el fin de obtener un efecto desecante suficiente. Una ventaja importante adicional es que el desecante no tiene que ser distribuido uniformemente entre las partículas de AN para tener el efecto desecante deseado. El desecante puede ubicarse en un lugar en el recipiente cerrado, y sorprendentemente no hay necesidad de mezclar mecánicamente el desecante dentro del AN en bruto. Por supuesto, el mismo efecto desecante será obtenido cuando el desecante es distribuido entre las partículas de AN. Dado que se adiciona una cantidad menor de desecante a las partículas de AN, la porosidad general del producto (partículas de AN adicionadas con desecante) no es o es sólo mínimamente influenciada en comparación con las partículas de AN sin disecante adicionado permitiendo buena absorción de combustible, así como la influencia en la aplicación final de las partículas de AN. Por el contrario, la porosidad de las partículas de AN actualmente se mejora dado que las propiedades físicas del producto se conservan mejor durante el ciclo de vida del producto; el producto se degradará menor y mantendrá más de sus cualidades originales. Otra ventaja de adicionar partículas desecantes que contienen nitrato de magnesio a las partículas de AN es que, si por cualquier razón, el contenido de agua de las partículas de AN es mayor a lo normal, por ejemplo cuando un equipo de secado de las partículas de AN funciona mal o cuando las condiciones climáticas pueden limitar la operación de la empresa de producción en su tasa demostrada máxima, adicionar disecante adicional a las partículas de AN antes de empacar puede compensar fácilmente por ese o cualquier problema similar. Esto resulta en operación mejorada y tiempo de actividad mejorado de la empresa de producción. Otra ventaja de adicionar partículas desecantes que contienen nitrato de magnesio es que es químicamente

de la misma naturaleza que el nitrato de amonio, también es completamente soluble en agua, y no se diluye pero contribuye al efecto destinado general en la mayoría de aplicaciones de AN, por ejemplo, el efecto oxidante para propósitos explosivos.

[0010] En una modalidad de acuerdo con la solicitud, el recipiente cerrado contiene entre 94 y 97% en peso de partículas de AN y entre 3 y 6% en peso de desecante, en donde el desecante comprende entre 83 y 93.3% en peso de AN, entre 6 y 10% en peso de nitrato de magnesio disperso en el AN y entre 0.7 y 2% en peso de agua.

[0011] En una modalidad más específica de un recipiente cerrado de acuerdo con la solicitud, la concentración final de nitrato de magnesio en la cantidad total de partículas de AN y desecante juntos es entre 0.12 y 4.5% en peso, más particularmente entre 0.12 y 2% en peso, aún más preferiblemente entre 0.12 y 1% en peso y más particularmente entre 0.12 y 0.45% en peso.

[0012] De acuerdo con una modalidad, la cantidad total de partículas de AN y desecante añade hasta 100% en peso. En otras palabras, en dichas modalidades no se adiciona a las partículas de AN ningún otro aditivo excepto para el desecante. En otras modalidades, otros aditivos pueden estar presentes. Por ejemplo, es común cuando se hace ANPP que se adicione un aditivo interno para formar buena porosidad.

[0013] En una modalidad de un recipiente cerrado de acuerdo con la solicitud, las partículas de AN y las partículas desecantes tienen la misma forma y el mismo tamaño promedio de partícula. Esto resulta en partículas desecantes que no son distinguibles de las partículas de AN y consecuentemente no son visibles. Esto es particularmente relevante cuando la concentración de nitrato de magnesio en el desecante está en el lado bajo y/o cantidad de desecante requerida y no alta y menos relevante cuando el desecante es altamente concentrado en nitrato de magnesio o cantidad requerida muy baja. Por ejemplo, cuando se mezcla únicamente 0.5% en peso de desecante con 99.5% en peso de partículas de AN; la

forma o el tamaño de las partículas de desecante es menos relevante que cuando, por ejemplo, 5% en peso de desecante se mezcla con 95% en peso de partículas de AN.

[0014] En una modalidad posible de un recipiente cerrado de acuerdo con la solicitud, el tamaño de partícula promedio a base de peso de las partículas de AN y las partículas de desecante varía de 0.5 a 10.00 mm. El tamaño de partícula promedio a base de peso de las partículas de AN y las partículas de desecante varía en rangos particulares de 0.10 a 7.50 mm, más en particular de 0.50 a 5.00 mm, aún más en particular de 0.75 a 3.00 mm y más en particular de 1.00 a 2.00 mm.

[0015] En una modalidad de un recipiente cerrado de acuerdo con la solicitud, las partículas de AN son ANPP que tienen un contenido de agua de entre 0.05 y 0.3% en peso. Adicionar desecante a ANPP no tendrá un impacto adverso en la seguridad del ANPP sino que lo mejora al prevenir el aglomeramiento, formación de polvo, etc. Además, el nitrato de magnesio presente en el desecante incluso ayudará en la capacidad de explosión cuando la mezcla de ANPP y el desecante es usado como un ingrediente oxidante sólido para composiciones explosivas debido al contenido de nitrato presente.

[0016] En otra modalidad de un recipiente cerrado de acuerdo con la solicitud, las partículas de AN son ANPP, AN de alta densidad, o fertilizantes que contienen AN. En modalidades más particulares, el AN de alta densidad puede ser bolas de AN de alta densidad, gránulos o cristales.

[0017] Dado que el magnesio es un nutriente secundario cuando se usa AN como fertilizante, y además el magnesio en nitrato de magnesio está en una forma soluble en agua y como tal está directamente disponible para captación de cultivo, la adición de partículas desecantes a bolas o gránulos de AN de alta densidad o a fertilizantes a base de AN, tendrá un impacto positivo en las propiedades fertilizantes de las partículas de AN.

[0018] En una modalidad particular de la solicitud, las partículas de AN tienen un contenido de agua de entre 0.01 y 0.5% en peso, más particularmente entre 0.02 y 0.3% en peso.

[0019] En una modalidad de un recipiente cerrado de acuerdo con la solicitud, el recipiente cerrado es una bolsa grande cerrada.

[0020] De acuerdo con un segundo aspecto de la presente solicitud, se divulga un método para almacenar partículas de nitrato de amonio (AN) con propiedades antiaglomerantes mejoradas, en donde el método comprende los pasos de:

- producir partículas de AN que tienen un contenido de agua de entre 0 y 0.7% en peso;
- producir desecante que comprende partículas que contienen entre 50 y 95% en peso de AN y entre 5 y 50% en peso de nitrato de magnesio disperso en el AN;
- llenar un recipiente con una cantidad de entre 0.25 y 9% en peso de desecante y entre 91 y 99.75% en peso de partículas de AN; y
- cerrar el recipiente.

[0021] De acuerdo con una modalidad de la solicitud, el método comprende los pasos de:

- producir partículas de AN que tienen un contenido de agua de entre 0 y 0.6% en peso;
- producir un desecante que comprende partículas que contienen entre 88.8 y 93.3% en peso de AN, entre 6 y 10% en peso de nitrato de magnesio disperso en el AN y entre 0.7 y 1.2% en peso de agua;
- llenar un recipiente con entre 3 y 6% en peso de desecante y entre 94 y 97% en peso de partículas de AN;
- cerrar el recipiente.

[0022] En una modalidad de acuerdo con la solicitud, los pasos de método de producir el desecante que comprende partículas como se describió anteriormente comprende los pasos de:

- reaccionar amonio y ácido nítrico en un reactor para formar nitrato de amonio acuoso;
- pasar el nitrato de amonio acuoso a través de al menos un evaporador para formar una corriente de nitrato de amonio con menos de 6% en peso de agua;
- adicionar un compuesto que contiene magnesio al ácido nítrico antes de la adición al reactor, o al reactor directamente, o al nitrato de amonio acuoso antes de la entrada al evaporador, o cuando hay más de un evaporador antes de la entrada al evaporador final; y
- solidificar el nitrato de amonio que comprende nitrato de magnesio disperso en el nitrato de amonio.

[0023] El compuesto que contiene magnesio puede ser una solución de nitrato de magnesio acuoso.

[0024] En una modalidad particular, el paso de solidificación puede comprender formar bolas, granular, crear hojuelas o pastillas.

[0025] En otra modalidad particular del método, el contenido de agua de la corriente de nitrato de amonio antes de solidificar es menor a 3% en peso, más particularmente menor a 2% en peso o incluso más particularmente menor a 1% en peso.

[0026] En otra modalidad de acuerdo con la solicitud, el método además comprende el paso de recubrir el desecante con una composición orgánica o mineral. El recubrimiento puede ser usado para minimizar la recolección de humedad antes de llenarlo en el recipiente. Ejemplos de recubrimientos orgánicos que pueden ser usados para minimizar el aglomeramiento y/o la recolección de humedad están, entre otros, aceites de recubrimiento mezclas tales como cera,

tensoactivos de cera, parafina, polímeros, etc. Dicho recubrimiento típicamente también incluye aditivos tales como, aminas, etc.

Ejemplos de correspondientes recubrimientos minerales que minimizan el aglomeramiento y/o la recolección de humedad están, entre otros, polvos tales como talco, arcilla, etc.

[0027] En otra modalidad del método de acuerdo con la solicitud, en el paso de producir partículas de AN, se producen bolas porosas de nitrato de amonio (ANPP) que tienen un contenido de agua de entre 0.05 y 0.3% en peso.

[0028] En otra modalidad del método de acuerdo con la solicitud, en el paso de producir partículas de AN, se producen bolas o gránulos de nitrato de amonio de alta densidad que tienen un contenido de agua de entre 0.05 y 0.5% en peso.

[0029] En otra modalidad del método de acuerdo con la solicitud, las partículas de AN son recubiertas con una composición orgánica o mineral para minimizar el aglomeramiento y la recolección de humedad.

[0030] En una modalidad particular del método de acuerdo con la solicitud, el recipiente es una bolsa grande.

[0031] En una modalidad del método de acuerdo con la solicitud, se produce un recipiente cerrado de acuerdo con la solicitud como se describió anteriormente.

Breve Descripción de las Figuras

[0032] Las modalidades de la invención se describen más de acá en adelante con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

La Figura 1 es un esquemático simplificado de un método para hacer partículas de AN; y

La Figura 2 es un esquemático simplificado de un método para hacer un desecante que comprende partículas que contienen AN con nitrato de magnesio disperso en el AN.

Descripción detallada

[0033] Una forma de mantener el contenido de agua bajo es almacenar y manejar el producto en un recipiente. Ejemplos de recipientes cerrados son, entre otros, tambores cerrados, bolsas cerradas y más particularmente, bolsas grandes cerradas. Una bolsa grande, también denominada un FIBC (recipiente en volumen intermedio flexible), bolsa de volumen o super saco, es un recipiente industrial hecho de una tela flexible que está diseñada para almacenar y transportar productos sólidos y secos que idealmente permanecerán en fluido. El recipiente puede ser cerrado por cualquier forma convencional y en el caso de bolsas, ellas se pueden cerrar por sellado con calor o con un collar. Una bolsa pequeña se refiere a bolsas, que cuando están llenas, no son muy pesadas para ser manejadas manualmente sin el uso de equipos especializados o máquinas, típicamente de aproximadamente 20 kg a un máximo de 50 kg. En comparación, las bolsas grandes están típicamente alrededor de 100 kg, por ejemplo, entre 800 y 1200 kg o entre 600 y 1500 kg. El uso de un recipiente cerrado puede reducir el aglomeramiento en comparación con el almacenamiento en volumen, sin embargo, beneficiosamente se adiciona desecante.

[0034] Una vez dentro del recipiente, tal como una bolsa, las partículas pueden exponerse a presión excesiva debido a, por ejemplo, apilado de las bolsas, que llevará a aglomeramiento especialmente en las bolsas en la parte inferior cuando ellas son apiladas. Además, las partículas pueden también recoger humedad debido a, por ejemplo, que la bolsa puede dañarse y/o si el cierre no es completamente hermético y/o si el material usado en la fabricación de la bolsa no es completamente impermeable al agua. Además, las partículas de AN que son almacenadas en recipientes cerrados pueden ser expuestas a fluctuaciones de temperatura y estrés mecánico, especialmente las partículas de AN que son enviadas internacionalmente y son almacenadas en bolsas grandes por periodos de tiempo largos. Las fluctuaciones de temperatura y el estrés mecánico pueden inducir

daño al producto, por ejemplo, cambios de fase en las partículas de AN que causan formación de polvo y aglomeramiento. En el estado sólido, el AN presenta varias fases cristalinas y cambios alrededor de temperaturas de transición de fase que implican variaciones en la estructura y la densidad de las partículas. Este fenómeno es conocido como hinchamiento térmico y puede llevar a desgranulación, generación de polvo, y aglomeramiento. Los cambios de fase que ocurren aproximadamente a 32.3°C los cuales pueden ocurrir fácilmente en diferentes climas o temporadas (por ejemplo, la exposición al sol implica temperaturas locales mayores en el producto, etc.) estimulan la desgranulación y la tendencia a aglomeramiento de las partículas de AN. Por lo tanto, incluso cantidades relativamente pequeñas de agua en las partículas en el recipiente pueden tener un efecto significativo en el aglomeramiento.

[0035] El uso de desecante puede ser usado con cualquier tamaño de recipiente, y los beneficios de aglomeramiento reducido se verán con cualquier recipiente cerrado. No obstante, la procesabilidad se vuelve un problema más importante con volúmenes mayores de partículas de AN, y, por lo tanto, incluir desecante tiene un efecto más significativo para bolsas grandes en comparación con, por ejemplo, bolsas pequeñas.

[0036] La presente solicitud se relaciona con un recipiente cerrado que contiene partículas de AN y partículas desecantes, esto en una cantidad de 91 a 99.75% en peso de partículas de AN y 0.25 a 9% en peso de partículas desecantes. En una modalidad, la cantidad total de partículas de AN y partículas desecantes añaden hasta 100% en peso, pero en otras modalidades, otros aditivos o productos pueden estar presentes en las partículas de AN o se pueden mezclar con éstas.

[0037] Las partículas desecantes comprenden entre 50 y 95% en peso de AN y entre 5 y 50% en peso de nitrato de magnesio ($Mg(NO_3)_2$). El nitrato de magnesio está disperso a lo largo del desecante. Después de mezclar el desecante con las partículas de AN, el nitrato de magnesio puede ser expresado como $Mg(NO_3)_2.xH_2O$

y típicamente tiene una concentración molar de agua de x entre 0 y 6. Para tener buenas capacidades de unión a agua, x debe ser tan bajo como sea posible y típicamente ser menor a 4.5. Se ha visto que los valores de x por debajo de 6 mantienen buenas propiedades antiaglomerantes en las partículas de AN. Los valores de x por debajo de 4.5 adicionalmente mantendrán buenas propiedades anti hinchamiento en las partículas de AN. Los valores de x menores permiten un amortiguador extra en cas de problemas u otros inconvenientes que pueden surgir durante el almacenamiento. Los valores de x por encima de 6 típicamente indican que el nitrato de magnesio ha perdido su capacidad de unir agua adicional.

[0038] Las partículas desecantes comprenden entre 50 y 95% en peso de AN y entre 5 y 50% en peso de nitrato de magnesio. Las partículas desecantes también pueden comprender agua. En una posible modalidad, las partículas desecantes, antes de ser adicionadas en el recipiente, comprenden:

- entre 88.8 y 93.3% en peso de AN,
- entre 6 y 10% en peso de nitrato de magnesio disperso en el AN; y
- entre 0.7 y 1.2% en peso de agua.

[0039] La capacidad del desecante de actuar como desecante depende directamente de su capacidad de unirse a agua, por lo tanto, de su contenido de agua original y la cantidad de nitrato de magnesio presente. Cuando el desecante contiene mayores cantidades de nitrato de magnesio, entonces se necesita menos desecante. Por el contrario, cuando el desecante contiene menos nitrato de magnesio entonces se necesita mayores cantidades de desecante. En consecuencia, también puede ser útil considerar la concentración total de nitrato de magnesio en comparación con la cantidad total de partículas de AN y partículas de desecante. La concentración de nitrato de magnesio puede así considerarse que está entre 0.12 y 4.5% en peso, o entre 0.12 y 2% en peso, aún más en particular entre 0.12 y 1% en peso y más particularmente entre 0.12 y 0.45% en peso de la composición total de partículas de AN y partículas desecantes.

[0040] La producción inicial de partículas de AN implica la siguiente rección de ácido-base de ácido nítrico con amonio:

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3. \qquad (1)$$

[0041] La Figura 1 ilustra un proceso simplificado para hacer partículas de AN. Se utiliza amonio en su forma de gas y ácido nítrico es concentrado, conteniendo típicamente más de 50% de ácido y menos de 50% de agua. el amonio y el ácido nítrico son adicionados al reactor de AN (10). Después que se forme la solución de AN, típicamente de aproximadamente 80 a 83% en concentración, la solución es dirigida hacia un primer evaporador (20) y el exceso de agua normalmente es evaporado a un contenido de nitrato de amonio (AN) de aproximadamente 95% (por ejemplo, de 93 a 98%). Esta solución de AN más concentrada luego puede ser enviada a un segundo evaporador (30) para producir una concentración de casi anhidro a 98-99.9%, también denominado una fundición de AN, dependiendo del grado. En algunas modalidades, la fundición de AN tiene menos de 3% en peso de agua, menos de 2% en peso de agua, o incluso menos de 1% en peso de agua. En este ejemplo, se utilizan dos evaporadores pero en algunos sistemas, sólo es necesario un evaporador para producir una fundición de AN o alternativamente, se podrían usar tres o más evaporadores. Alternativamente, la solución de AN puede ser producida directamente a concentración de 93 a 98% directamente en el reactor, dependiendo de la resistencia del ácido nítrico disponible y la optimización general del proceso con base en múltiples criterios (equilibrio de energía, reciclaje de solución de lavado de, por ejemplo, tratamiento de vapores, gasto de capital, etc.).

La fundición de AN luego puede ser procesada adicionalmente al solidificarse en un solidificador (40). Formación de bolas, granulación, formación de hojuelas y pastillas son todos los ejemplos de pasos de solidificación comunes. Por ejemplo, la fundición de AN puede ser solidificada en diferentes formas como sea deseado, tal como bolas (o perlas pequeñas) que son producidas en una torre de formación de

bolas o aspersión o en gránulos al rociar y girar en un tambor giratorio o fluidizar en un granulador de lecho fluidizado o formar pastillas en una correa de pastillación o en hojuelas. Las partículas sólidas de AN luego son enfriadas adicionalmente.

[0042] Como ya se describió anteriormente, dependiendo de la aplicación, también las partículas de AN pueden tener diferentes formas y diferentes grados.

[0043] Para formar las partículas desecantes que contienen AN y nitrato de magnesio dispersado allí, también se puede utilizar el mismo proceso usado para hacer las partículas de AN, con la adición de un compuesto que contiene magnesio. esto se muestra en la Figura 2 donde se usa una estrella para indicar los diferentes puntos potenciales donde el compuesto que contiene magnesio puede ser adicionado. Por ejemplo, el compuesto que contiene magnesio puede ser adicionado al ácido nítrico antes de la adición al reactor de AN (10), o al reactor de AN (10) directamente, o a la corriente de AN antes del primer evaporador (20) o antes del segundo evaporador (30). Así, se forma una fundición de nitrato de amonio-nitrato de magnesio que puede ser solidificada como se describió anteriormente para producir el desecante.

[0044] En teoría, el nitrato de magnesio se dispersaría homogéneamente a lo largo del desecante. Sin embargo, en la práctica, durante el enfriamiento y la cristalización del desecante, los primeros cristales en formarse pueden ser más ricos o más pobres en nitrato de magnesio en comparación con los cristales a formarse a una temperatura más fría. Son unirse por la teoría, esto se puede deber al eutecticum de AN y nitrato de magnesio y la composición total. No obstante la presencia de algún nitrato de magnesio localizado y cristalizado, el nitrato de magnesio puede ser considerado como que se dispersa a lo largo de la partícula desecante como un todo.

Típicamente, el nitrato de magnesio es adicionado como una solución acuosa de nitrato de magnesio. Por lo tanto, es deseable adicionar el compuesto que contiene magnesio antes del evaporador final y la formación de la fundición de nitrato de

amonio-nitrato de magnesio. Si la solución acuosa de nitrato de magnesio fuera adicionada a una fundición de nitrato de amonio, entonces habría presente agua adicional que típicamente necesitaría ser removida antes de cualquier paso de solidificación. Como con las partículas de AN descritas anteriormente, antes de la solidificación, es deseable tener menos de 3% en peso de agua en la fundición de nitrato de amonio-nitrato de magnesio, más particularmente menos de 2% en peso de agua y aún más preferiblemente menos de 1% en peso de agua.

[0045] La solución de nitrato de magnesio puede hacerse por cualquier método convencional o se puede comprar como tal. Por ejemplo, uno puede hacer reaccionar óxido de magnesio o carbonato de magnesio con ácido nítrico para producir nitrato de magnesio.

[0046] En lugar de adicionar nitrato de magnesio como una solución acuosa, el nitrato de magnesio también se puede formar *in situ* en la solución AN, por ejemplo, mediante la reacción de óxido de magnesio o carbonato de magnesio y ácido nítrico, o se puede adicionar en forma alterna tal como nitrato de magnesio sólido que comprende agua cristalizada (doble sal de nitrato de magnesio y agua).

[0047] Después de la producción de las partículas de AN, estas pueden ser recubiertas con recubrimientos orgánicos o minerales que minimizan el aglomeramiento y/o la recolección de humedad. Los recubrimientos son bien conocidos en el arte y son típicamente de una composición orgánica o mineral. En casi de ANPP antiaglomerante, el ANPP puede ser recubierto antes de ser empacado junto con las partículas desecantes.

[0048] Las partículas desecantes no son necesariamente recubiertas pero hacerlo así puede ser ventajoso en algunas situaciones. Por ejemplo, recubrir las partículas desecantes puede limitar la recolección de humedad antes del empacado o puede ser usado para aplicar un cierto color para hacer las partículas desecantes invisibles o más visibles dependiendo del color del producto con el que se va a

mezclar. El recipiente es típicamente aplicado antes del AN y las partículas desecantes son llenadas en el recipiente.

[0049] El tamaño de partícula promedio a base de peso de las partículas de AN y las partículas desecantes varía de 0.05 a 10.00 mm. El tamaño de partícula promedio a base de peso de las partículas de AN y las partículas de desecante varía en rangos particulares de 0.10 a 7.50 mm, más en particular de 0.50 a 5.00 mm, aún más en particular de 0.75 a 3.00 mm y más en particular de 1.00 a 2.00 mm. El tamaño de partícula promedio a base de peso es un término comúnmente utilizado para describir el diámetro medio de las partículas donde la mitad del peso de las partículas tiene un diámetro mayor y la mitad de las partículas tiene un diámetro más pequeño. El tamaño de dichas partículas es comúnmente medido por análisis granulométrico. Puede ser ventajoso para las partículas desecantes tener pesos similares y dimensiones a las partículas de AN pero esto no tendrá un efecto en la capacidad del desecante para actuar como un desecante dentro del recipiente. De forma similar, el desecante puede estar disperso a lo largo del recipiente o el desecante puede estar en una o múltiples áreas localizadas dentro del recipiente y en cualquier caso, se espera que la capacidad del desecante de actuar como un desecante no varíe.

[0050] Las partículas de AN típicamente tienen un contenido de agua de entre 0 y 0.7% en peso, más particularmente entre 0.01 y 0.5% en peso, y aún más particularmente entre 0.02 y 0.3% en peso. Cuando las partículas de AN están en la forma de ANPP para uso explosivo, el contenido de agua típicamente está entre 0.05 y 3% en peso. Cuando las partículas de AN están en la forma de bolas o gránulos de AN de alta densidad para ser usados en fertilizantes, el contenido de agua típicamente está entre 0.05 y 0.5% en peso.

[0051] El contenido de agua de todas las partículas como se divulgan en esta solicitud, puede ser determinado por el método de titulación estándar de Karl-Fisher usando CombiTitrant2 de Merck Millipore como reactivo Karl-Fisher.

[0052] La presente solicitud además se relaciona con un método para producir un recipiente cerrado que contiene la cantidad de AN y partículas de desecante como se describió anteriormente. Este método comprende los pasos de producir las partículas de AN y el desecante como se describió anteriormente, llenarlos en la cantidad como se describió anteriormente y cerrar el recipiente.

[0053] Esta solicitud es típicamente aplicable a ANPP que son usados como ingrediente oxidante sólido para composiciones explosivos, dado que hay partículas porosas que son propensas a aglomeramiento. También para AN cristalino, esta solicitud es muy adecuada ya que varias aplicaciones de AN cristalino pueden tolerar la presencia de nitrato de magnesio pero no pueden tolerar la presencia de recubrimiento tradicional (aceite y cera con ingredientes activos tales como aminas, alquilsulfonatos, etc.) y, por lo tanto, se aglomeran pronto después del empacado, incluso con contenido de agua relativamente bajo.

Ejemplos

[0054] En la tabla 1 a continuación, la cantidad de agua expresada en % en peso fue medida para diferentes % en peso de nitrato de magnesio en partículas desecantes producidas en una planta piloto. En otros términos, las partículas que contienen, por ejemplo, 22% de nitrato de magnesio pueden contener contenido de agua tan bajo como las partículas que contienen 6% de nitrato de magnesio o muy cercano a éste.

Tabla 1

% en peso de nitrato de magnesio en partículas desecantes	% en peso de agua en partículas desecantes, medido por el método de titulación Karl-Fisher mencionado
6	0.7
9	0.8
12	1.0

22	1.5

[0055] Como se puede deducir a partir de la tabla 1, se ha encontrado sorprendentemente que, entre mayor sea el % en peso de nitrato de magnesio en las partículas desecantes, menor será la cantidad de agua que hay proporcionalmente al nitrato de magnesio, es decir, entre más activo sea el nitrato de magnesio. Esto significa que entre mayor sea el contenido de nitrato de magnesio en las partículas desecantes, más agua pueden tomar estas partículas, y mejor será el efecto desecante.

[0056] En la tabla 2 más adelante, se da un número de ejemplos de posibles modalidades con diferentes cantidades de nitrato de magnesio en % en peso adicionado en las partículas de desecante, diferentes cantidades de desecante en % en peso adicionado en la cantidad total de partículas de AN y las partículas de desecante y la concentración final en % en peso de nitrato de magnesio en la cantidad total de partículas de AN y las partículas de desecante.

Tabla 2

% en peso de nitrato de magnesio en partículas de desecante	% en peso de partículas de desecante en cantidad total de partículas de AN y partículas de desecante	% en peso de nitrato de magnesio en la cantidad total de partículas de AN y partículas de desecante
6	0.25	0.015
	7.0	0.450
	9.0	0.540
9	0.25	0.023
	5.0	0.450
	9.0	0.810
20	0.25	0.050

	2.5	0.500
	9.0	1.800
50	0.25	0.125
	1.0	0.500
	9.0	4.500