

442288

MEMORIA DESCRIPTIVA

DE

PATENTE DE INVENCION

EN

ESPAÑA

por veinte años

a favor de IRECO CHEMICALS

con domicilio en 726 Kennecott Building, Salt Lake City,
UTAH 84133 - USA

de nacionalidad Norteamericana

por "UN METODO PARA PRODUCIR PARTICULAS DE ALUMI
NIO DE LAMINILLAS FINAS".

de la que es inventor, J. Rand Thurgood y Robert B Clay



El presente invento se refiere a un método más perfecto y al aparato para el desmenuzamiento o molidura del aluminio en forma granulada o atomizada convirtiéndolo en partículas laminadas finas y a las mismas partículas. De una manera más particular el presente invento se refiere a un proceso continuo, seco, barrido por gas en el que el aluminio se muele dentro de un molino o triturador de bolas vibratorio. Preferiblemente el método y el aparato de este invento comprenden un sistema cerrado en el que se suministra aluminio granulado en cantidades nuevas al molino vibratorio, se muele y se acaba, siendo las partículas laminadas finas transportadas o barridas continuamente por gas el cual pasa por el molino. Las partículas barridas se separan del gas inerte y se recogen en forma de producto acabado. El gas inerte lavado o depurado se recicla, preferiblemente, luego a través del molino. Este método y aparato resultan, en particular, apropiados para la producción de partículas de aluminio de laminillas finas las cuales son útiles como activadores o sensibilizadores, sumamente eficaces, para composiciones explosivas.

En lo que respecta al presente invento las "partículas laminadas finas" son aquellas partículas con un tamaño de menos aproximadamente malla 20 Tyler y mayores de aproximadamente un micrómetro y con una relación diámetro-grosor mayor de aproximadamente un 10.

Las partículas o polvos de aluminio de laminillas finas tienen una amplia variedad de aplicaciones tales como para pigmentos de pintura (en particular los que tienen un buen color y brillantez) y en las aplicaciones químicas, para explosivos y pirotécnicas. En la producción de par-



1975

5 partículas de aluminio de laminillas finas partiendo de un material de alimentación que, por regla general, tiene la forma de gránulo o está atomizado; representando, por lo general, el coste de la operación real de molturación, -
10 el coste de la reducción del tamaño, una fracción muy importante del coste total de la elaboración de las partículas. Por consiguiente, un método más perfecto para llevar a cabo la operación de molturación revista un interés considerable. El presente invento es un método más perfecto y un aparato para realizar dicha operación de molturación, siendo dichos métodos y aparato mucho más importantes, de forma harto significativa, así como más económicos en coste, que cualquier otro método y aparato hasta ahora empleados.

15 Un proceso que corrientemente se emplea para producir partículas de aluminio de laminillas finas es el que se conoce con el nombre de proceso o procedimiento Hametog, el cual utiliza un molino de bolas giratorio cilíndrico en el cual las bolas, continuamente elevadas hasta el lado del molino y dejadas caer en el resto de la carga, proporcionan el efecto de machacamiento o martilleo necesario para la producción de las láminas de aluminio. El aluminio en forma granulada se alimenta continuamente dentro de un extremo del molino de bolas, y se añade un lubricante a la carga para impedir que las laminillas se suelden entre sí y para evitar el revestimiento necesario a las partículas acabadas. Una corriente de gas inerte (un gas que tenga un contenido de oxígeno suficientemente bajo como para evitar la posibilidad de explosión en la nube de polvo de aluminio dentro del molino y el diverso equipo

20
25
30



a él conectado) circula por el molino y transporta las laminillas dentro de un separador o una serie de separadores donde las laminillas finas, acabadas de producir, se separan del gas el cual después, se hace recircular dentro de un sistema cerrado completo. Este método Hamettag o procedimiento por rodillo de bolas se describe con mayor amplitud en la Patente estadounidense número 1.930.684. El método Hamettag se lleva a cabo "en seco" (lo cual significa que las partículas de aluminio no se transportan en forma de lechada dentro de un medio líquido, sino que se llevan durante todo el proceso en forma separada, particulada, o "seca"). Entonces, las laminillas finas, acabadas, de aluminio se pueden, si así se desea, trasladar a una pulidora para que ésta imparta dichas laminillas un color y brillo más ricos.

Otro proceso de molturación o desmenuzamiento es el que corrientemente se denomina procedimiento Hall. Este método es un proceso "en húmedo" y en él se emplea una carga de aluminio finamente dividido como material de iniciación el cual, junto con las bolas de acero, se mezcla con suficientes alcoholes minerales para producir un sedimento de una consistencia cremosa. Como dentro no hay polvo alguno, el molino se puede hacer funcionar sin la introducción de una atmosfera gaseosa especial. Una vez que el aluminio se ha laminado de forma conveniente o adecuada, el líquido volátil se puede eliminar o separar por filtración y evaporación. Con el fin de obtener polvos secos, en copos, este método requiere fases adicionales, es decir, la filtración y evaporación. Sin embargo, el procedimiento en húmedo es útil, en particular, cuando el pro-



ducto acabado se puede utilizar sin tener que secarlo y en forma de pasta de aluminio. Por ejemplo, esta pasta se puede emplear directamente en la fabricación de pinturas que contengan aluminio en laminillas "grado pintura".

5 Cuando, como en el caso del presente invento, se desea obtener un producto acabado particulado, resulta, por regla general, más económico en cuanto al coste y más cómodo, el emplear un procedimiento en seco en lugar de un proceso en húmedo, ya que este último requiere fases o etapas adicionales. El presente invento se refiere a un procedimiento en seco.

15 En esencia, el método y el aparato del presente invento se parecen al método Hametag, excepto que se reemplaza el molino giratorio de bolas por un molino vibratorio en bolas. Por consiguiente, el modo real de molturación es muy diferente. El empleo de un molino vibratorio de bolas puede reducir muchísimo el consumo de energía por unidad de producción y aumentar muchísimo el ritmo de producción por unidad de volumen de la cámara de molturación.

20 La mayor eficacia del molino vibratorio de bolas es el resultado de su capacidad para desarrollar aceleraciones en los medios de molturación con magnitudes superiores al campo gravitatorio de la tierra, cuyo campo es el que proporciona la aceleración de los medios de molturación o pulverización en un molino giratorio de bolas. Aunque los molinos vibratorios se pueden diseñar hasta cualquier capacidad, los molinos que, desde el punto de vista comercial, más se utilizan desarrollan aceleraciones desde aproximadamente 3 hasta aproximadamente 15g, (g es el valor de la aceleración de un cuerpo debido a la gravitación). Para



su utilización en el presente invento, los molinos vibratorios deben ser capaces de producir aceleraciones mayores de 1 g, de manera preferible, de aproximadamente 5 g y como forma más preferible, como mínimo 10 g (aceleraciones debidas a la gravedad). Los molinos vibratorios son más eficaces cuando están funcionando a o cerca de su frecuencia de resonancia en cuyo caso se pueden obtener ritmos de producción comparables a consumos menores de energía que si los molinos no funcionasen así.

10 El molino vibratorio está formado en regla general de un cuerpo de molino que contiene medios de molienda tales como pueden ser unas bolas de metal. El cuerpo del molino está soportado por resortes o elementos elásticos similares los cuales permiten el movimiento oscilatorio. Este tipo de molino está equipado con algunos mecanismos capaces de mantener una vibración forzada, siendo estos habitualmente dispositivos mecánicos formados por pesas giratorias desequilibradas. Resulta posible, con claridad, la vibración del molino por medios electromecánicos, tal como puede ser un solenoide activado por corriente alterna. Los molinos vibratorios de bolas se han podido adquirir en el mercado durante más de 15 años pero que nosotros sepamos jamás se han utilizado para moler o desmenuzar el aluminio en forma de gránulos o forma atomizada y convertirlo en partículas laminadas finas dentro de un proceso continuo, seco y barrido por gas.

25 "Aluminio, Pintura, Polvos, por Juneius David Edwards y Robert I. Wray, de la Reynolds Publishing Company, New York, 1955, describe en la página 6 que la producción de polvos de aluminio de laminillas finas en molinos de bo-



1975

las se debe realizar de tal forma que la abrasión y la
molturación se reduzcan al mínimo; y que las partículas
de aluminio se batan y bruñan en forma de copos o lamini-
llas brillantes, minúsculas y metálicas. Es probable que
5 un molino vibratorio tenga una mayor abrasión y pulveri-
zación en comparación con un molino giratorio de bolas -
debido a mayores fuerzas de aceleración, y por consiguiente
te, es posible que no se espere que produzca laminillas
brillantes. Sin embargo, en el presente invento se ha com-
10 prado, con sorpresa, que se puede emplear con todo éxito
un molino vibratorio en la producción de tales partículas
y a un ritmo por unidad de cámara de pulverización mayor
y con un consumo específico de energía por unidad de pro-
ducción inferior que los respectivos ritmo y consumo ex-
15 perimentados con un molino giratorio de bolas. Hemos com-
probado que las partículas molidas en un molino vibrato-
rio tiene o, por regla general, pueden obtener, mediante
el pulido, un color y brillo comparables a las particu-
las molidas en un molino giratorio por medio del empleo
20 de un pulidora de tipo convencional. En realidad el puli-
do se emplea, por regla general, incluso cuando se utili-
zan molinos giratorios. Por consiguiente se ha comproba-
do que el proceso en seco dentro de un molino vibratorio
de bolas, del polvo de aluminio de laminillas finas que
25 tenga un buen color y brillo, es, de forma harto signifi-
cativa, más económico en coste que la fabricación de ta-
les partículas en el manejo u operación de un molino gi-
ratorio de bolas.

En el presente invento se emplea el molino vibratorio
30 dentro de un proceso en seco, barrido por gas similar, se



gún se mencionó, al método Hametog. El empleo eficaz del barrido por gas con un molino vibratorio es sorprendente si se consulta lo expuesto en las páginas 40 y 41 de la anterior referencia de Rose y Sullivan, en las que se dice que "el barrido por aire de un molino vibratorio, una disposición corriente con los molinos de 'tamboreación' convencionales, es prácticamente desconocido. Es probable que, debido al llenado de carga alta asociado con un molino vibratorio, para un funcionamiento eficaz, tal sistema resulte impracticable". En tal referencia se indica que un "llenado muy alto" debe ser del 80% (es decir, que los medios de pulverización llenan el 80% del volumen de la cámara de pulverización), Por el contrario, en el presente invento se ha comprobado que un molino vibratorio que tenga incluso el "llenado muy alto" se puede barrer con toda eficacia por medio de un gas y, por consiguiente, es eficaz y practicable.

Por lo tanto, en vista del arte y métodos anteriores, el presente invento proporciona unos medios sorprendentes e inesperados para producir con toda eficacia partículas de aluminio de láminas finas.

El aluminio de laminillas finas se utiliza ampliamente en las composiciones de combustibles y/o sensibilizadores de explosivos. El presente invento resulta, en particular, ventajoso para la producción de partículas de láminas finas para tal uso. El aluminio de laminillas finas puede reaccionar, de manera exotérmica, con los ingredientes que contenga oxígeno para aumentar y realzar la sensibilidad de un explosivo a la detonación y a su producción de energía. Lo que es aún más, cuando utiliza



mos en una composición explosiva en forma de lechada, -
que tenga una fase fluida acuosa continua, tales partí-
culas, las cuales contenían una capa de revestimiento -
que las hacía ser repelentes a la fase fluida, demostro-
5 ron ser sumamente eficaces como sensibilizadores, es de-
cir, facilitaban muchísimo la detonación de la composi-
ción. Por ejemplo, en la Patente estadounidense número
3.249.474 se descubre que las partículas de aluminio u-
tilizadas en composiciones explosivas en forma de lecha-
10 da y con una capa de revestimiento que las hace hidrófo-
bas y repelentes a la fase fluida de tales composiciones
son mucho más eficaces que las que no tienen tal capa de
revestimiento. Esta patente descubre el hecho, ahora bien
sabido, de que si las superficies de las partículas de a-
15 luminio no se revisten de una forma eficaz se mojan e cau-
sa del menstreo continuo de la composición y pierden su
eficacia sensibilizadora o activadora. Por consiguiente,
es importante utilizar partículas de aluminio adecuada-
mente revestidas dentro de las composiciones explosivas
20 en forma de lechada. El término superficie o partículas
que "revestidas" se empleará de aquí en adelante para -
referirnos a partículas que tengan una "capa de revesti-
miento" que las haga hidrofobas y repelentes a la fase -
líquida o menstreo de la composición la cual, habitual-
25 mente, comprende una fase acuosa que contiene sales oxí-
dantes inorgánicas disueltas y otros electrolitos y ta-
les líquidos como son los líquidos orgánicos miscibles -
en agua, como, por ejemplo, alcoholes, glicoes, amidas y
líquidos análogos que contengan nitrógeno; y líquidos inor-
30 gánicos inmiscibles en agua, tales como son los destilados



1975

del petróleo y combustibles a base de diesel.

La Patente estadounidense número 3.367.805 dá a conocer que se puede conseguir la sensibilización 5 alta de las composiciones explosivas en forma de lechada empleando para éllo sólo cantidades relativamente pequeñas (por regla general, esencialmente, menos del 5%) de partículas de aluminio muy finamente divididas con una su 10 perficie revestida y, además, un área superficial relativamente alta. Esta patente dá también a conocer que las cantidades pequeñas de partículas de aluminio, revestidas, con un área superficial de, como mínimo, $0,5 \text{ m}^2/\text{gramo}$ por 15 porción una sensibilización o activación alta. Se comprobó que los polvos de aluminio, grado pintura, los cuales se pueden obtener en el comercio, tienen tales características y por consiguiente ahora se emplean en las composiciones explosivas en forma de lechada, a causa de su capacidad de sensibilización o activación.

Las partículas de aluminio para utilización en las composiciones explosivas en forma de lechada, primordialmente, como activadores y cuyas partículas de aquí en adelante se denominarán de "grado activador de los explosivos" deben ser finas, tener un área superficial alta y 20 hállarse adecuadamente revestidas. Por lo tanto, el color y el brillo o brillantez, en general esenciales para el grado pintura, no son, y por sí mismos, de un interés primordial para el grado activador de los explosivos. En las composiciones explosivas que requieran una activación alta, la cantidad de aluminio grado pintura empleada viene 25 principalmente, limitada por su coste relativo en comparación con otros ingredientes o activadores o aluminio de 30



1975

partículas más gruesas con un área superficial más baja. Por consiguiente, resulta sumamente beneficioso o ventajoso el producir al coste mínimo, partículas de aluminio con propiedades equivalentes o mejores que las que grado
5 pintura para su utilización en composiciones explosivas en forma de lechada. El presente invento se refiere a un método y un aparato para producir tales partículas con las necesarias características a un coste de forma significativa inferior al correspondiente a la producción de
10 partículas de grado pintura.

En lo que respecta al presente invento, las partículas grado activador de los explosivos se definen diciendo que son aquellas partículas revestidas con una área superficial de $0,5 \text{ m}^2/\text{gramo}$ o mayor, y preferiblemente,
15 $1,0 \text{ m}^2/\text{g}$ y mayor, y, de una manera adicional, preferiblemente con un tamaño particular tal que la mayoría o todas las partículas pasen por una criba de malla 200 Tyler y, de manera preferente, cuando la mayoría de ellas puedan pasar por una criba de malla 325 Tyler.

Luego, en resumen, el presente invento se refiere a un método y un aparato para producir partículas de aluminio de laminillas finas con unas características notables, y a las partículas producidas mediante tal método y aparato. Este método comprende las etapas de moler las partículas en un molino vibratorio de bolas, suministrándole de manera continua cantidades nuevas de partículas sin
25 moler al molino vibratorio de bolas, hacer pasar un gas inerte por el molino a la velocidad de paso suficiente como para transportar las partículas molidas e acabadas desde el molino, y separar las partículas acabadas del gas
30



Inerte. De manera preferente, el gas inerte se recibe -
por el molino vibratorio de bolas para moler las partícu-
las y mecanismos apropiados para realizar las otras eta-
pas antes mencionadas. Una de las aplicaciones preferen-
5 tes de este invento consisten en la producción de partí-
culas de láminas finas de grado activador de las explosi-
vos. Las partículas producidas por el método y el aparato
del presente invento difieren, microscópicamente, en al-
gunos aspectos de las producidas en un molino giratorio
10 a bolas.

La Única Figura que se adjunta ilustra el esquema del
plan de producción según el método y el aparato de este
invento.

Con el fin de describir de una manera más completa el
15 presente invento, se ha tomado como referencia la adjun-
ta figura, la cual ilustra un molino vibratorio a bolas
1 conectado a un aparato el cual alimenta continuamente
un suministro de partículas de aluminio nuevas (en forma
de gránulos o atomizadas) y que, de forma continua, reti-
20 ra las partículas de aluminio terminadas o acabadas del
molino. Las partículas acabadas se transportan desde el
molino por medio del gas inerte que pasan por dicho molli-
no y luego se separan del gas. En términos más especffi-
cos, el aparato está formado por el molino vibratorio a
25 bolas 1, un clasificador 2, un colector 3, un ventilador
impelente 4, un alimentador de partículas de aluminio 6,
un alimentador de la capa de revestimiento 7, un conduc-
to 5 que conduce desde el molino 1 al clasificador 2, un
conducto 8 que lleva desde el clasificador 2 al colector
30 3, un conducto 9 que conduce desde el colector 3 y desde



1975

el ventilador 4 y vuelve al molino 1, un receptor 10 para las partículas acabadas, un conducto 11 que conduce desde el clasificador 1 al conducto 9 cerca de la entrada del molino 1, un supervisor de gas de oxígeno 12, una fuente de alimentación de gas de oxígeno 13, y una fuente de alimentación de gas inerte o gas que no contenga oxígeno 14.

En funcionamiento, el alimentador 6 suministra continuamente partículas nuevas de aluminio al molino 1. Este alimentador puede ser cualquier alimentador convencional tal como un dispositivo de aire comprimido, tornillo o vibrador. El molino vibratorio está accionado por medio de cualquier fuente convencional de alimentación de energía (la cual no se ilustra) y que se encuentra de modo preferente conectada al molino 1 por medio de un eje o ejes, accionados por motor, excéntricos y soportados por cojinetes, cuyos ejes imparten el movimiento oscilatorio al cuerpo del molino. Es preferible que el cuerpo del molino se fije a una base fija por medio de monturas de resortes. Se puede utilizar cualquier combinación compatible de molino vibratorio, medios o mecanismos de accionamientos y medios de soporte. El cuerpo del molino contiene medios de pulverización, preferiblemente bolas de acero forjado aunque también se pueden emplear medios de otro material, llenadas hasta la fracción de volumen que se desee del cuerpo o cámara de molturación. Durante el funcionamiento del molino, los medios de pulverización pulverizan o muelen las partículas de aluminio cuando dichos medios chocan entre sí, y con las superficies interiores de la cámara de molturación produciendo una acción



1975

ambiental intensificada de impacto/ corte/ rozamiento. Continuamente se barre o hace pasar un gas inerte por el molino a bolas, por medio del ventilador impelente 4, el cual transporte las partículas acabadas fuera del molino. El gas inerte entra en el molino por el conducto 9 y sale con las partículas que arrastra por el conducto 5. La velocidad del paso del gas inerte es preferible que sea suficiente como para transportar algunas de las partículas que tengan una mayor masa que las que deseen obtener como producto final. Luego, las salida de partículas y gas va del molino al clasificador 2, el cual separa las partículas acabadas de las partículas sin acabar con mayor masa y hace volver las partículas sin acabar al molino vibratorio por el conducto 11 para que continúen molliéndose. De manera preferente, el clasificador 2 funciona tomando como base la masa (aunque también puede operar tomando como base el tamaño) según la cual las partículas de aluminio de laminillas finas, acabadas, de masa inferior se dejan que salgan o fluyan fuera del clasificador por el conducto 8 y las partículas sin terminar o acabar, de mayor masa, se separan del chorro corriente del gas inerte. La corriente de gas/ partículas que sale del clasificador 2 por el conducto 8 entra en el colector 3, donde todas las partículas se separan del gas. Entonces el gas inerte continúa, por medio de la fuerza de la succión, hasta el ventilador 4 donde se presiona y se hace recircular hasta el molino vibratorio a bolas 1 por medio del conducto 9. De esta forma el gas inerte circula dentro de un sistema cerrado.

30 La mayoría de las veces se desea muchísimo una cepa



de revestimiento/ lubricante para las partículas de aluminio de laminillas finas y entonces se introduce en el molino vibratorio a bolas por medio de mecanismos alimentadores convencionales 7.

5 Aunque todas las etapas anteriores se presentan de manera simultánea durante el funcionamiento continuo de este proceso de producción, las etapas individuales se llevan a cabo sobre una determinada partícula, esencialmente según el orden antes descrito.

10 El presente invento se podrá comprender mejor tomando como referencia los siguientes ejemplos y la invención que se elabora aún más.

Parametros de funcionamiento preferibles y Ejemplo

15 En primer lugar se presenta una descripción de los parametros generales de funcionamiento y diseño que son aplicables a un proceso y aparato de molino vibratorio - según el presente invento, de esencialmente cualquier magnitud y diseño. Esta descripción viene seguida de un ejemplo en el que se detalla un aparato y proceso de molienda 20 ción preferibles a los cuales se aplican los parametros generales de funcionamiento y diseño. El ejemplo da también a conocer parametros adicionales de funcionamiento y diseño de aplicabilidad general, de una manera similar, pero que quedan mejor ilustrados tomando como referencia 25 un proceso y aparato de molino vibratorio, de una determinada magnitud y un diseño dado.

La salida del molino, conducto 5, se puede colocar de manera ascendente o descendente. En el modo ascendente, que se ilustra en la figura, las partículas transportables 30 o barridas desde el molino al clasificador, por la corrien



te de gas inerte, tienen, por regla general, menos masa que las que se transportan si el conducto 5 se encuentra en el modo descendente en el que la gravedad, además del barrido producido por el gas, ayuda al transporte de las partículas molidas desde el molino vibratorio. La colocación del conducto 5 es una cuestión de preferencia y no es asunto crítico para este inventio.

El gas inerte debe tener un contenido de oxígeno de aproximadamente 0,5 a aproximadamente un 7% en volumen y, de modo preferente, desde aproximadamente un 1% a poco más o menos un 3% en volumen. El control del nivel o contenido de oxígeno es importante tanto para evitar la combustión o explosión indeseables de las partículas de aluminio como para controlar el grado de oxidación superficial de dichas partículas de aluminio. Por regla general es preferible que el 90% en peso de las partículas contenga aluminio y, por consiguiente, menos del 10% en peso comprenda óxido de aluminio y capas de revestimiento hidrófobas (descritas más adelante).

Tal y como se ha mencionado antes, es esencial que las partículas de aluminio de laminillas finas de grado activador de los explosivos tengan una capa de revestimiento para evitar que se mojen o humedezcan por el menztruo líquido a través del cual se dispersan. También es deseable proporcionar un lubricante para las partículas durante la molturación con el fin de evitar que suelden o aglomeren unas con otras. De manera convencional, el revestimiento y la lubricación se pueden proporcionar, habitualmente, con el mismo material. Aunque el ácido esteático es el revestimiento y lubricante preferido, se pue



1975

den utilizar otros materiales tales como los ácidos grasos normalmente sólidos, además del ácido esteárico; sus derivador, como por ejemplo, el esterato cálcico; ceras de alta temperatura de fusión; materiales esfálticos, ma
5 teriales silicónicos y combinaciones de todos los anteriores. El revestimiento particular que se emplea depende, en gran parte, de su compatibilidad con el menstuo del líquido particular que se utiliza. La cantidad deseable o necesaria de revestimiento sobre una partícula varía según el tipo de revestimiento particular utilizado
10 pero, por regla general, es menor de un 4 ó un 5% en peso aunque puede llegar a ser de hasta el 10% o más. Para un revestimiento con ácido esteárico, la cantidad es preferible que sea de un 2 o un 3% en peso.

15 Para la aplicación con éxito del revestimiento o lubricante a las superficies de las partículas de aluminio, la temperatura dentro del molino (la cual es preferible que se determine por la temperatura del gas inerte de salida) se debe mantener al grado o clase necesarios para
20 proporcionar una deposición efectiva del revestimiento sobre la superficie de la partícula. La temperatura necesaria o deseable depende del revestimiento particular que se emplea y se puede determinar de forma experimental. Para el ácido esteárico es preferible mantener la temperatura a aproximadamente 60-80°C. Una gama de temperaturas
25 entre los 50°C y los 100°C sería suficiente para la mayoría de los materiales de revestimiento.

Otra razón para controlar la temperatura dentro de la cámara de molienda es que una temperatura abiertamente
30 alta puede producir una excesiva oxidación de las parti-



culas.

Como ejemplo del presente invento, uno de los molinos vibratorios a bolas preferidos es el molino Allis-Chambers VBM 3034, el cual está accionado por dos motores de 50 HP a 1200 rpm. Este molino tienen un volumen en la cámara de pulverización o cuerpo del molino de 12,3 piés cúbicos. El molino se carga con medios de pulverización en forma de bola que tienen aproximadamente un diámetro medio de 3/16 a 1 pulgada. Es preferible que el tamaño del molino sea entre el 60 y el 80% del volumen total de la cámara. Los medios de pulverización pueden ser una distribución de tamaños según se desee para una eficacia de molturación realizada y tal distribución se puede determinar de modo experimental para proporcionar u obtener las características físicas que se deseen en las partículas laminadas, acabadas, . El tamaño de los medios de molturación puede, por regla general y en la forma que se desee, variar con el tamaño del molino según se ilustra en el ejemplo que sigue más adelante.

La velocidad de alimentación de las partículas de aluminio a este molino puede ser de orden desde tan bajo como las 50 libras/hora hasta tan, posiblemente, alto de una tonelada/hora, siendo preferible que sea desde aproximadamente 80 libras por horas hasta poco más o menos 300 libras por hora.

El gas inerte debe tener una velocidad de paso de desde unos 300 piés cúbicos por minuto hasta aproximadamente unos 300 piés cúbicos/minuto, y esta velocidad depende algo del equipo que soporte al molino. Se puede variar la velocidad de peso del gas inerte según la velocidad o rit



mo de alimentación de las partículas de aluminio y la naturaleza de las partículas laminadas finas, acabadas, que se deseen obtener. El ventilador impelente 4 debe ser capaz de acomodarse a la velocidad de paso que se desea tener para el gas inerte.

El clasificador 2 utilizado con estemolino es un clasificador centrífugo. Se puede utilizar cualquier clasificador convencional tal como un separador de aire, criba, tornillo o ciclón. La velocidad de paso del gas inerte y el clasificador se pueden hacer funcionar de manera coordinada para recibir hasta el molino vibratorio una determinada cantidad de partículas de la masa que se desee o necesite, las cuales son transportadas desde el molino por la corriente de gas.

El aparato anteriormente descrito se hizo funcionar de la siguiente forma (1):

Partícula de aluminio	atomizada, 35% \pm 100, 65%-100 malla Tyler; aprox. 81 libras/hora.
Velocidad de paso del gas inerte	450 piés cúbicos/minuto
Contenido de oxígeno en el gas inerte	1,5%
Material de revestimiento y velocidad de alimentación	ácido esteárico; aproximadamente 3% de 81 libras/hora
Temperatura de salida del gas inerte	58 \pm 2C, 62 \pm 2C
Tiempo medio de residencia de las partículas	aproximadamente 3/4 hora (incluyendo tiempo de reciclado)
Llenado del molino (Bolsas)	aproximadamente el 75%



1975

Tipo y tamaño de acero, 3/4" - 500 libras; 1/2 pulgada
las bolas 1000 libras, y 3/16 de pulgada, 1200
libras

(1) Se probaron las partículas producidas de dos tira
5 das independientes según se ilustra en el Ejemplo 1 más
adelante. Los parametros que aquí se dan son de aplicacio
nes a ambas tiradas a menos que se indiquen dos números,
en cuyo caso el primer número corresponde a la Mezcla 2 y
el segundo a la Mezcla 3 del ejemplo.

10 Se produjeron partículas laminadas finas de grado ac-
tivador de los explosivos y luego se utilizaron para for-
mular dos composiciones idénticas de explosivos en forma
de lechada. Se formuló una tercera composición idéntica pe
ra con una cantidad equivalente aluminio grado pintura, que
15 se puede obtener en el comercio, para substituir al alumí
nio molido. Luego se hicieron detonar las composiciones y
se compararon sus respectivas sensibilidades. Las formula
ciones de la composición y los resultados de las detonacio
nes son los siguientes:

20 EJEMPLO 1

<u>Ingresientes (partes en peso)</u>	<u>Mezcla 1</u>	<u>Mezcla 2</u>	<u>Mezcla 3</u>
Solución que contenía:			
Nitrato amónico	39,3	39,3	39,3
Nitrato cálcido grado fertili zador	32,1	32,1	32,1
H ₂ O	12,0	12,0	12,0
Tiourea	0,2	0,2	0,2
Derivado de goma guar	0,9	0,9	0,9
Etilenglicol	5,0	5,0	5,0
30 Almidón	6,5	6,5	6,5



	Aluminio grado pintura (Alcoa 2003)	3,5	---	---
	Aluminio molido en molino vibratorio	---	3,5	---
5	Aluminio molido en molino vibratorio	---	---	3,5
	Agente de reticulación dicromato sódico/H ₂ O	0,3	0,3	0,3
10	Agente desprendedor de gas, nitrato sódico/H ₂ O	0,2	0,2	0,2

Resultados de la detonación a 20°C (Prueba del Espacio de Aire)

	(gm/cc)	1,01	0,97	1,01
	Detonado			
15	(diámetro 1 1/2", Tapa nº 8)	6"	6"	6"
	Fallida	7"	7"	7"

Los anteriores resultados de la prueba de espacio de aire indican las sensibilidades o activaciones relativas de las composiciones. La prueba del espacio de aire se llevó a cabo colocando en posición axial, dentro de una línea o tubería, dos cargas cilíndricas de 1 1/2 pulgadas de diámetro y con la composición indicada, pero separadas entre sí a la distancia que se indica. Luego se detonó una de las cargas por medio de un fulminante o detonador. La detonación de la otra carga se produjo o falló, según se indica, según la sensibilidad de la carga a la detonación por la onda de choque producida desde la primera carga detonada. Cuanto mayor fué la distancia o espacio de aire sobre el cual se produjo una detonación directamente mayor fué la sensibilidad o activación de la carga. Por consiguiente,



se observa con facilidad tomando como base las pruebas anteriores que el aluminio fabricado por medio del método o procedimiento antes descrito fué, al menos, equivalente al aluminio grado pintura en la activación de las composiciones explosivas.

El área superficial de las partículas molidas fué de aproximadamente $1/5 \text{ m}^2/\text{gramo}$ en comparación con aproximadamente $1/4 \text{ m}^2/\text{gramo}$ para las partículas de grado pintura. El tamaño de las partículas molidas fué 100%-150% malla Tyler y 86%-325 malla, en comparación con el tamaño de las partículas grado pintura que fué de 100%-150 y 91%-325.

Por lo tanto se puede ver con facilidad que el aparato y método anteriores producen aluminio grado activador de los explosivos de una eficacia y características físicas, como mínimo, comparables con el aluminio grado pintura que se puede adquirir en el comercio. Además el ritmo de producción de las partículas, 81 libras por hora, es mayor - que el consumo específico de energía del molino (excluyendo otros aparatos), 0,6 kilowattios-hora/libra de producto (basándose en unos $2/3$ medidas de la carga de corriente nominal a los motores del molino), es menor que las cifras respectivas para el aluminio grado pintura producido en un molino giratorio a bolas de un volumen comparable en la cámara de molturación, ya que el molino giratorio es menos eficaz según se ha explicado antes. Los costes de molturación se ven reducidos de una manera bastante significativa.

Un aparato similar pero más pequeño y mucho más simplificado que el descrito en el Ejemplo 1 se empleó para la producción de partículas de aluminio de laminillas finas.



Este aparato estaba formado por un molino vibratorio Allis-Chalmers VBM 1518 accionado por dos motores de 7 1/2 HP a 1200 rpm. Este molino tiene una cámara de pulverización con un volumen de 1,6 piés cúbicos. El aparato lleva conectado un clasificador de aire seco, y se empleó un filtro para recoger las partículas clasificadas transportadas desde el molino vibratorio por el gas inerte. Las partículas acabadas se retiraron continuamente desde el molino por medio del gas inerte pero el suministro de aluminio nuevo se alimentó en una etapa o base semicontinua. En lo que respecta al presente invento, la expresión "continua" no se aplica de una forma estricta y la alimentación o incluso la retirada, se puede conseguir de una manera semicontinua, tal y como lo fué la alimentación en este ejemplo. Las partículas recogidas se cribaron entonces para obtener partículas con la distribución de tamaño aproximado del aluminio de grado pintura, de venta en el comercio, utilizado en el Ejemplo 1. Los parametros de funcionamiento fueron los siguientes:

20	Partícula de aluminio, material y velocidad de alimentación	atomizada, 26,5 libras/hora
	Contenido de oxígeno del gas inerte	1,5 a 2,5%
25	Material de revestimiento y velocidad de suministro	ácido esteárico, 0,6 libras/hora
	Temperatura de salida del gas inerte	50 a 60°C
30	Tiempo de residencia media de la partícula	aproximadamente 1 hora



Llenado del molino 80%
 Tipo y Tamaño de las bolas acero, 3/16 pulgadas

Se prepararon composiciones explosivas en lechada y se llevaron a cabo pruebas de detonación idénticas a las del primer ejemplo. Las composiciones y los resultados fueron los siguientes:

EJEMPLO 2

	<u>Ingredientes (partes en peso)</u>	<u>Mezcla 1</u>	<u>Mezcla 2</u>
	Solución conteniendo		
10	Nitrato amónico	39,3	39,2
	Nitrato cálcico grado fertilizador	32,1	32,1
	H ₂ O	12,0	12,0
	Tiouraa	0,2	0,2
	Derivador de goma guar	0,9	0,9
15	Etilenglicol	5,0	5,0
	Almidón	6,5	6,5
	Aluminio grado pintura (Bronce U.S. L-684)	3,5	---
	Aluminio producido en molino vibratorio	---	3,5
20	Agente de reticulación, dicromato sódico/H ₂ O	0,3	0,3
	Agente gasificador, nitrato sódico/H ₂ O	0,2	0,2
25	<u>Resultados de la detonación a 52C (Prueba del Espacio de Aire)</u>		
	(gramos/centímetro cúbico)	1,08	1,04
	Detonado (2" diametro, fulminante nº 8)	6"	6"
	Fallados	7"	7"

Los anteriores resultados de las detonaciones para ambos ejemplos ilustran o sirven para demostrar que el alu-



minio molido fué, como mínimo, tan eficaz como sensibilizador o activador como el aluminio grado pintura que normalmente se adquiere en el comercio.

5 Se comprobó que las partículas de aluminio, de laminillas finas, producidos según el aparato y el método de los ejemplos anteriores eran comparables no solamente en tamaño particular y área superficial, sino también en color y brillo a las partículas de aluminio grado pintura que se pueden adquirir en el comercio.

10 Se comprobó que las partículas molidas producidas según el método y con el aparato de los ejemplos anteriores tenían una capa de revestimiento de ácido esteárico equivalente a las de aluminio grado pintura, el cual se encuentra disponible en el comercio, determinada dicha comparación por el grado de humedecimiento observado cuando las
15 partículas se agitaron durante tres minutos en una solución acuosa similar a la de las empleadas en los ejemplos. Las partículas no mojadas flotaron encima del líquido mientras que las partículas mojadas o húmedas no lo hicieron.
20 Se observó que las partículas molidas tenían menos del 1% de humedecimiento, el cual fué el mismo grado de humedecimiento observado con el aluminio grado pintura que se puede encontrar en el comercio.

25 Cuando se examinaron con un microscopio electrónico de exploración Cambridge Mark 2a Stereoscan, a un poder de aumento de 500, se comprobó que las partículas molidas tienen algunas diferencias microscópicas aparentes en su aspecto de partículas comparables de grado pintura examinadas, y molidas en molinos giratorios en seco o en húmedo.
30 Sin embargo, tales diferencias no son sorprendentes, ya -



que la aceleración dentro del molino vibratorio es de 15 veces la de un molino giratorio y el tiempo de residencia de las partículas molidas en un molino vibratorio es mucho más corto. Se observó que las partículas molidas eran, 5 por regla general, discretas y separadas mientras que las partículas de grado pintura tendían, en general, a estar compuestas de piezas, laminillas o copos de diversos tamaños soldadas o aglomeradas entre sí. Esta diferencia puede ser importante ya que las partículas compuestas de piezas 10 o copos parecen no tener ventaja alguna y pueden poseer desventajas tales como si se presentara una separación exponiendo así superficies escasamente revestidas. Otra diferencia microscópica observada, aunque con menos claridad o distinción, es que las partículas molidas en molinos vibratorios parecen tener bordes más ásperos, rugosos o de- 15 finidos de manera más aguda que las molidas en molinos giratorios, y, al menos en comparación con algunas partículas de grado pintura, parecen tener un mejor revestimiento de ácido esteárico a lo largo de tales bordes. Por consiguiente, las partículas molidas según el método del presente invento son, como mínimo, comparables, desde el punto de vista macroscópico, a las que de grado pintura que se pueden adquirir en el comercio, y, además, parecen tener algunas diferencias microscópicas que las pueden hacer 20 superiores, como mínimo, para las aplicaciones de activación o sensibilización de los explosivos.

Los dos ejemplos anteriores sirven para ilustrar o indicar que se puede variar de una manera harto significativa el tamaño del aparato empleado en el presente invento y que, por consiguiente, no es un tamaño crítico el que se 30



necesito. En el primer ejemplo se empleó una cámara de pulverización con un volumen de aproximadamente nueve veces el empleado en el segundo.

5 El concepto importante que abarca el presente invento es la utilización de un molino vibratorio que puede impartir una abrasión y una acción de pulverización o molienda muchísimo mayor a las partículas de aluminio, que la que se puede obtener de un molino giratorio a bolas. El tamaño del molino se puede variar según se desee. Los requisitos esenciales, además del empleo de un molino vibratorio, son únicamente el que el molino funcione en un proceso seco y barrido por gas. Aquellos expertos en el arte pueden variar y ajustar, de un modo razonable, los parámetros, de funcionamiento con el fin de conseguir los diversos resultados que deseen o necesiten. Los aparatos empleados para el control de la temperatura y para la clasificación, separación, alimentación, circulación del gas inerte y otras operaciones asociadas con el sistema cerrado de funcionamiento, preferido, son de tipo convencional y los 20 y los expertos en este arte los pueden fácilmente variar o modificar, según se desee.

Aunque el presente invento se ha descrito tomando como referencia ciertos ejemplos ilustrativos y algunas modalidades preferentes, las diversas modificaciones se debe entender se hallan incluidas dentro del ámbito o alcance de este invento según se indica en las reivindicaciones adjuntas.

NOTA:

30 Se reivindican como propios y nuevos, para que sean objeto de una Patente de Invención en España, por veinte

años, los puntos siguientes:

1.- Un método para producir partículas de aluminio de laminillas finas, caracterizado porque comprende:

5 (a) la molturación de partículas de aluminio atomizadas o granuladas, dentro de un molino a bolas,

(b) el suministro continuo de cantidades nuevas de partículas sin molar, al molino;

(c) la retirada continuo partículas de aluminio, molidas, de laminillas finas, del molino;

10 (d) el paso de un gas inerte por el molino con una velocidad de peso suficiente como para transportar las partículas molidas desde el molino, y

(e) la separación de las partículas molidas del gas inerte;

15 el perfeccionamiento que comprende el molar partículas de aluminio, granuladas o atomizadas en un molino vibratorio a bolas.

20 2.- Un método para producir partículas de aluminio de laminillas finas, según la reivindicación 1, que se caracterize porque el molino vibratorio de bolas es capaz de producir aceleraciones de los medios de pulverización, dentro del molino, superiores a 5 g.

25 3.- Un método para producir partículas de aluminio de laminillas finas, según la reivindicación 2, caracterizado porque el molino vibratorio es capaz de producir aceleraciones de los medios de molturación o pulverización de como mínimo 5g. dentro del molino.

30 4.- Un método para producir partículas de aluminio de laminillas finas, según la reivindicación 1, que se caracterize porque comprende el suministro continuo al

molino vibratorio de cantidades nuevas de un material de revestimiento para revestir las partículas molidas, y el mantenimiento de la temperatura del gas inerte, dentro del molino, a un grado o gama de temperatura tal que el material de revestimiento pueda, de forma eficaz, revestir las partículas.

5
10
5.- Un método para producir partículas de aluminio de laminillas finas, según la reivindicación 4, que se caracterize porque las partículas de laminillas finas son de grado activador de los explosivos.

15
6.- Un método para producir partículas de aluminio de laminillas finas, según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende el reciclado del gas de inerte de vuelta por el molino vibratorio, dentro de un sistema cerrado.

20
7.- Un método para producir partículas de aluminio de laminillas finas, según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la separación de las partículas acabadas de las partículas sin acabar, las cuales se pueden transportar fuera del molino vibratorio junto con las partículas acabadas y devolviendo las partículas separadas, sin acabar, al molino vibratorio para una molidura adicional.

25
8.- Un método para producir partículas de aluminio de laminillas finas, según la reivindicación 7 que se caracterize porque la etapa de separación de las partículas no acabadas se lleva a cabo por medio de un clasificador centrífugo.

30
9.- Un método para producir partículas de aluminio de laminillas finas, según la reivindicación 1, que se

caracteriza porque la etapa de separar las partículas mo-
lidas del gas inerte se realiza por medio de un filtro.

10.- UN METODO PARA PRODUCIR PARTICULAS DE ALUMINIO
DE LAMINILLAS FINAS.

5 Todo conforme se describe en la Memoria que antece-
de se ilustra como ejemplo de ejecución en los planos u-
nidos a ella y se reivindica en su NOTA.

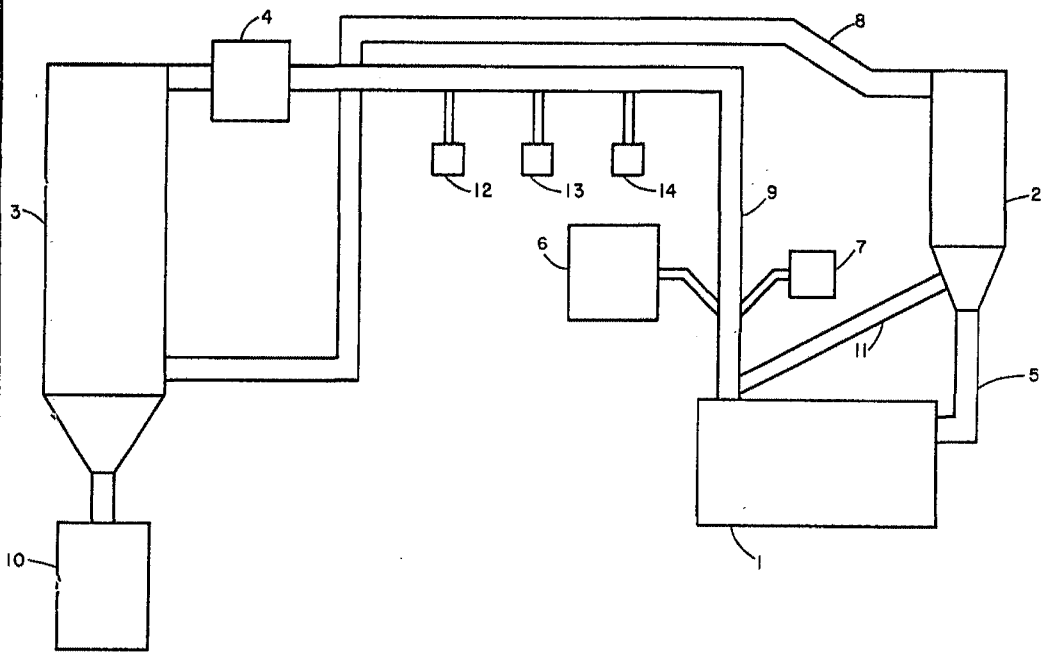
10 Esta Memoria consta de treinta hojas foliadas, es-
critas a máquina por una sólo cara y planos que la acom-
pañan.

Madrid, 3 de Noviembre de 1975

IRECO CHEMICALS

P.A.

442288



ESCALA VARIABLE
Madrid - 3 NOV. 1975
P.A.