



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con las leyes que figuran en la presente descripción y según el contenido de la memoria adjunta.

5 OCT. 1978

PATENTE DE INVENCION

(10) ES (11) (21) NUMERO	467.904	(10) AI
(22) FECHA DE PRESENTACION	23 FEB. 1978	

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
P 27 08 053.1	24 Febrero 1977	República Federal de Alemania

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B02C	- - -

(54) TITULO DE LA INVENCION

"Método para la trituración fina y muy fina de materiales que bradizos"

(71) SOLICITANTE (ES)

Klaus SCHONERT

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Berliner Strasse 27a, 7500 Karlsruhe 21, República Federal de Alemania

(72) INVENTOR (ES)

el propio solicitante

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

M. Carell Sufiol

**Klaus Schönert 11A-50 515
EX-DT**

BAD ORIGINAL

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

por VEINTE años

solicitada en España a favor de Klaus SCHONERT, de nacionalidad alemana, domiciliado en Berliner Strasse 27a, 7500 Karlsruhe 21, República Federal de Alemania, por "Método para la trituración fina y muy fina de materiales quebradizos", con prioridad de la solicitud alemana P 27 08 053.1 de fecha 24 Febrero 1977. - - - - -

MEMORIA DESCRIPTIVA

10. La invención se refiere a un método de trituración fina y muy fina de materiales que tienen un comportamiento quebradizo, en particular para triturar materiales para la producción de cemento, clinker para cemento, minerales y carbones, así como cal, bauxita, dolomita, carbonatos alcalinotérreos y minerales similares. - - - - -

 Se dice que el comportamiento de una sustancia es quebradizo si, con anterioridad a empezar a agrietarse, se deforma el cuerpo sólido substancialmente de manera elástica. Sustancias quebradizas típicas son el cristal, cuarzo, clinker para cemento, carbón y piedra caliza, y mu

20.

- chos minerales. Si el material a triturar tiene un comportamiento quebradizo, puede desintegrarse sometándolo una vez a esfuerzo de compresión o de impacto, siempre que la intensidad del esfuerzo aplicado es bastante grande. Puede reconocerse el comportamiento opuesto de sustancias inelásticas por obvias deformaciones inelásticas antes del comienzo de cualquier formación de grietas. La desintegración de partículas inelásticas requiere que se sometan varias veces a esfuerzo y si es posible, en cantos vivos. Los polímeros termoplásticos (por ejemplo polietileno, poliamida), los productos químicos orgánicos y los metales plásticos pertenecen al grupo de materiales inelásticos. - - - - -
- 5.
- 10.

- Las expresiones fina y muy fina para la trituración fina caracterizan el grado de finura del producto, particularmente el límite superior de la granulometría. En el caso de la trituración fina los límites son de 50 y 1000 μ m mientras que llegan a 2 a 50 μ m en el caso de la trituración muy fina. Los molinos o equipos de trituración utilizados para la fragmentación fina y muy fina de sustancias quebradizas son los molinos de bolas, los molinos vibratorios, los molinos de rulos o anillos, los molinos de bolas con agitación, los molinos de discos, los molinos de martillos, los molinos de energía fluida o de chorro y similares. La selección del tipo más conveniente de maquinaria de trituración, en primer lugar, depende de la dureza del material que se ha de pulverizar, el grado deseado de finura, la producción y de si el procedimiento de trituración puede o de
- 15.
- 20.
- 25.

de realizarse de mansra húmeda o seca. Como regla general, no se utilizan los molinos de martillos cuando la dureza es superior a 4 en la escala de Mohs porque el desgaste sería demasiado grande. La molienda en húmedo es preferible a la molienda en seco ya que el grado de finura aumenta porque en el sistema húmedo los fragmentos apenas tienden a aglomerarse. Y, finalmente, los molinos de bolas están particularmente bien adaptados para materiales duros y/o elevadas producciones de más de 10 toneladas por hora. - - - -

5. La aglomeración de fragmentos presenta un problema general en la trituración fina y muy fina. La tendencia de los fragmentos de aglomerarse se hace más aguda a medida que la granulometría disminuye. Hay dos razones por ellas:

10. En primer lugar, a medida que la granulometría se hace más pequeña, aumenta la resistencia de modo que deben aplicarse fuerzas mayores por unidad de superficie para efectuar la desintegración. En general, estas grandes fuerzas continúan actuando sobre los fragmentos resultantes del proceso de trituración y normalmente están situadas próximas unas a otras. En los puntos de contacto las partículas sufren una deformación plástica duradera; se forman mayores superficies de contacto y, como consecuencia, la adherencia se hace más fuerte; los fragmentos se aglomeran.

15. En segundo lugar, las fuerzas de adhesión son directamente proporcionales a la granulometría, mientras que

20.

25.

las fuerzas másicas son proporcionales a la tercera potencia de la granulometría. Por debajo de una granulometría determinada las fuerzas citadas en primer lugar son mayores que las fuerzas citadas en segundo lugar. Las fuerzas másicas ya no son suficientes para desintegrar los grupos aglomerados. - - - - -

5. Por esta razón es hoy día una práctica generalmente adaptada impedir la aglomeración por medidas específicas en la trituración fina o muy fina o, si no es posible, mantener el tamaño o la cantidad de los aglomerados en un nivel pequeño o romper o desintegrar los aglomerados tan pronto como sea posible después de su formación. - - - - -

10. Un método de trituración de dos etapas que somete una mayor parte de partículas en una primera etapa a esfuerzos cíclicos en un recipiente elástico hasta que se ha triturado el material hasta una etapa de agregación y en otra etapa a una trituración en húmedo en un molino vibratorio no es aplicable comercialmente y no es satisfactorio desde un punto de vista de consumo de energía. - - - - -

15. En todos los métodos de pulverización aplicados hasta ahora se persigue este fin con grandes esfuerzos por las siguientes medidas: - - - - -

- Las partículas y los fragmentos se dispersan en un medio gaseoso en los molinos de martillos o moli-

nos de chorro o en un medio líquido en los molinos húmedos. - - - - -

- 5. - Se añade un esfuerzo de cizallamiento; se aplica una combinación de presión y esfuerzo de cizallamiento en los molinos de bolas, los molinos vibratorios, los molinos de bolas con agitación, los molinos de rulos y los molinos de discos. - - - -

- 10. - La cantidad del material a triturar en un momento de esfuerzo queda reducida porque la formación de aglomerados es más evidente cuanto mayor es el número de partículas que están próximas unas a otras al someterse a esfuerzo. En los molinos de bolas, los molinos vibratorios y los molinos de bolas con agitación se efectúa utilizando cuerpos de trituración lo más pequeños posible de modo que la cantidad de material comprimida entre dos cuerpos trituradores queda reducida. - - - - -

- 15. - La intensidad de esfuerzo queda reducida para que resulten menos fragmentos de un acto de esfuerzo y que estén cargados por una fuerza menor. Ello, no obstante, requiere un aumento en el número de veces en que se aplican los esfuerzos para obtener finalmente el mismo grado de finura del producto. Los intentos de realizarlo se hacen en los molinos de bola, los molinos vibratorios, y los molinos

- 20.

- 25.

de bolas con agitación utilizando cuerpos de trituración pequeños. - - - - -

5. - Se retira el producto fino tan pronto sea posible después de su formación de modo que no fomente la aglomeración durante aplicaciones subsiguientes de esfuerzo. Ello se hace especialmente con los molinos de chorro, molinos de martillos y los molinos de rulos. - - - - -

10. - Se desintegran los aglomerados resultantes por aplicaciones subsiguientes de esfuerzo en el mismo molino a medida que procede la trituración. Ello se hace en la mayoría de los molinos arriba citados. En los procedimientos de trituración de dos etapas, los aglomerados resultantes de la primera etapa pueden triturarse juntamente con el resto del material sometido a otra trituración en la segunda etapa para obtener el grado final deseado de finura. - - - - -

20. - Se añaden líquidos o vapores que, cuando los fragmentos los absorben, reducen las fuerzas de adhesión y así hacen que la formación de aglomerados sea más difícil. Tales reactivos denominados aditivos de trituración, se utilizan sobre todo en la trituración muy fina en los molinos de bolas.-

- La trituración fina y muy fina implica un gasto considerable de energía, por ejemplo, la trituración sola en la producción de cemento Portland normal PZ 275 requiere de 25 a 35 kWh/t; en este procedimiento se produce un
5. área superficial por unidad de masa de entre 2.500 y 3.000 cm^2/g . Los valores para la utilización de energía, o sea, el cociente del aumento del área superficial y del consumo de energía, varían entre 80 y 150 cm^2/kWh . Para obtener un
10. producto que tenga partículas inferiores a $10 \mu\text{m}$ de cincuenta a varios centenares de kWh/t deben aplicarse, según la substancia y tipo de equipo de trituración utilizado. La mayor parte de la energía suministrada a un molino se pierde y no se utiliza para pulverizar las partículas o crear nuevas superficies. Las investigaciones detalladas sobre
15. partículas individuales han ilustrado que sólo menos de la mitad de la energía es necesaria para la creación de nuevas superficies de agrietamiento. Las pérdidas se provocan por medidas inefectivas en la aplicación del esfuerzo y en el transporte del material y por fricción de los cojinetes
20. y las transmisiones, y además, por la aceleración de las partículas así como por la fricción interna y externa del fluido en el caso de molinos de martillos y de chorro. - -

- Es una finalidad de la invención proporcionar un método que permita la trituración fina y muy fina de materiales quebradizos con una demanda energética y gastos de maquinaria relativamente pequeños. - - - - -
- 25.

Se cumple esta finalidad, de acuerdo con la invención, en un método con el que se someten a esfuerzos y se triturar las partículas a triturar en forma de un lecho de material en masa entre dos superficies, por el hecho de que en una primera etapa se someten las partículas a triturar a un solo esfuerzo con una energía suficientemente elevada para causar no sólo la trituración sino también la franca aglomeración o briquetación de los fragmentos sometiendo el lecho a compresión de al menos 500 kg/cm^2 y porque se desintegran subsiguientemente los aglomerados o briquetas resultantes en otra etapa por otro esfuerzo mecánico. - - - - -

Es una característica de la invención que un lecho de material en masa de las partículas a triturar se somete a un esfuerzo determinado entre dos superficies duras aplicando tanta energía que tenga lugar una trituración muy substancial independientemente del hecho de que los fragmentos se aglomeran francamente al mismo tiempo. En general, este primer esfuerzo debe realizarse en tal grado que tenga lugar la compactación o briquetación para obtener el grado deseado de finura, particularmente en el caso de trituración muy fina. El esfuerzo en este caso se efectúa sometiendo el material en masa a una compresión superior a 500 kg/cm^2 , preferiblemente de 800 kg/cm^2 . Cuando se triturar materiales duros tales como clinka para cemento, es ventajosa una compresión de 1.000 kg/cm^2 . La trituración muy fina, por ejemplo de cal se realiza mejor incluso a compresiones más elevadas de, por ejemplo, unos 1.500 kg/cm^2 . La energía

requerida se aplica al mismo lecho de material en masa en la primera etapa en una sola aplicación de esfuerzo. Si se han de someter los fragmentos formados a esfuerzo nuevamente, se ha de mullir el lecho que incluye los aglomerados o briquetas sometiéndolo a la acción mecánica de los útiles correspondientes. Se transporta el material en masa que puede ser bien seco o tener líquido añadido a superficies de trabajo de los útiles de trituración por un medio determinado de transporte. - - - - -

5.

10.

Con anterioridad a la aplicación del esfuerzo o durante la misma, en la primera etapa las partículas a triturar también pueden quedar expuestas al vapor de un líquido antiaglomerante. La aplicación de esfuerzo puede efectuarse en una cámara de presión con el líquido o vapor bajo una elevada presión. Puede ser conveniente aplicar el esfuerzo en una cámara de presión en la que la presión del gas está por debajo de la presión atmosférica o menor que la presión parcial del vapor antiaglomerante. - - - - -

15.

20.

Es ventajoso tener la elevada caída de presión instantáneamente después de un acto de aplicación de esfuerzo. El efecto puede mejorarse cargando de líquido con un gas soluble en agua con anterioridad a la aplicación de esfuerzo el lecho de material en masa. - - - - -

25.

La aplicación de esfuerzos o trituración hasta el punto de briquetación en la primera etapa puede efectuarse utilizando molinos de rulos, particularmente con rodillos

cilíndricos, molinos de aros, prensas de briquitación, particularmente prensas de briquitación con rodillos y prensas de ariete o similares, siempre que estén dispuestos para las fuerzas de compresión extremadamente elevadas requeridas. - - - - -

5.

Puede realizarse por esfuerzo por impacto el esfuerzo suave posterior para destruir los aglomerados o briquetas formadas en la primera etapa, por ejemplo, en un molino de martillos o por una combinación de presión y esfuerzo cizallante, por ejemplo, en un molino de bolas. Si se desea, puede mejorarse este procedimiento añadiendo un líquido, preferiblemente agua para mojar los aglomerados o briquetas. - - - - -

10.

El producto que sale de la etapa de desaglomeración en general se clasifica por medio de una criba o tamiz, un clasificador neumático o un hidrociclón para producir una fracción fina de producto final y una fracción gruesa. La fracción gruesa así obtenida se vuelve a ciclar para nuevo esfuerzo en la primera etapa si no se ha logrado todavía el grado deseado de finura. En cualquier caso, el consumo de energía es menor que con los procedimientos conocidos comparables de trituración, siempre que se efectúe el esfuerzo único en la primera etapa a tal grado de compresión que al menos un 30%, preferiblemente al menos un 50% de los fragmentos tengan el grado de finura final deseado del producto. - - - - -

15.

20.

25.

En una realización específica del método según la

invención, para la trituración fina de materias primas para la producción de cemento, clinker para cemento, minerales, carbones, así como cal, bauxita, dolomita, y carbonatos alcalinotérreos similares, se prevé que se aplique un esfuerzo en una sola vez a un lecho de partículas a triturar, bien en un molino de rulos en que un rulo rueda sobre una superficie de rodadura o preferiblemente en un molino de rulos del tipo que tiene dos rulos cilíndricos que giran en sentidos contrarios, sometiendo el lecho a una compresión de al menos 300 kg/cm², preferiblemente de al menos 1.000 kg/cm² y que se desintegran subsiguientemente los aglomerados resultantes en un molino de bolas o un molino de martillos.-

5. En otra realización del método según la invención para la trituración muy fina, particularmente de cuarzo, piedra caliza, feldespatos o similares, se prevé que se aplique un esfuerzo en una sola vez a un lecho de partículas a triturar, bien en un molino de rulos en que un rulo rueda sobre una superficie de rodadura o preferiblemente en un molino de rulos del tipo que tiene dos rulos cilíndricos que giran en sentidos contrarios, sometiendo el lecho a una compresión de al menos 1.500 kg/cm² y que se desintegren subsiguientemente los aglomerados resultantes en un molino de bolas o molino de martillos. - - - - -

15. A menudo no será posible en ningún caso lograr valores tan elevados de la energía transmitida al lecho por los tipos de compresión elevados que la granulometría de todos los fragmentos resultantes esté por debajo del límite superior admisible de granulometría del producto final de-

20.

25.

5. sendo. Pero es conveniente someter al lecho de partículas a triturar a una compresión tan elevada que al menos un 30%, preferiblemente al menos un 50% de los fragmentos ya tengan la finura deseada del producto final. En este caso una modificación del método según la invención prevé la separación del producto final descargado del molino de bolas o molino de martillos en una fracción fina de producto final y una fracción gruesa que se recicla y se añade nuevamente a la entrada de la primera etapa, por ejemplo introduciéndolo en el molino de rulos. Un circuito de molino y clasificador es conocido per se y se utiliza, por ejemplo, en la industria del cemento. Si se realiza el método según la manera descrita, pueden obtenerse economías de energía superiores al 10%.

10. Si la aplicación de esfuerzo y el transporte se designan, "determinados", la intención es dejar claro que ambos están predeterminados por la manera que se realice el método o se ajuste la operación en vez de que tales cosas como la cantidad del material sometido a esfuerzo o la energía de esfuerzo pueden adoptar valores estocásticamente o aleatoriamente diferentes, tal como ocurre en un molino de bolas. - - - - -

15. El método según la invención contrasta con la enseñanza general que debe hacerse todo esfuerzo para impedir la formación de aglomerados en la trituración de una etapa fina y muy fina hasta el grado final de finura. En su lugar, la formación de aglomerados o briquetas se intenta expresamente o al menos se acepta para efectuar la mayor desintegración posible o daño de las partículas en el lecho de ma

20.

25.

terial en masa. Ello requiere fuerzas por unidad de superficie de entre 500 y 5.000 kg/cm², según el material y finura. Hasta ahora tales cargas elevadas no se utilizaban en los procesos de molienda. Los cálculos han comprobado que

5. las compresiones a las que se sometían los lechos de partículas hasta ahora siempre permanecían bien por debajo de 200 kg/cm². Con una carga tan baja, el grado de trituración es pequeño de modo que una gran cantidad de material no triturado debe someterse a muchas más aplicaciones de esfuerzo

10. para conseguir el grado requerido de finura. - - - - -

Las dificultades se explicarán con referencia a la figura 1 que ilustra un diagrama de carga para material en masa consistente en partículas de cemento de un tamaño de 1 mm comprimido entre dos superficies duras. La compresión p se da en abscisas mientras que la presión p se encuentra en ordenadas. Hasta una presión p de aproximadamente 200 kg/cm² la fuerza sube solamente insignificadamente a medida que la distancia de compresión aumenta (sección A de la curva). Después de un corto tramo de transición (sección B de la curva), la curva se vuelve muy empinada y se requiere un gran aumento de presión para realizar ulterior compresión (sección C de la curva). Es sólo después del tramo de transición que empieza la briquetación. El aumento fuerte de presión de la sección C de curva es una indicación típica de ello. Hasta ahora, en los molinos se escogían las presiones de modo que la carga permanecía dentro de la sección A de la curva; sólo en casos excepcionales pasaría a la sección B de la curva. - - - - -

15.

20.

25.

- El método según la invención, no obstante, está basado en aplicar una carga en correspondencia con la sección C de la curva. Si se efectúa este método, por ejemplo, en un molino en el que las partículas a triturar se someten a esfuerzo en la forma de material en masa entre dos rulos cilíndricos que giran a la misma velocidad circunferencial pero en direcciones opuestas y con un diámetro de 100 cm, ver Figura 2, ello requiere una fuerza F superior a 200.000 kg/m de longitudinal de los rulos de presión para satisfacer las condiciones de esfuerzo de acuerdo con la invención. En los molinos de rulos de estructura convencional para trituración gruesa y media las fuerzas aplicadas son inferiores a una décima parte de este valor. - - - - -
- 5.
- 10.

- Para la trituración media y fina de materiales quebradizos que no son demasiado duros (tales como carbón, materia prima para la fabricación de cemento) a menudo se utilizan en unos molinos de rulos en los que se aplica esfuerzo varias veces a un lecho de partículas a triturar entre cuerpos de molturación rotativos con forma de rodillos o bolas y una superficie de molturación plana o curva. La realización de cuerpos de molturación con forma de cilindro (o troncocónicos) en cooperación con un disco de molturación plano, se ve en el molino Loesche, ver Figura 3. Los molinos de rulos que tienen un rulo que rueda sobre un disco de molturación y particularmente un molino de rulos que tiene rulos que giran en sentidos contrarios apretados uno
- 15.
- 20.
- 25.

5. contra otro son los más adecuados para la trituración de un lecho de material en masa según el método de la invención. En todos los molinos Loesche conocidos, se aplican fuerzas de compresión de aproximadamente 30.000 a 70.000 kg/m de longitud de rulo, o sea, valores que son mucho menores que la cifra arriba citada de 200.000 kg/m de longitud de rulo.

10. La Figura 4 ilustra como la fuerza F de compresión, diámetro D de rulo, longitud L de rulo y presión máxima p_m de molturación que actúa sobre el lecho en la sección más estrecha del paso entre los rulos están interrelacionados de acuerdo con la siguiente ecuación: - - - - -

$$F/L D = k \alpha_0 p_m$$

donde α_0 = ángulo en que empieza el esfuerzo y

15. k = una constante que depende del comportamiento del material y que tiene un valor de aproximadamente 0,2 en general. - - -

20. El método según la invención requiere que la presión de molturación se escoja en un valor suficientemente elevado para que tenga lugar una formación franca de aglomerados o briquetas. En general ello requiere que se aumente la presión de molturación p_m hasta más de 500 kg/cm². La fuerza de compresión de los rulos por metro de longitud de rulo (F/L) resulta, de acuerdo con la ecuación arriba dada, proporcional al diámetro D de rulo y al ángulo escogido

α_0 . Para el valor $F/L = 200.000 \text{ kg/m}$ arriba dado y $D = 100 \text{ cm}$, $\alpha_0 = 0,1$ (correspondiente a aproximadamente 6°) y $k = 0,2$, resulta una presión de molturación de $p_m = 1.000 \text{ kg/cm}^2$. - - - - -

5. Los ensayos han ilustrado que el método según la invención permite unas economías considerables de energía. En la producción de cemento Portland normal PZ 275 la trituración requiere sólo de 10 a 20 kWh/t en vez de 25 a 35 kWh/t. El nuevo método puede realizarse en una planta según se ilustra en la Figura 5a. Consiste en un molino 16 denominado GWM que es un molino de rulos para triturar un lecho de material en masa, por ejemplo, un molino de rulos con dos rulos cilíndricos impulsados en sentidos contrarios, tales como se ilustra en las Figuras 2 y 4, u otro molino de rulos, un molino de bolas KM 17 y un clasificador neumático K1 18 con su límite x_{gr} de separación en $60 \mu\text{m}$. El material pretriturado, todas cuyas partículas x_p son inferiores a 2,5 mm, se suministra al molino 16 con un régimen \dot{M} de alimentación y se suministra el material grueso reciclado del clasificador neumático K1 18 al molino 16 a un régimen de alimentación \dot{M}_g . La aplicación de esfuerzo entre los rulos efectúa trituración y briquetación. El producto resultante se comprime a briquetas lameliformes que se desaglomeran o se desintegran en el molino 17 de bolas conectado corriente abajo. El producto que sale del molino de bolas contiene aproximadamente un 40% de partículas que son inferiores a
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

- 60 μ m. El clasificador neumático K1 18 separa la mayor parte de las mismas como producto final, que deja el circuito de molino y clasificador a un régimen de producción \dot{M} . Se mezcla el material grueso reciclado con el material pretriturado y nuevamente se suministra al molino 16 de rulos. El caudal total \dot{M}^m a través del molino se divide por el clasificador neumático K1 18 en dos fracciones, la fracción fina que sale del circuito a régimen de producción $\dot{M} = p' \cdot \dot{M}^m$, reciclándose la fracción gruesa a un caudal de $(1 - p') \cdot \dot{M}^m$.
5. Si se supone que el régimen de producción es, por ejemplo, $\dot{M} = 100$ t/h y $p' = 33\%$, el caudal a través del molino y el clasificador neumático será $\dot{M}^m = 300$ t/h. La energía requerida por el molino 16 de rulos para el lecho de material en masa es de 3,1 kWh/t y la energía del molino 17 de bolas es de 1,4 kWh/t. La suma de ambos es 4,5 kWh/t. El consumo específico de energía del circuito basado en el régimen de producción se calcula es aproximadamente 13,6 kWh/t. Si además, se considera que un 20% de la entrada bruta de energía se pierde en el motor, transmisión y máquinas, el consumo específico resultante de energía será de aproximadamente 17 kWh/t. - - - - -
- 10.
- 15.
- 20.

La Figura 5b ilustra una planta que comprende dos molinos de rulos para triturar un lecho de material en masa GWM1 19 y GWM2 20, un molino de bolas 21, y dos clasificadores neumáticos K1: 22 y K12 23. El subdividir la aplicación de esfuerzo al lecho de material en masa en dos etapas esta

25.

blece una ventaja desde el punto de vista de la técnica pro-
cesal y puede ser también favorable en aspectos de economía
global. - - - - -

5. Cuando se aplica el método nuevo a la trituración
muy fina de piedra caliza a un producto del cual el 100% es
menor a $10\ \mu\text{m}$ se requiere una fuerza de compresión de unos
 $1.500\ \text{kg}/\text{cm}^2$ y sólo aproximadamente $10\ \text{kWh}/\text{t}$. Pueden encon-
trarse condiciones de trabajo óptimas para cada trabajo.
Por ejemplo, la pulverización de cemento es más económica a
10. presiones de trituración de entre $1.000\ \text{kg}/\text{cm}^2$ y 2.500
 kg/cm^2 . - - - - -

15. El método según la invención además proporciona
la posibilidad de añadir líquido al material en masa. Este
líquido puede ser agua, al igual que en el lavado de minera-
les o un líquido que no sea agua cuando se trata de procedi-
mientos de trituración o dispersión por ejemplo en procesos
químicos o alimenticios. - - - - -

20. La molienda en húmedo en molinos que contienen
cuerpos de molienda sueltos o sea molinos de bolas o mo-
linos de bolas con agitación (o en molinos de discos) se co-
noce un método que se aplica preferiblemente cuando el mate-
rial a triturar se suministra en estado húmedo o debe elabo-
rarse mientras está húmedo y si la pulverización debe ser
25. muy fina, produciendo partículas menores a unas cuantas mi-
cras. En este caso, el líquido por una parte impide que los

5. fragmentos se aglomeran y por otra parte hace más difícil someter las partículas a carga porque, hasta cierto punto, siguen al líquido que fluye de la zona de esfuerzo cuando los cuerpos de trituración se aproximan unos a otros. La Figura 6 es una representación esquemática de este estado de la técnica en que se utilizan bolas como cuerpos de molienda.

10. Cuando se aplica un proceso en húmedo según la invención no tiene lugar el efecto inconveniente arriba citado. Las partículas que se someten a esfuerzo no pueden seguir la corriente saliente a fin de evitar el esfuerzo porque están retenidas por la fuerza de trituración. La adición de un líquido tiene dos consecuencias.

15. a. Se reduce la fricción interna y externa del material en masa de modo que el trabajo de compresión necesario es menor para una compresión final específica. El grado de reducción de tamaño permanece el mismo o incluso se aumenta, tal como los ensayos han demostrado de modo sorprendente. Por ejemplo, la aplicación de esfuerzo a partículas de 20. piedra caliza con una granulometría del orden de 100 μ m y 160 μ m con una presión de molienda de 1.000 kg/cm² requiere 1,7 kWh/t si el lecho es seco y 1,4 kWh/t si el lecho es húmedo. En el primer caso la fracción fina de partículas inferiores a 10 μ m es del 20% y en el segundo caso con

un lecho húmedo, es de un 30%. - - - - -

b. El líquido reduce la resistencia de los aglomerados o briquetas de modo que se requiere menos energía para desintegrarlos. - - - - -

5. En el proceso de molturación en húmedo puede facilitarse la desaglomeración por dos medidas adicionales: - -

1. Se somete el líquido a presión hidrostática antes o durante la aplicación de esfuerzo y al final del ciclo de esfuerzo la presión debe reducirse lo más instantáneamente posible. La presión causa una penetración mejorada del líquido en las grietas por las que se reducen consiguientemente las fuerzas de adhesión. El alivio repentino de la presión provoca un aflojamiento del aglomerado a causa de la presión interna así generada. En vista de las capilaridades más estrechas en los aglomerados la presión en el interior de los mismos cae mucho más lentamente que en el exterior. - -

20. La Figura 7 es una representación esquemática de un posible aparato para realizar la trituración y briquetación y la reducción de presión instantánea al final de la primera etapa. La prensa de ariete ilustrada comprende una cámara de presión 1 que está cerrada del exterior por paredes 2 y 3,

un fuelle 4, un cilindro 5 y un ariete inferior 6. Se suministran el material a triturar y el líquido a una entrada 7 y atraviesan una válvula 8 de accionamiento magnético y un paso 9 en la cámara de presión. Cuando se retrasa el ariete superior 10 se llena una cámara de compresión 11. Durante este tiempo el ariete inferior 6 está apretado contra el cilindro 5. Se presuriza el líquido por aire comprimido suministrado a través de una línea 12 de presión dotada de una válvula magnética 13 que se abre en la cámara de presión 1. El ariete superior 10 aplica esfuerzo al material en masa, se permite que el líquido desplazado fluya a través de ranuras circunferenciales axiales 14 practicadas en el cilindro. - - - - -

Al aliviar el ariete superior 10 se abre una válvula magnética 15 en un ramal de la línea 12 de presión y se reduce la presión instantáneamente. El ariete inferior 6 cae hacia abajo, el ariete superior 10 empuja el material fuera del cilindro 5 con forma ligeramente cónica, si es necesario. Entonces nuevamente se aprieta el ariete inferior 6 en el cilindro 5 y se retrasa el ariete superior 10 de modo que puede llenarse la cámara de compresión nuevamente con material nuevo. - - - - -

2. La segunda medida estriba en cargar el líquido en

adición de un gas que es fácilmente soluble, tal como CO_2 . Al producirse una reducción repentina de presión, se libera parcialmente el gas y así la presión interna en las grietas aumenta. - - -

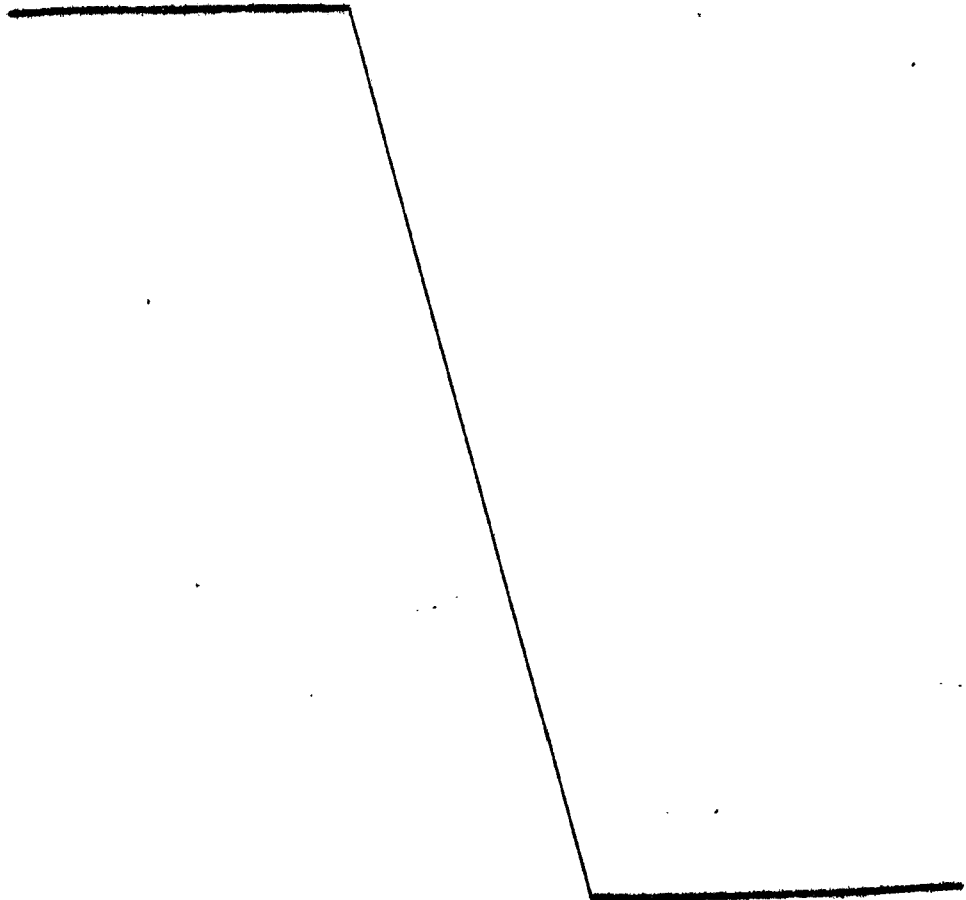
5. Otro medio de facilitar la desaglomeración estriba en la adición de un líquido antiaglomerante, tal como el etilenglicol. Como que el efecto del mismo depende de la condición de que el vapor alcance las superficies de grieta recién formadas antes de que tenga lugar la aglomeración, se prevé de acuerdo con el método de la invención bien aumentar
10. la presión del gas o bajarla por debajo de la presión de vapor del líquido antiaglomerante (aditivo de molturación). En el primer caso el gas fluye más rápidamente que a presión normal en las grietas y arrastra al vapor efectivo, cuyas moléculas alcanzan las superficies de las grietas por
15. difusión. Si la presión del gas es inferior a la presión de vapor del líquido antiaglomerante, las moléculas del gas perturban el transporte del vapor mucho menos de modo que las moléculas del vapor puedan alcanzar la superficie de la
20. grieta mucho más rápidamente que a presión atmosférica normal del gas. Un aparato apropiado para realizar esta variante del método según la invención es similar al que se ilustra en la Figura 7. - - - - -

25. En principio cualesquier prensas conocidas tales como prensas de rulos, prensas de tornillo, prensas de arig

te y similares, son apropiadas para realizar el método según la invención y las modificaciones indicadas. No obstante, deben estar adaptadas a las exigencias del método según la invención. La desintegración de los aglomerados o briquetas puede realizarse en cualesquier molinos convencionales de bolas o de martillos. - - - - -

5.

A los efectos consiguientes se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las reivindicaciones que siguen. - - - - -



REIVINDICACIONES

1.- Método para la trituración fina y muy fina de materiales quebradizos, en el que se aplica esfuerzo a las partículas a triturar en forma de un lecho de material en masa entre dos superficies duras prácticamente no cedentes, caracterizado porque en una primera etapa se aplica esfuerzo una vez a un lecho de partículas a triturar con una energía suficientemente elevada no sólo para provocar la trituración sino también la aglomeración o briquetación franca de los fragmentos sometiendo el lecho a compresión de al menos 500 kg/cm² y porque se desintegran subsiguientemente los aglomerados o briquetas resultantes en otra etapa por otro esfuerzo mecánico. - - - - -

2.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque en la primera etapa se aplica un esfuerzo una vez al lecho de partículas a triturar sometiendo el lecho a una compresión de al menos 800 kg/cm². - - - - -

3.- Método según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque las partículas a triturar se someten a esfuerzo en la primera etapa mientras se mojan parcial o totalmente o con un exceso de un líquido. - - - - -

4.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque con anterioridad a la aplicación del esfuerzo en la primera etapa o durante ella, se exponen las partículas

a triturar al vapor de un líquido antiaglomerante. - - - -

5. 5.- Método según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado porque se realiza la aplicación de esfuerzo en la primera etapa en una cámara de presión y porque se presuriza el líquido o vapor a por encima de la presión normal. -

10. 6.- Método según la reivindicación 5, caracterizado porque se realiza la aplicación de esfuerzo en la primera etapa en una cámara de presión en que la presión de gas es inferior a una atmósfera o inferior a la presión parcial del vapor antiaglomerante. - - - - -

7.- Método según la reivindicación 5, caracterizado porque primero se carga el líquido con un gas soluble. -

15. 8.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado porque se reduce la elevada presión instantáneamente después de una aplicación de esfuerzo. - - - - -

20. 9.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque se efectúa la aplicación de esfuerzo en la primera etapa en un molino de rulos, particularmente uno dotado de rulos cilíndricos. - - - - -

10.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque se realiza la aplicación de esfuerzo en la primera etapa en una prensa de briquetación,

particularmente una prensa de briquetación de rulos. - - -

11.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque se efectúa la aplicación de esfuerzo en la primera etapa en una prensa de ariste. - - -

9. 12.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque el lecho de material sometido a esfuerzo por compresión en la primera etapa se mueve por fuerzas mecánicas y posteriormente se le aplica esfuerzo una vez más por compresión. - - - - -

10. 13.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque se realiza la aplicación posterior de esfuerzo mecánico como esfuerzo por impacto. - - - - -

15. 14.- Método según la reivindicación 13, caracterizado porque se realiza la aplicación posterior de esfuerzo mecánico en un molino de martillos. - - - - -

15.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque se realiza la aplicación posterior de esfuerzo mecánico como un esfuerzo combinado de compresión y cisallamiento. - - - - -

20. 16.- Método según la reivindicación 15, caracterizado porque se realiza la aplicación posterior de esfuerzo mecánico en un molino de bolas. - - - - -

17.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque se mojan los aglomerados o briquetas en un líquido. - - - - -

5. 18.- Método según la reivindicación 1, para la trituración fina de materias primas para la producción de cemento, clinker de cemento, minerales y carbones así como cal, bauxita, dolomita y carbonatos alcalinotérreos similares, caracterizado porque se aplica esfuerzo una vez a un lecho de partículas a triturar, bien en un molino de rulos en que un rulo rueda sobre una superficie de rodadura o en
10. un molino de rulos del tipo que incluye dos rulos cilíndricos que giran en sentidos contrarios, sometiendo el lecho a compresión de al menos 800 kg/cm^2 , preferiblemente de al menos 1.000 kg/cm^2 y porque se desintegran los aglomerados resultantes en un molino de bolas o un molino de martillos. -
- 15.

- 19.- Método según la reivindicación 1, para la trituración muy fina particularmente de cuarzo, piedra caliza, feldespatos, caracterizado porque se aplica esfuerzo una vez a un lecho de partículas a triturar o bien en un molino
20. de rulos en que un rulo rueda sobre una superficie de rodadura o en un molino de rulos del tipo que incluye dos rulos cilíndricos que giran en sentidos contrarios, sometiendo el lecho a compresión de al menos 1.500 kg/cm^2 y porque se desintegran los aglomerados resultantes en un molino de bolas
25. o un molino de martillos. - - - - -

20.- Método según las reivindicaciones 1, 18 ó 19, caracterizado porque el lecho de partículas a triturar se somete a esfuerzo por compresión de modo tal que al menos un 30%, preferiblemente al menos un 50% de los fragmentos tenga el grado deseado de finura del producto final. -

5.

21.- Método según la reivindicación 20, caracterizado porque el producto que sale del molino de bolas o de martillos se separa en una fracción de producto final y una fracción gruesa que se recicla a la entrada de la primera etapa. - - - - -

10.

22.- "MÉTODO PARA LA ENTUPURACION FINA Y MUY FINA DE MATERIALES QUEBRADIZOS". - - - - -

Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de veintiocho hojas, foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras, y de tres láminas de dibujos que la ilustran. -----

15.

BARCELONA, 23 FEB 1978
P. A. M. CURELL SUÑOL



mon/maf.

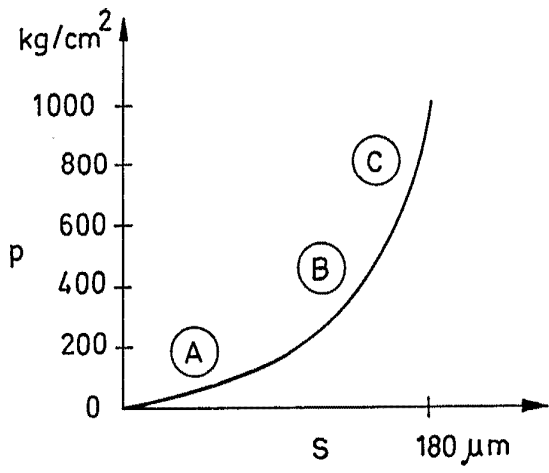


Fig.1

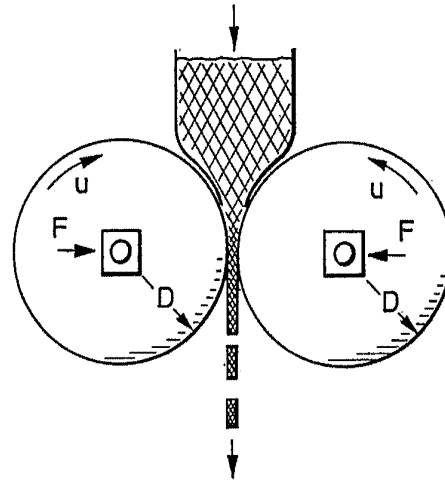


Fig.2

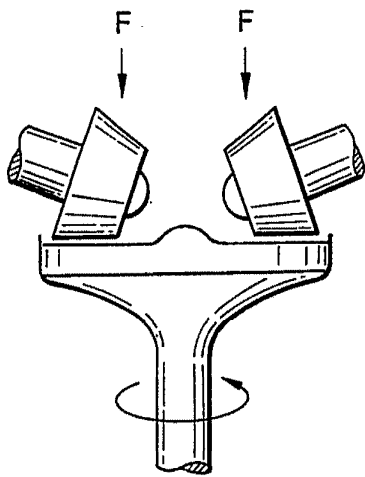


Fig.3

BARCELONA, 23 FEB. 1978
P. A. M. CURELL SUÑOL

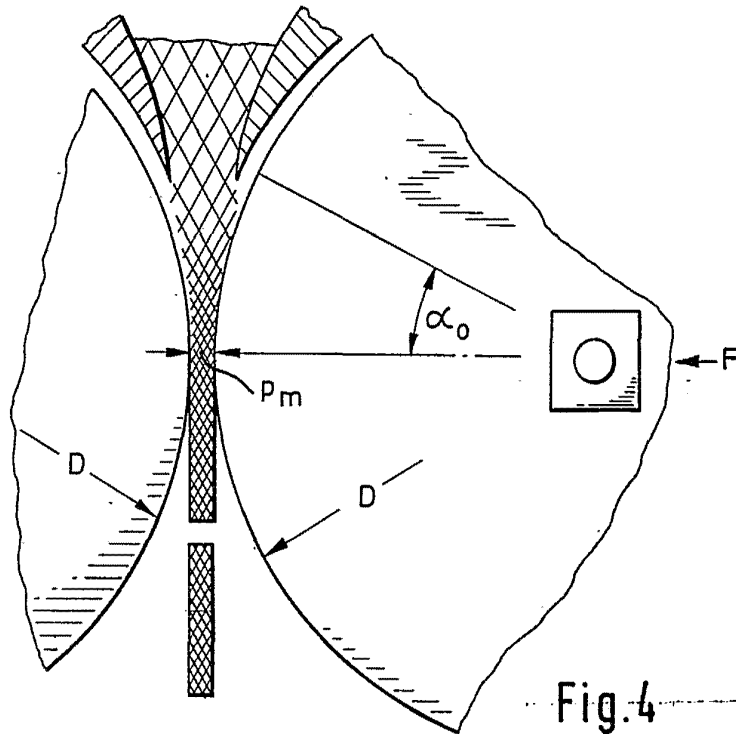


Fig. 4

BARCELONA, 23 FEB. 1978

P. A. M. CURELL SUÑOL

\dot{M}
 $x_a < 2,5 \text{ mm}$

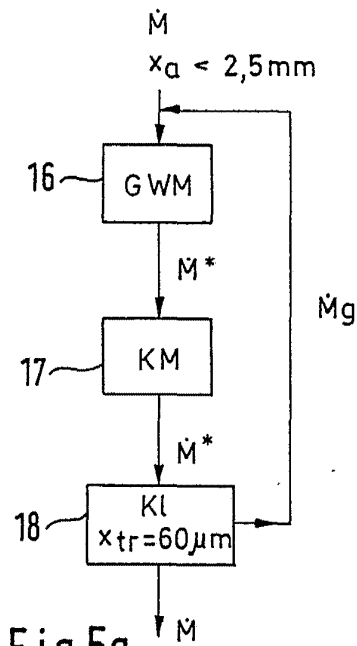


Fig. 5a

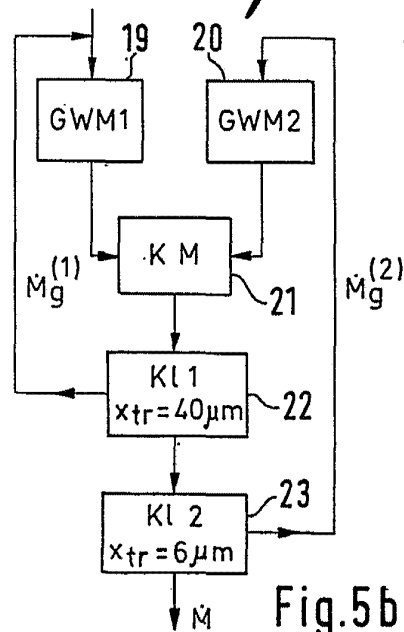


Fig. 5b

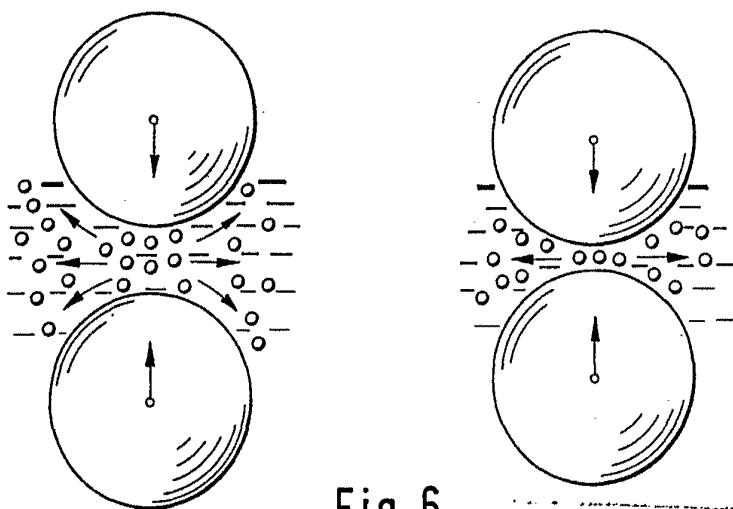


Fig.6

BARCELONA, 23 FEB. 1978
P. A. M. CURELL SUÑOL

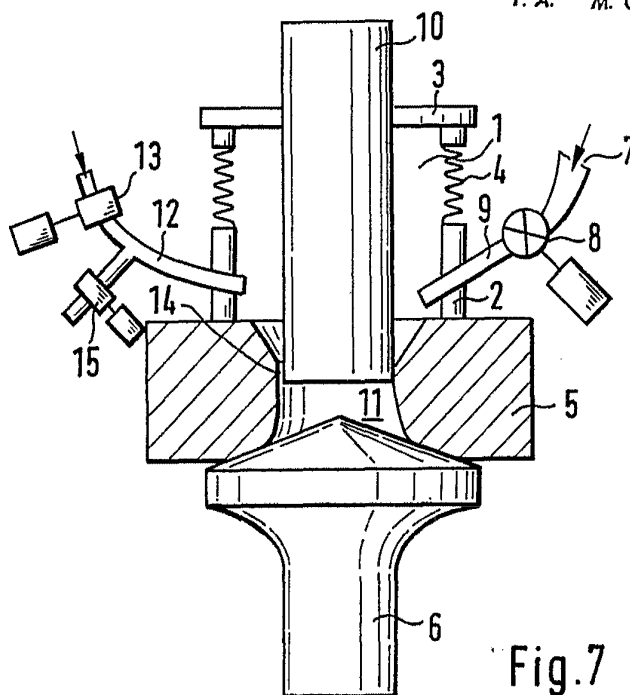


Fig.7