

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 251**

51 Int. Cl.:

B02C 15/00 (2006.01)

B02C 17/00 (2006.01)

B02C 21/00 (2006.01)

B02C 23/12 (2006.01)

B02C 23/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2012 PCT/EP2012/074029**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2013 WO13087421**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2012 E 12791794 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2790837**

54 Título: **Procedimiento y unidad de molienda, y procedimiento de producción correspondiente de un aglutinante hidráulico**

30 Prioridad:

16.12.2011 EP 11306684

16.12.2011 EP 11306685

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

24.02.2020

73 Titular/es:

HOLCIM TECHNOLOGY LTD (100.0%)

Zürcherstrasse 156

8645 Jona, CH

72 Inventor/es:

DUMONT, DIDIER

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 744 251 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y unidad de molienda, y procedimiento de producción correspondiente de un aglutinante hidráulico.

5 La presente invención se refiere al campo de la molienda, y en particular a la molienda de materias primas utilizadas para la producción de aglutinantes hidráulicos.

10 La molienda de diferentes materias primas es un procedimiento conocido, así como los equipos y las unidades que posibilitan moler diferentes materias primas. Por ejemplo, a partir del documento DE 42 24 704 A1 es conocido implementar un procedimiento de molienda de un clínker de cemento en una unidad de molienda que comprende un primer molino, un segundo molino y un separador. Esto permite que la unidad de molienda confiera una finura determinada al clínker de cemento. Sin embargo, los requisitos en lo que se refiere a la molienda han cambiado y, en particular, existe una tendencia a moler diferentes materiales cada vez más finamente, en particular en el campo de los aglutinantes hidráulicos.

15 La finura de un material puede caracterizarse por una curva denominada curva de distribución de tamaño de partícula, que representa la evolución del porcentaje en volumen de las partículas según el tamaño medio de las partículas. Una curva de distribución de tamaño de partícula generalmente presenta una forma del tipo de curva de Gauss, es decir, una curva con forma de campana.

20 Por tanto, una curva de distribución de tamaño de partícula aumenta hasta un porcentaje en volumen máximo, a continuación, disminuye. Una curva de distribución de tamaño de partícula está más o menos extendida alrededor del tamaño medio de las partículas, lo que corresponde al porcentaje en volumen máximo. Se considera que una curva de distribución de tamaño de partícula está centrada cuando no está muy extendida a ambos lados del tamaño medio de las partículas, lo que corresponde al porcentaje en volumen máximo.

25 La extensión de una curva de distribución de tamaño de partícula puede evaluarse, por ejemplo, por la pendiente de Rosin Rammler (nRR). La pendiente de Rosin Rammler puede determinarse trazando una curva que representa la evolución del residuo de tamiz, en escala logarítmica, según el tamaño de las partículas. La curva obtenida es casi una recta. La pendiente de esta recta es la pendiente de Rosin Rammler.

30 Con el fin de obtener una curva de distribución de tamaño de partícula centrada, es deseable presentar una pendiente de Rosin Rammler superior o igual a 1.2, preferentemente lo más alta posible.

35 Puede ser difícil obtener una curva de distribución de tamaño de partícula centrada cuando se desea un material finamente molido. Por ejemplo, una curva de distribución de tamaño de partícula típica presenta una pendiente de Rosin Rammler de 0.8 a 1.1. Una pendiente de Rosin Rammler mayor o igual a 1.2 sería más satisfactoria.

40 No es posible obtener materiales que presenten una curva de distribución de tamaño de partícula centrada para una superficie específica de Blaine superior o igual a 7000 cm²/g utilizando procedimientos de molienda existentes y equipos asociados.

45 Con el fin de responder a los requisitos de los industriales y, en particular, de los productores de cemento, se ha hecho necesario encontrar otros medios para obtener materiales molidos que presenten una curva de distribución de tamaño de partícula centrada para una superficie específica de Blaine superior o igual a 7000 cm²/g.

50 Por tanto, el problema que pretende resolver la invención es proporcionar un nuevo medio para moler al menos un material, y en particular un material utilizado para la producción de aglutinantes hidráulicos, con el fin de obtener un material molido que presente una pendiente de Rosin Rammler mayor que o igual a 1.2, preferentemente lo más alta posible, y una superficie específica de Blaine superior o igual a 7000 cm²/g.

55 De manera inesperada, los inventores han demostrado que es posible utilizar, para moler un material más finamente, y en particular un material utilizado para la producción de aglutinantes hidráulicos, un procedimiento de molienda con una unidad que comprende un primer molino asociado con un primer separador, y un segundo separador asociado con un segundo molino, seleccionándose la velocidad radial y la velocidad tangencial de los separadores primero y segundo de modo que el material molido final tenga una superficie específica de Blaine superior o igual a 7000 cm²/g y/o una pendiente de Rosin Rammler mayor de o igual a 1.2.

60 En general, un separador comprende un recinto cilíndrico fijo en un eje vertical, en el que están situadas una jaula rotatoria y paletas. Las paletas están situadas en un círculo alrededor de la jaula rotatoria. Se extienden a lo largo de toda la altura de la jaula rotatoria. La jaula rotatoria comprende cuchillas fijas entre el disco inferior macizo y un disco superior hueco. Cada cuchilla está orientada radialmente en una dirección sustancialmente vertical a lo largo de toda la altura de la jaula rotatoria. El espacio situado entre las cuchillas de la jaula rotatoria y las paletas se denomina zona de selección. El espacio situado entre el recinto cilíndrico y las paletas se denomina zona de alimentación de gas y partículas de un material que va a separarse. Un gas pasa a través de un separador, en particular, para transportar las partículas de un material que va a separarse. La jaula rotatoria es un cilindro, que

5 presenta una altura y un diámetro, que gira alrededor de sí mismo a lo largo del eje vertical de la jaula rotatoria. Las paletas pueden orientarse, girando alrededor de sí mismas, para ajustar la velocidad del gas a la velocidad de rotación de la jaula rotatoria. El gas, que transporta el material que va a separarse, llega por la parte inferior del separador a la zona de alimentación y se eleva verticalmente. Se desvía por las paletas para pasar la zona de selección y alcanzar las cuchillas de la jaula rotatoria mediante un movimiento radial, a continuación, reanuda su movimiento de elevación vertical en el centro de la jaula rotatoria.

10 La velocidad radial es la velocidad de desplazamiento, a través de la zona de selección del separador, del gas utilizado para transportar las partículas del material que va a separarse. La velocidad radial se expresa en metros por segundo. La velocidad radial puede calcularse según métodos conocidos por el experto en la materia, conociendo la altura y el diámetro de la jaula rotatoria (por tanto, su superficie de intercambio) y la velocidad de flujo del gas.

15 La velocidad tangencial es la velocidad de rotación en la periferia de la jaula rotatoria del separador, que transmite una fuerza centrífuga a las partículas del material que va a separarse. La velocidad tangencial se expresa en metros por segundo. La velocidad tangencial puede calcularse según métodos conocidos por el experto en la materia, conociendo el diámetro de la jaula rotatoria y su velocidad de rotación en revoluciones por minuto.

20 La presente invención pretende proporcionar por lo menos una de las ventajas enumeradas a continuación:

- es posible moler materiales hasta finuras mayores de o iguales a 7000 cm²/g de superficie específica de Blaine;
- 25 - es posible reducir la energía requerida para la molienda, por ejemplo, optimizando la dimensión del segundo molino en un procedimiento de molienda llevado a cabo en dos etapas;
- el material que va a molerse puede permanecer menos tiempo en el primer y segundo molinos, para obtener finuras equivalentes en comparación con las unidades de molienda conocidas;
- 30 - en el caso en que los molinos primero y/o segundo sean molinos de bolas, es posible reducir aún más el tiempo de molienda al reducir el diámetro de las bolas;
- en general, cuando se aumenta la velocidad tangencial y cuando se reduce la velocidad radial para los separadores primero y/o segundo, es posible separar las partículas que presentan un tamaño medio más pequeño.
- 35

Finalmente, la invención presenta la ventaja de poder utilizarse en la industria de la construcción, la industria del cemento o en estaciones de molienda.

40 La invención se refiere a un procedimiento de molienda de una materia prima en una unidad de molienda que comprende:

- un primer taller que comprende un primer molino y un primer separador, estando conectada una salida del primer molino a una entrada del primer separador;
- 45 • un segundo taller que comprende un segundo separador y un segundo molino, estando conectada una salida del segundo separador a una entrada del segundo molino;

50 estando alimentado el segundo separador por el material procedente del primer separador, estando caracterizado dicho procedimiento por que:

- el primer separador se hace funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 15 y 25 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 3.5 y 5 m/s; y
- 55 - el segundo separador se hace funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 20 y 50 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 2.5 y 4 m/s.

60 El procedimiento según la presente invención posibilita producir materiales ultrafinos a una velocidad de flujo industrial.

Preferentemente, el primer separador se hace funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 20 y 25 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 3.5 y 4.5 m/s.

65 Preferentemente, el segundo separador se hace funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 25 y 45 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 3 y 3.5 m/s.

ES 2 744 251 T3

Preferentemente, la relación entre la velocidad tangencial del segundo separador y la velocidad tangencial del primer separador está comprendida entre 1.6 y 2.4, en particular entre 1.8 y 2.2.

5 Preferentemente, la relación entre la velocidad radial del primer separador y la velocidad radial del segundo separador está comprendida entre 1.1 y 1.5, en particular entre 1.2 y 1.4.

Preferentemente, el procedimiento comprende las etapas siguientes:

10 moler la materia prima que va a molerse en el primer molino para proporcionar un primer material molido;

separar el primer material molido en el primer separador para proporcionar una primera fracción fina y una primera fracción gruesa;

15 recircular la primera fracción gruesa hacia el primer molino;

separar la primera fracción fina en el segundo separador para proporcionar una segunda fracción fina y una segunda fracción gruesa;

20 almacenar la segunda fracción fina en unos medios de almacenamiento;

moler la segunda fracción gruesa en el segundo molino para proporcionar un segundo material molido;

separar el segundo material molido en el segundo separador.

25 La invención también se refiere a un procedimiento para la producción de un aglutinante hidráulico que comprende las etapas siguientes:

(i) moler al menos dos materiales con un procedimiento de molienda tal como se definió anteriormente;

30 (ii) mezclar los materiales obtenidos en la etapa (i) con otros materiales molidos o no molidos opcionales.

Preferentemente, la operación de molienda en la etapa (i) es una operación durante la cual los materiales son molidos por separado.

35 La presente invención también se refiere a un aglutinante hidráulico que comprende materiales obtenidos mediante el procedimiento de molienda según la presente invención.

Preferentemente, los materiales del aglutinante hidráulico según la presente invención se obtuvieron mediante molienda por separado, lo que quiere decir que cada uno se molió por separado en una unidad de molienda, que es preferentemente la unidad de molienda según la presente invención.

40 La invención también se refiere a una unidad de molienda, en particular para llevar a cabo el procedimiento de molienda tal como se definió anteriormente, comprendiendo dicha unidad:

45 • un primer taller que comprende un primer molino y un primer separador, estando una salida del primer molino conectada a una entrada del primer separador;

• un segundo taller que comprende un segundo separador y un segundo molino, estando una salida del segundo separador conectada a una entrada del segundo molino;

50 estando el segundo separador alimentado por el material procedente del primer separador, en la que el primer separador está adaptado para funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 15 y 25 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 3.5 y 5 m/s, y el segundo separador está adaptado para funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 20 y 50 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 2.5 y 4 m/s.

55 Preferentemente, el primer separador está adaptado para funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 20 y 25 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 3.5 y 4.5 m/s. Preferentemente, el segundo separador está adaptado para funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 25 y 45 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 3 y 3.5 m/s.

60 Cuando un separador dado está adaptado para funcionar a una velocidad de un intervalo dado, significa que está adaptado para funcionar en cualquier valor de este intervalo.

65 La unidad de molienda según la presente invención comprende dos talleres, que pueden estar conectados entre sí o separados por unos medios de almacenamiento intermedio. Los dos talleres pueden estar en el mismo centro o en centros diferentes. Por otra parte, los dos talleres de la unidad de molienda según la presente invención pueden funcionar a la vez o en momentos diferentes. Pueden funcionar a la misma velocidad de flujo de material

o a diferentes velocidades de flujo.

Los molinos primero y segundo pueden ser cualquier molino conocido, por ejemplo, un molino de bolas o un molino de compresión.

5

Según una primera forma de realización, el segundo molino es un molino de bolas. Un molino de bolas comprende generalmente un recinto de forma cilíndrica, en el que se sitúa el material que va a molerse que presenta una longitud y un diámetro D. Preferentemente, el segundo molino es un molino de bolas que comprende un recinto de forma cilíndrica que presenta una longitud L, un diámetro D y una relación de L/D inferior o igual a 2,5, expresándose L y D en la misma unidad de medición.

10

Cuando el segundo molino es un molino de bolas, la relación de longitud/diámetro (L/D) del recinto del segundo molino es preferentemente inferior o igual a 2, más preferentemente inferior o igual a 1,5.

15

Preferentemente, la relación de L/D es superior o igual a 0,65.

Preferentemente, las bolas presentan un diámetro promedio de 18 a 20 mm.

20

Según una segunda forma de realización, el segundo molino es un molino de compresión. A este respecto, el segundo taller puede comprender dicho molino de compresión y dicho segundo separador, estando conectada una salida del separador a una entrada del molino, alimentándose el separador con gas mediante:

25

- una primera entrada de gas situada al nivel del molino, pasando el gas procedente de la primera entrada de gas primero a través del molino a continuación a través del separador;
- una segunda entrada de gas situada al nivel del separador, pasando el gas procedente de la segunda entrada de gas solo a través del separador y mezclándose con el gas procedente de la primera entrada de gas tras su paso a través del molino.

30

La invención también se refiere a una cementera que comprende una unidad de molienda según la presente invención conectada a una entrada de un horno de cementera.

35

La invención también se refiere a un taller de molienda que comprende una unidad de molienda según la presente invención conectada a una entrada de unos medios de almacenamiento.

La invención también se refiere a una utilización de una unidad de molienda según la presente invención para obtener un material molido final que presenta una pendiente de Rosin Rammler superior o igual a 1.2.

40

El material que va a molerse es preferentemente un material utilizado para la producción de un aglutinante hidráulico o una composición hidráulica.

El material que va a molerse es preferentemente un clínker, un aglutinante hidráulico (por ejemplo, un cemento) o una adición mineral (por ejemplo, escoria, cenizas volantes, una puzolana o piedra caliza).

45

Un clínker es generalmente el producto obtenido tras la cocción (clinkerización) de una mezcla (la harina cruda) que comprende piedra caliza y, por ejemplo, arcilla.

50

Un aglutinante hidráulico comprende cualquier compuesto que fragüe y se endurezca mediante reacción de hidratación. Preferentemente, el aglutinante hidráulico es un cemento. Un cemento comprende generalmente un clínker y sulfato de calcio. El clínker puede ser, en particular, un clínker Portland.

55

Las adiciones minerales son generalmente, por ejemplo, cenizas volantes (por ejemplo, tal como se define en la regla NF EN 197-1 « Cemento » de febrero de 2001, párrafo 5.2.4 o tal como se define en la regla EN 450 « Hormigón»), materiales puzolánicos (por ejemplo, tal como se define en la regla NF EN 197-1 « Cemento » de febrero de 2001, párrafo 5.2.3), humo de sílice (por ejemplo, tal como se define en la regla NF EN 197-1 « Cemento » de febrero de 2001, párrafo 5.2.7 o tal como se define en la regla prEN 13263:1998 o NF P 18-502 « Hormigón »), escorias (por ejemplo, tal como se define en la regla NF EN 197-1 « Cemento » párrafo 5.2.2 o tal como se define en la regla NF P 18-506 « Hormigón »), esquistos calcinados (por ejemplo, tal como se define en la regla NF EN 197-1 « Cemento » de febrero de 2001, párrafo 5.2.5), adiciones de piedra caliza (por ejemplo, tal como se define en la regla NF EN 197-1 « Cemento » párrafo 5.2.6 o tal como se define en la regla NF P 18-508 « Hormigón ») y adiciones silíceas (por ejemplo, tal como se define en la regla NF P 18-509 « Hormigón »), metacaolines o mezclas de los mismos.

60

65

La finura del material molido final puede expresarse en términos de Dv97, Dv80 o superficie específica de Blaine. El Dv97 (en volumen) es generalmente el percentil 97 de la distribución de tamaño de partícula, es decir que el 97% de las partículas presentan un tamaño más pequeño que o igual a Dv97 y el 3% presentan un tamaño más

grande que Dv97. Asimismo, el Dv80 (en volumen) es generalmente el percentil 80 de la distribución de tamaño de partícula, es decir que el 80% de las partículas presentan un tamaño más pequeño que o igual a Dv80 y el 20% presentan un tamaño más grande que Dv80.

5 Generalmente, el Dv97 y el Dv80 pueden determinarse mediante granulometría láser para tamaños de partícula menores de 200 μm , o tamizando de antemano para tamaños de partícula mayores de 200 μm . Un aparato de granulometría láser comprende generalmente equipos para el tratamiento previo del material que va a analizarse para posibilitar desaglomerar las partículas del material. Generalmente, la desaglomeración se lleva a cabo mediante ultrasonidos en medio líquido (por ejemplo, en etanol). Cuando las partículas tienden a aglomerarse, se recomienda variar la duración de los ultrasonidos para garantizar la dispersión o para cambiar la naturaleza del líquido de dispersión.

La superficie específica de Blaine se determina según la regla EN 196-6 de agosto de 1990, párrafo 4.

15 La superficie específica de Blaine del material molido final es preferentemente de desde 7000 hasta 10000 cm^2/g .

La finura del material molido puede ser:

- 20 - para un cemento de tipo CEM I según la regla EN 197-1 de febrero de 2001, el Dv97 puede ser de desde 15 hasta 20 μm y la superficie específica de Blaine puede ser de desde 7000 hasta 10000 cm^2/g ;
- para una adición mineral de piedra caliza, el Dv80 puede ser de aproximadamente 6 μm ;
- 25 - para una escoria, el Dv80 puede ser de desde 5 hasta 7 μm y la superficie específica de Blaine puede ser de desde 7000 a 10000 cm^2/g ;
- para cenizas volantes, el Dv97 puede ser de aproximadamente 7 μm .

30 Preferentemente, la pendiente de Rosin Rammler del material molido final es de desde 1.2 hasta 1.6, más preferentemente desde 1.3 hasta 1.5.

La unidad de molienda y el procedimiento según la presente invención pueden posibilitar, por ejemplo, obtener aglutinantes hidráulicos tal como se describe en las solicitudes de patente francesa n.º 06/04398, 07/06703, 09/01364 y 11/50676.

35 Cuando van a molerse varios materiales, los diferentes materiales que va a molerse pueden molerse juntos o por separado.

40 Cuando van a molerse varios materiales, el procedimiento de molienda según la presente invención se basa preferentemente en la molienda por separado de los materiales con el fin de optimizar la molienda para cada uno de los materiales. Los procedimientos de molienda conocidos son procedimientos de molienda conjunta, que en particular presentan problemas en lo que se refiere a la gestión de la finura respectiva de cada material que va a molerse. Una mezcla de dos materiales que presentan diferentes índices de molienda no posibilita obtener una mezcla molida con finuras satisfactorias, ni siquiera con finuras óptimas, para cada material. El material más fácil de moler puede molerse más finamente de lo que se desea mientras que el material menos fácil de moler puede molerse de manera más gruesa de lo que se desea. En cambio, las operaciones de molienda por separado pueden proporcionar la finura deseada para cada material.

50 Por otra parte, la molienda por separado puede posibilitar adaptar las composiciones, con naturalezas, cantidades y tamaños controlados de los diferentes materiales.

Preferentemente, pueden utilizarse varias unidades de molienda según la presente invención en el mismo centro para moler cada material por separado.

55 La invención también se refiere a un molino de bolas, en particular un molino de bolas que pertenece a la unidad de molienda anterior, comprendiendo dicho molino de bolas un recinto con una forma cilíndrica que presenta una longitud L, un diámetro D y una relación de L/D inferior o igual a 2.5, expresándose L y D en la misma unidad de medición.

60 La invención también se refiere a un taller de molienda, en particular un taller de molienda que pertenece a la unidad de molienda anterior, comprendiendo dicho taller un molino de compresión y un separador, estando conectada una salida del separador a una entrada del molino, estando alimentado el separador con gas mediante:

- 65 • una primera entrada de gas situada al nivel del molino, pasando el gas procedente de la primera entrada de gas primero a través del molino a continuación a través del separador;

- una segunda entrada de gas situada al nivel del separador, pasando el gas procedente de la segunda entrada de gas solo a través del separador y mezclándose con el gas procedente de la primera entrada de gas tras su paso a través del molino.

5

Las formas de realización presentadas anteriormente se describen con mayor detalle en la siguiente descripción, en relación con las siguientes figuras:

10

- la figura 1 representa una forma de realización de una unidad de molienda según la presente invención;
- la figura 2 representa otra forma de realización de una unidad de molienda según la presente invención;
- la figura 3 es una vista lateral con una sección transversal de un molino y un separador que pertenecen a la unidad de molienda según la presente invención; y
- la figura 4 es una sección transversal a lo largo de la línea IV-IV en la figura 3.

15

20

Según la figura 1, la unidad de molienda comprende un primer taller y un segundo taller. El primer taller comprende un primer molino 11, un primer separador 12 y un primer filtro 13. El segundo taller comprende un segundo molino 21, un segundo separador 22 y un segundo filtro 23. El primer molino 11 se alimenta con material que va a molerse mediante un primer medio de transporte 31. Una salida del primer molino 11 está conectada a una entrada del primer separador 12 mediante un segundo medio de transporte 32. Una primera salida del primer separador 12 está conectada a una entrada del primer molino mediante un tercer medio de transporte 33. Una segunda salida del primer separador 12 está conectada a una entrada del primer filtro 13 mediante un cuarto medio de transporte 34. Una salida del primer filtro 13 está conectada a una entrada del segundo separador 22 mediante un quinto medio de transporte 35. Una primera salida del segundo separador 22 está conectada a una entrada del segundo filtro 23 mediante un sexto medio de transporte 36. Una salida del segundo filtro 23 está conectada a unos medios de almacenamiento 42 mediante un séptimo medio de transporte 37. Una segunda salida del segundo separador 22 está conectada a una entrada del segundo molino 21 mediante un octavo medio de transporte 38. Una salida del segundo molino 21 está conectada a la entrada del segundo separador 22 mediante un noveno medio de transporte 39.

25

30

El medio de transporte puede ser cualquier medio de transporte conocido, y por ejemplo una cinta transportadora, un tornillo continuo o un camión.

35

40

El procedimiento de funcionamiento de la forma de realización de una unidad de molienda según la figura 1 es el siguiente. La materia prima se muele en el primer molino 11 para proporcionar un primer material molido. El primer material molido se separa en el primer separador 12 para proporcionar una primera fracción fina y una primera fracción gruesa. La primera fracción gruesa se muele entonces en el primer molino 11. El primer filtro 13 se alimenta mediante la primera fracción fina. El primer filtro 13 posibilita filtrar el gas de transporte del primer separador 12 para proporcionar una primera fracción fina filtrada. La primera fracción fina filtrada se separa en el segundo separador 22 para proporcionar una segunda fracción fina y una segunda fracción gruesa. El segundo filtro 23 se alimenta mediante la segunda fracción fina. El segundo filtro 23 posibilita filtrar el gas de transporte del segundo separador 22 para proporcionar una segunda fracción fina filtrada. La segunda fracción fina filtrada se almacena en los medios de almacenamiento 42. La segunda fracción gruesa se muele en el segundo molino 21 para proporcionar un segundo material molido. El segundo material molido se separa en el segundo separador 22.

45

50

Según la figura 2, que representa una variante del procedimiento representado en la figura 1, la unidad de molienda puede comprender además unos medios de almacenamiento 41, que pueden ser un silo, situados entre el primer filtro 13 y el segundo separador 22. La salida del primer filtro 13 está conectada a una entrada de los medios de almacenamiento 41 mediante un décimo medio de transporte 40. Una salida de los medios de almacenamiento 41 está conectada a la entrada del segundo separador 22 mediante el quinto medio de transporte 35.

55

El procedimiento de funcionamiento de la forma de realización de una unidad de molienda según la figura 2 es el siguiente. Tras el paso a través del primer filtro 13, la primera fracción fina filtrada se almacena en los medios de almacenamiento 41. Este puede ser el caso en particular cuando dos talleres no funcionan al mismo tiempo, no funcionan a la misma velocidad de flujo o no están en el mismo centro. En este último caso, los medios de transporte quinto y/o décimo 35, 40 son un camión.

60

A modo de ejemplo, las materias primas que van a molerse pueden presentar un tamaño de partícula inferior o igual a 50 mm. La primera fracción fina filtrada puede presentar un tamaño de partícula inferior o igual a 63 μm , una superficie específica de Blaine de aproximadamente 3960 cm^2/g y una pendiente de Rosin Rammler de aproximadamente 1,02. La segunda fracción fina filtrada puede presentar un tamaño de partícula inferior o igual a 20 μm , una superficie específica de Blaine de aproximadamente 8000 cm^2/g y una pendiente de Rosin Rammler superior o igual a 1.2.

65

A modo de ejemplo, la velocidad de flujo de la primera fracción fina filtrada proporcionada por el primer filtro 13 puede ser de aproximadamente 100 t/h. La velocidad de flujo de la segunda fracción fina filtrada proporcionada por el segundo filtro 23 puede ser de aproximadamente 50 t/h.

5 Según la forma de realización de las figuras 3 y 4, el segundo molino es un molino de compresión 3 conectado al segundo separador 5. El molino comprende un recinto 45 está situada una mesa de molienda cilíndrica 2 en un eje vertical, rodeada por un anillo de celosía de ventilación 14 que comprende medios de guiado del flujo de gas en la dirección vertical. Están situados rodillos 10 en la periferia de la mesa 2. El eje de los rodillos 10 está colocado radialmente en relación con la mesa 2. Un cono 16 conecta el molino 3 y el separador 5. El molino 3 también
10 comprende una primera entrada de gas 7, situada en la parte inferior del molino 3 que emerge en el anillo de celosía de ventilación 14. El anillo de celosía de ventilación 14 está conectado a la primera entrada de gas 7. Un medio I de material de suministro que va a molerse posibilita alimentar el molino 3 con material que va a molerse.

15 El separador 5 comprende un recinto fijo 18 en un eje vertical en el que están situadas verticalmente una jaula rotatoria 9 y paletas 17. Las paletas 17 están situadas en un círculo alrededor de la jaula rotatoria 9. Cubren toda la altura de la jaula rotatoria 9. La jaula rotatoria 9 comprende cuchillas 43 que están fijas entre el disco macizo inferior y un disco hueco superior 44. Cada cuchilla 43 está orientada radialmente y se extiende en una dirección sustancialmente vertical a lo largo de toda la altura de la jaula rotatoria 9. Las cuchillas 43 no se unen entre sí en el centro de la jaula rotatoria 9. Una zona de selección 15 corresponde al espacio entre la jaula rotatoria 9 y las
20 paletas 17. Una zona de alimentación 6 de gas y partículas de un material que va a separarse corresponde al espacio entre el recinto cilíndrico 18 y las paletas 17. El extremo superior del recinto 45 del molino 3 emerge en la zona de alimentación 6 a través de un paso 46. El separador comprende además una segunda entrada de gas 8. La segunda entrada de gas 8 está situada al nivel del recinto 18 del separador 5. La entrada de gas 8 puede estar en forma de paletas de entrada variable, cuya posición puede ajustarse para ajustar el flujo de gas adicional. Un
25 medio de transporte II posibilita evacuar el material molido final desde el separador 5.

Cuando está en funcionamiento, el material que va a molerse se alimenta mediante el medio de suministro I en el centro de la mesa 2 del molino 3. La mesa 2 gira alrededor de su eje durante la operación de molienda. La velocidad de rotación de la mesa 2 del molino 3 puede estar establecida o ser ajustable. El material se mueve desde el centro
30 de la mesa 2 hacia la parte exterior de la mesa 2 durante la operación de molienda.

Los rodillos 10 giran alrededor de su eje horizontal. Los rodillos 10 pueden presentar diferentes formas, por ejemplo, formas cilíndricas, de anillo o truncadas. Los rodillos 10 ejercen presión sobre la mesa 2 mientras ruedan sobre la mesa 2 para moler el material que va a molerse. Los rodillos 10 se colocan bajo presión mediante un
35 sistema hidráulico (que funciona, por ejemplo, con aceite).

El material que va a molerse que entra en la zona de anillo 14 se transporta por el gas desde la primera entrada 7 en el extremo de la mesa 2 hacia la zona de alimentación 6 del separador 5 a través del paso 46. La velocidad de flujo de gas total en la zona de alimentación 6 comprende dos velocidades de flujo de gas diferentes: la velocidad de flujo de gas desde la primera entrada 7 procedente del molino 3 y una velocidad de flujo de gas adicional procedente de la segunda entrada 8 procedente de entradas de aire exteriores situadas al nivel del separador 5.
40

La jaula rotatoria 9 gira alrededor de su eje vertical D en la dirección dada por la flecha 19. Esta rotación crea una velocidad tangencial representada por la flecha 20. Las paletas 17 están fijas, lo que quiere decir que no giran alrededor del eje vertical D de la jaula rotatoria 9. Las paletas 17 pueden orientarse, girando alrededor de sí mismas, para ajustar la velocidad del gas a la velocidad de rotación de la jaula rotatoria 9. La mezcla del gas procedente de la primera entrada 7 y la segunda entrada 8, que porta las partículas del material que va a separarse, llega por la parte inferior del separador y se eleva en una dirección sustancialmente vertical en la zona de alimentación 6. Se desvía por las paletas 17, con el fin de pasar a través de la zona de selección 15 y alcanza las
45 cuchillas 43 de la jaula rotatoria 9 en un movimiento sustancialmente radial, es decir, en la dirección del eje vertical D. El gas escapa de la jaula rotatoria 9 en un movimiento de elevación, a través de una abertura que está sustancialmente en el centro de la jaula rotatoria 9 que generalmente está conectada a un medio de aspiración (no representado). Las partículas atrapadas por el gas alcanzan la jaula rotatoria 9 a una velocidad radial representada por la flecha 30.
50

El flujo de gas adicional desde la segunda entrada 8 posibilita ajustar el flujo de gas total en la zona de alimentación 6 y, por tanto, el flujo de gas en la zona de selección 15. Este flujo de gas total que comprende el flujo de gas desde la primera entrada 7 y el flujo de gas adicional desde la segunda entrada 8 induce la velocidad radial. La velocidad tangencial se determina por la velocidad de rotación de la jaula rotatoria 9 del separador 5. La combinación de las
55 velocidades tangencial y radial define el tamaño de corte y la finura del material molido final. Las partículas suficientemente pequeñas quedan atrapadas por el gas, a continuación, se elevan en una dirección sustancialmente vertical con el gas. Las partículas que son demasiado grandes caen en la zona de selección 15 mediante la acción de la gravedad. Las partículas que son demasiado grandes, que caen en la zona de selección 15 se recuperan en el cono 16, que envía las partículas que son demasiado grandes a la mesa 2 del molino 3. Las partículas finas se dirigen hacia el medio de transporte II del material molido final, que está conectado generalmente a un medio de aspiración y a unos medios de almacenamiento.
60
65

En los párrafos anteriores relacionados con las figuras 3 y 4, se hace referencia a un molino de compresión, utilizado como segundo molino según la invención. Sin embargo, este molino de compresión puede reemplazarse por un molino de bolas. En particular, este molino de bolas puede comprender un recinto de forma cilíndrica que presenta una longitud L, un diámetro D y una relación de L/D inferior o igual a 2.5.

Cuando se utiliza un molino de bolas, el separador asociado puede presentar la misma estructura que la del separador 5 descrito en las figuras 3 y 4. Además, este separador asociado a un molino de bolas puede hacerse funcionar del mismo modo, que el descrito anteriormente con referencia al separador 5 asociado a un molino de compresión. Además, independientemente de la naturaleza del segundo molino, puede utilizarse un molino de compresión o un molino de bolas como primer molino.

Ejemplos

15 Ejemplo 1: Comparación de diferentes talleres de molienda

Se compararon diferentes talleres de molienda. Cada uno de los molinos presentados a continuación estaba asociado a un separador.

20 La prueba 1 se llevó a cabo en las condiciones descritas a continuación. El material que iba a molerse era un cemento de tipo CEM I 52,5 N procedente de la cementera Lafarge de Saint Pierre La Cour. La unidad de molienda comprendía un primer taller que comprendía un primer molino de bolas y un primer separador, estando conectada una salida del primer molino a una entrada del primer separador; y un segundo taller que comprendía un segundo separador y un segundo molino de bolas, estando conectada una salida del segundo separador a una entrada del segundo molino; estando alimentado el segundo separador por el material procedente del primer separador. El primer molino presentaba dos compartimentos. El primer compartimento del primer molino presentaba una tasa de llenado de bolas del 30% en volumen y comprendía bolas que presentaban un diámetro de 60 a 90 mm. El segundo compartimento del primer molino presentaba una tasa de llenado de bolas del 32% en volumen y comprendía bolas que presentaban un diámetro de 20 a 50 mm. El segundo molino presentaba un compartimento que presentaba una tasa de llenado de bolas del 24% en volumen y que comprendía bolas que presentaban un diámetro de 18 a 20 mm. El cemento obtenido tras el paso a través del primer molino presentó una superficie específica de Blaine de Blaine de 3500 cm²/g. El cemento obtenido tras el paso a través del segundo molino presentó las características presentadas en la tabla 1 a continuación.

35 La prueba 2 se llevó a cabo en las condiciones descritas a continuación. El material que iba a molerse era un cemento de tipo CEM I 52,5 N procedente de la cementera Lafarge de Saint Pierre La Cour. La unidad de molienda comprendía un primer taller que comprendía un primer molino de bolas y un primer separador, estando conectada una salida del primer molino a una entrada del primer separador; y un segundo taller que comprendía un segundo separador y un segundo molino de bolas, estando conectada una salida del segundo separador a una entrada del segundo molino; estando alimentado el segundo separador por el material procedente del primer separador. El primer molino presentaba dos compartimentos. El primer compartimento del primer molino presentaba una tasa de llenado de bolas del 30% en volumen y comprendía bolas que presentaban un diámetro de 60 a 90 mm. El segundo compartimento del primer molino presentaba una tasa de llenado de bolas del 32% en volumen y comprendía bolas que presentaban un diámetro de 20 a 50 mm. El segundo molino presentaba un compartimento que presentaba una tasa de llenado de bolas del 24% en volumen y que comprendía bolas que presentaban un diámetro de 18 a 20 mm. El cemento obtenido tras el paso a través del primer molino presentó una superficie específica de Blaine de 3500 cm²/g. El cemento obtenido tras el paso a través del segundo molino presentó las características presentadas en la tabla 1 a continuación.

50 La prueba 3 se llevó a cabo en las condiciones descritas a continuación. El material que iba a molerse era un cemento de tipo CEM I 52,5 R procedente de la cementera Lafarge de La Couronne. La unidad de molienda comprendía un taller que comprendía un molino de bolas y un separador, estando conectada una salida del molino a una entrada del separador. El molino presentaba dos compartimentos. El primer compartimento del molino presentaba una tasa de llenado de bolas del 30% en volumen y comprendía bolas que presentaban un diámetro de 60 a 90 mm. El segundo compartimento del molino presentaba una tasa de llenado de bolas del 32% en volumen y comprendía bolas que presentaban un diámetro de 20 a 50 mm. El cemento obtenido tras el paso a través del molino presentó las características presentadas en la tabla 1 a continuación.

60 La tabla 1 a continuación presenta los resultados obtenidos. El primer separador presentaba una velocidad tangencial comprendida entre 15 y 25 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 3.5 y 5 m/s en la prueba 1 y la prueba 2, que corresponde a las velocidades definidas según la invención.

Tabla 1: Comparación de los diferentes talleres de molienda.

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Velocidad tangencial del primer separador.	de 15 a 25 m/s	de 15 a 25 m/s	-
Velocidad radial del primer separador.	de 3.5 a 5 m/s	de 3.5 a 5 m/s	-
Velocidad tangencial del segundo separador.	30.4 m/s	29.3 m/s	25.0 m/s
Velocidad radial del segundo separador.	3.5 m/s	3.5 m/s	3.9 m/s
Superficie específica de Blaine del cemento molido final	9300 cm ² /g	8400 cm ² /g	4400 cm ² /g
Pendiente de nRR del cemento molido final	1.50	1.39	0.97

La pendiente de nRR es la pendiente de Rosin Rammler.

5

Según la tabla 1 anterior, la prueba 1 y la prueba 2 comprendieron cada una dos etapas de molienda y las velocidades tangenciales y radiales para los separadores primero y segundo que correspondieron a las definidas según la invención (para el primer separador una velocidad tangencial de 15 a 25 m/s y a una velocidad radial de 3.5 a 5 m/s; para el segundo separador, respectivamente una velocidad tangencial de 30.4 m/s y una velocidad radial de 3.5 m/s para la prueba 1, y una velocidad tangencial de 29.3 m/s y una velocidad radial de 3.5 m/s para la prueba 2). La prueba 1 y la prueba 2 produjeron un material que presentó una superficie específica de Blaine superior o igual a 7000 cm²/g (respectivamente 9300 cm²/g para la prueba 1 y 8400 cm²/g para la prueba 2) y que presentó una pendiente a nRR superior o igual a 1.2 (respectivamente 1.50 para la prueba 1 y 1.39 para la prueba 2).

10

15

La prueba 3 comprendió una sola etapa de molienda. No fue posible obtener un material molido que presentara una superficie específica de Blaine superior o igual a 7000 cm²/g (4400 cm²/g) y que presentara una pendiente de nRR superior o igual a 1.2 (0.97) en la prueba 3.

20 Ejemplo 2: Comparación de los molinos de bolas

Se compararon varios molinos de bolas. Los molinos de bolas presentaban un recinto cilíndrico que presentaba razones diferentes de L/D, siendo L la longitud y siendo D el diámetro.

25

La unidad de molienda comprendía un primer taller que comprendía un primer molino de bolas y un primer separador, estando conectada una salida del primer molino a una entrada del primer separador; un segundo taller que comprendía un segundo separador y un segundo molino de bolas, estando conectada una salida del segundo separador a una entrada del segundo molino; estando alimentado el segundo separador por el material procedente del primer separador.

30

35

En la tabla 2 a continuación sólo se presentan determinados parámetros de funcionamiento del segundo taller. Para las pruebas 1-1 a 4-1, el material alimentado en el primer taller era una mezcla de clínker, piedra caliza y yeso que presentaba un tamaño de partícula inferior o igual a 50 mm. La composición de la mezcla era el 90% en masa de clínker, el 5% en masa de yeso y el 5% en masa de piedra caliza. El material que salió del primer taller era un cemento de tipo CEM I según la regla EN 197-1 de febrero de 2001 que presentaba una superficie específica de Blaine de 3960 cm²/g y una pendiente de Rosin Rammler (nRR) de 1,02.

40

El material alimentado en el primer taller en la prueba comparativa era un cemento de tipo CEM I según la regla EN 197-1 de febrero de 2001. El material que salió del primer taller presentó una superficie específica de Blaine de 3400 cm²/g y una pendiente de Rosin Rammler (nRR) de 0,99.

Tabla 2: Condiciones y resultados obtenidos para el procedimiento de molienda en el segunda taller.

Segundo taller	Tasa de llenado de bolas (%)	Tamaño de las bolas (mm)	L/D	Superficie específica de Blaine (cm ² /g)	Energía específica del segundo molino, kWh/t (2)	Pendiente de nRR
Prueba 1-1	29	18-20	0.70	7540	53	1.47
Prueba 1-2			1.40	7030	51	1.44
Prueba 2-1	24	18-20	0.70	7250	51	1.40
Prueba 2-2			1.40	7370	49	1.31
Prueba 3-1	17	18-20	0.70	8800	79	1.48
Prueba 3-2			1.40	8280	71	1.59
Prueba 4-1	25	12,7	0.70	7250	47	1.36
Prueba comparativa	28	>25	2.9	5250	X	0.87

La pendiente de nRR es la pendiente de Rosin Rammler.

La energía específica corresponde a la energía de molienda por tonelada de materia prima y se da en kWh/t.

5 Según la tabla 2 antes, las diferentes pruebas que se llevaron a cabo en un molino de bolas que comprendía un recinto que presentaba un diámetro de L/D inferior o igual a 2 (las pruebas 1-1 a 4-1) posibilitaron obtener un material molido que presentó una superficie específica de Blaine superior o igual a 7000 cm²/g y una pendiente de Rosin Rammler superior o igual a 1.2.

10 El valor óptimo de la relación de L/D en las condiciones del ejemplo fue de aproximadamente 1.4, y el valor óptimo de la tasa de llenado del molino fue de desde el 23 hasta el 24% en volumen.

Sin embargo, se sometió a prueba una disolución con un molino de bolas que comprendía bolas que presentaban un diámetro promedio de 12,7 mm, una tasa de llenado de bolas del 24% y una relación de L/D de 0,7.

15 La prueba comparativa llevó a cabo en un molino de bolas que comprendía un recinto que presentaba una relación de L/D de 2.9. El material molido obtenido presentó una superficie específica de Blaine de 5250 cm²/g y una pendiente de Rosin Rammler de solo 0.87.

20 La tabla 3 a continuación presenta una comparación en lo que se refiere a la energía requerida para la molienda.

Tabla 3: Comparación de las energías requeridas para la molienda.

	Superficie Específica Blaine (cm ² /g)	Energía específica del primer molino kWh/t (1)	Energía específica del segundo molino kWh/t (2)	Energía específica total para la molienda kWh/t totales	Energía específica para la molienda en una sola etapa kWh/t totales
Prueba 1-2	7030	41	51	92	104
Prueba 3-2	8280	41	71	112	148

25 La energía específica expresada en kWh/t (1) en la tabla 3 anterior, correspondió a la energía de molienda por tonelada de materia prima para el primer molino de bolas, es decir, la operación de molienda de la mezcla descrita anteriormente presentaba un tamaño de partícula inferior o igual a 50 mm. La energía específica expresada en kWh/t (2) correspondió a la energía de molienda por tonelada de materia prima para el segundo molino de bolas, es decir la operación de molienda del cemento que presentaba inicialmente una superficie específica de Blaine de 3960 cm²/g para obtener los valores de finura descritos en la segunda columna de la tabla 3.

30 Para concluir, la operación de molienda en una sola etapa utilizando un molino de bolas que comprendía un recinto que presenta una relación de L/D de 3 a 3.5 (véase la columna seis en la tabla 3) consumió más energía específica que la operación de molienda en dos etapas. Por ejemplo, la energía específica de molienda fue de 104 kWh/t para producir un cemento que presentó una superficie específica de Blaine de 7030 cm²/g en una etapa de molienda, mientras que fue de 92 kWh/t en dos etapas de molienda.

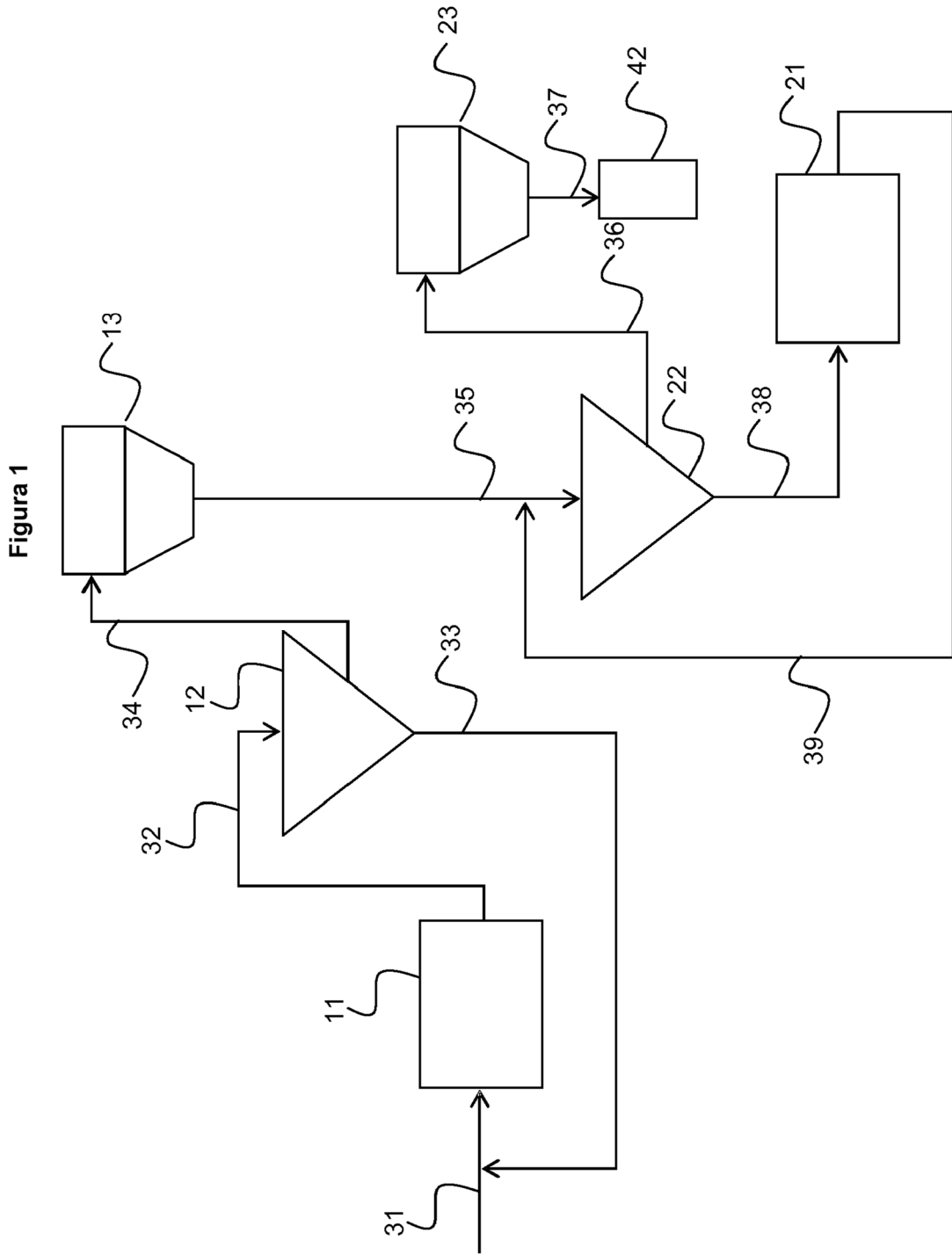
REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de molienda de una materia prima en una unidad de molienda, comprendiendo dicha unidad:
 - 5 • un primer taller que comprende un primer molino (11) y un primer separador (12), estando una salida del primer molino conectada a una entrada del primer separador;
 - un segundo taller que comprende un segundo separador (5; 22) y un segundo molino (3; 21), estando una salida del segundo separador conectada a una entrada del segundo molino;

10 estando el segundo separador alimentado por el material procedente del primer separador, estando dicho procedimiento caracterizado por que:

 - 15 - el primer separador (12) se hace funcionar a una velocidad tangencial (T1) comprendida entre 15 y 25 m/s y a una velocidad radial (R1) comprendida entre 3.5 y 5 m/s; y
 - el segundo separador (5; 22) se hace funcionar a una velocidad tangencial (T2) comprendida entre 20 y 50 m/s y a una velocidad radial (R2) comprendida entre 2.5 y 4 m/s.
- 20 2. Procedimiento de molienda según la reivindicación 1, caracterizado por que:
 - el primer separador (12) se hace funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 20 y 25 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 3.5 y 4.5 m/s.
- 25 3. Procedimiento de molienda según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que:
 - el segundo separador (5; 22) se hace funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 25 y 45 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 3 y 3.5 m/s.
- 30 4. Procedimiento de molienda según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la relación (T2/T1) entre la velocidad tangencial del segundo separador y la velocidad tangencial del primer separador está comprendida entre 1.6 y 2.4, en particular entre 1.8 y 2.2.
- 35 5. Procedimiento de molienda según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la relación (R1/R2) entre la velocidad radial del primer separador y la velocidad radial del segundo separador está comprendida entre 1.1 y 1.5, en particular entre 1.2 y 1.4.
- 40 6. Procedimiento de molienda según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas siguientes:
 - h) moler la materia prima que va a ser molida en el primer molino (11) para proporcionar un primer material molido;
 - 45 i) separar el primer material molido en el primer separador (12) para proporcionar una primera fracción fina y una primera fracción gruesa;
 - j) recircular la primera fracción gruesa hacia el primer molino (11);
 - 50 k) separar la primera fracción fina en el segundo separador (5; 22) para proporcionar una segunda fracción fina y una segunda fracción gruesa;
 - l) almacenar la segunda fracción fina en unos medios de almacenamiento (42);
 - 55 m) moler la segunda fracción gruesa en el segundo molino (3; 21) para proporcionar un segundo material molido;
 - n) separar el segundo material molido en el segundo separador (5; 22).
- 60 7. Procedimiento de molienda según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la materia prima comprende un aglutinante hidráulico y por lo menos otro material, comprendiendo el procedimiento de molienda una etapa de mezclado de las materias primas molidas con otros materiales molidos o no molidos opcionales.
- 65 8. Procedimiento de molienda según la reivindicación 7, en el que el aglutinante hidráulico y dicho por lo menos otro material son molidos por separado.

9. Unidad de molienda, en particular para llevar a cabo el procedimiento de molienda según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo dicha unidad
- 5
- un primer taller que comprende un primer molino (11) y un primer separador (12), estando una salida del primer molino (11) conectada a una entrada del primer separador (12);
 - un segundo taller que comprende un segundo separador (5; 22) y un segundo molino (3; 21), estando una salida del segundo separador conectada a una entrada del segundo molino;
- 10 estando el segundo separador alimentado por el material procedente del primer separador, estando el primer separador adaptado para funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 15 y 25 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 3.5 y 5 m/s y estando el segundo separador adaptado para funcionar a una velocidad tangencial comprendida entre 20 y 50 m/s y a una velocidad radial comprendida entre 2.5 y 4 m/s.
- 15 10. Unidad de molienda según la reivindicación 9, caracterizada por que el segundo molino (21) es un molino de bolas que comprende un recinto de forma cilíndrica que presenta una longitud L, un diámetro D y una relación de L/D inferior o igual a 2.5, expresándose L y D en la misma unidad de medición.
- 20 11. Unidad de molienda según la reivindicación 9, caracterizada por que el segundo taller comprende un molino de compresión (3) como segundo molino, y dicho segundo separador (5), estando una salida del separador (5) conectada a una entrada del molino de compresión (3), estando el separador (5) alimentado con gas mediante:
- 25
- una primera entrada de gas (7) situada al nivel del molino de compresión (3), pasando el gas procedente de la primera entrada de gas (7) primero a través del molino (3), a continuación, a través del separador (5);
 - una segunda entrada de gas (8) situada al nivel del separador (5), pasando el gas procedente de la segunda entrada de gas (8) solo a través del separador (5) y mezclándose con el gas procedente de la primera entrada de gas (7) tras su paso a través del molino de compresión (3).
- 30 12. Cementera que comprende una unidad de molienda según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, conectada a una entrada de un horno de cementera.
13. Utilización de una unidad de molienda según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11 para obtener un material molido final que presenta una pendiente de Rosin Rammler superior o igual a 1.2.



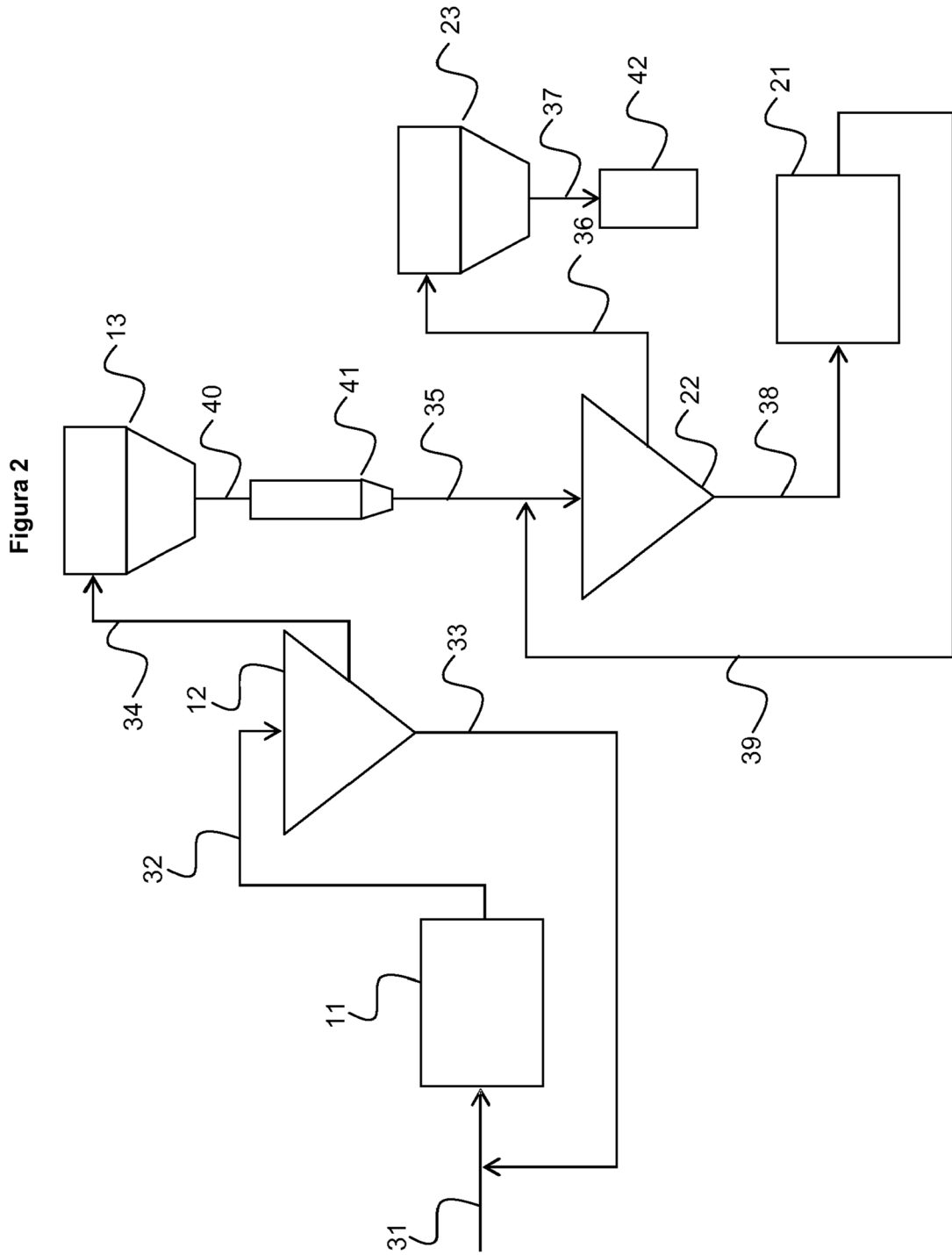


Figura 3

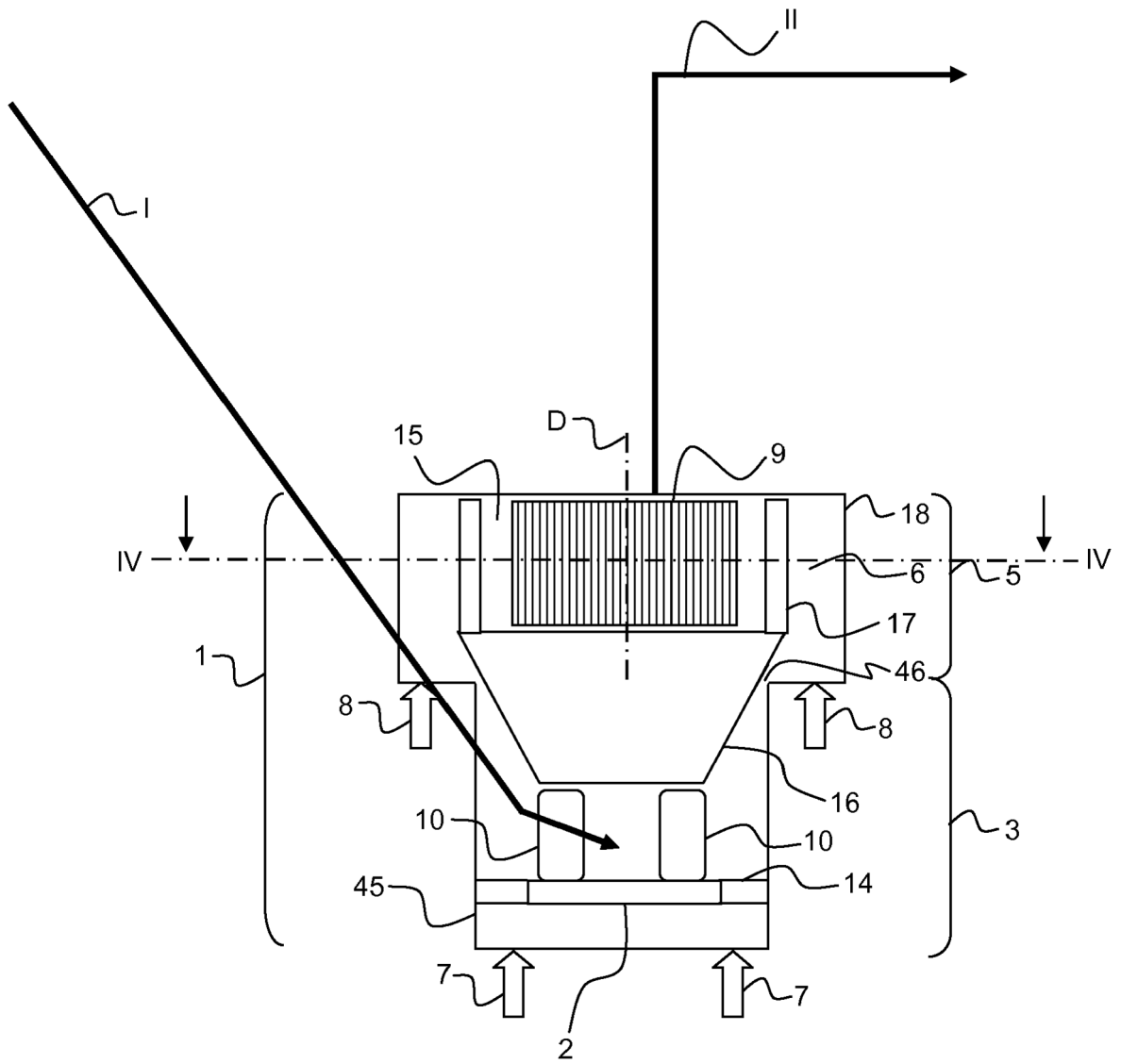


Figura 4

