

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 451 690**

51 Int. Cl.:

**B02C 4/02** (2006.01)

**B02C 4/28** (2006.01)

**B02C 4/30** (2006.01)

**B02C 4/32** (2006.01)

**B02C 4/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2008 E 08804515 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013 EP 2207619**

54 Título: **Procedimiento de, y dispositivo para, la molienda y el acabado preliminar de materiales minerales y no minerales**

30 Prioridad:

**22.09.2007 DE 102007045373**

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

**28.03.2014**

73 Titular/es:

**MEMARI FARD, PETRA (33.3%)**

**Eikholte 21**

**31787 Hameln, DE;**

**MEMARI FARD, NIMA (33.3%) y**

**MEMARI FARD, RAMIN (33.3%)**

72 Inventor/es:

**MEMARI FARD, ALI y**

**FEIGE, FRITZ**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 451 690 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 de, y dispositivo para, la molienda y el acabado preliminar de materiales minerales y no minerales

**5 Campo técnico**

La invención se refiere a un procedimiento para la molienda gruesa y fina de materiales minerales y no minerales con las características mencionadas en el preámbulo de la reivindicación 1 y un dispositivo asociado con las características mencionadas en el preámbulo de la reivindicación 8.

10

**Estado de la técnica**

La molienda gruesa y la molienda fina de, preferentemente, materiales duros y quebradizos, como por ejemplo, piedra caliza, escoria de cemento, arena de desecho, cemento viejo o cenizas, tiene lugar tradicionalmente en molinos de bolas y, más recientemente, cada vez más en molinos de rodillos verticales y también en molinos de rodillos de alta presión.

15

Se conoce un molino de rodillos de alta presión llamado molino de rodillo de lecho de material a partir del documento DE 27 08 053 B2, en el que la trituración del material se realiza mediante una única aplicación de carga de compresión entre dos superficies a presiones mucho mayores que 50 MPa en la abertura entre los dos rodillos cilíndricos accionados en direcciones opuestas.

20

Es desventajoso que el molino de rodillos de alta presión funcione a presiones muy altas que son ajustables solo a una extensión limitada y conducen a un diseño de máquina caro y muy pesado. Por otra parte, el molino de rodillos de alta presión tiene un comportamiento de rendimiento a velocidad desfavorable. La línea característica de rendimiento del molino de rodillos de alta presión es no lineal, es decir, en función de las propiedades del material y también de la geometría de las superficies sometidas a la tensión de carga, el rendimiento cae de forma notable cuando la velocidad circunferencial aumenta con un aumento simultáneo del requisito específico de energía. Por lo tanto, solo son posibles altos rendimientos ampliando los rodillos de molienda con un aumento proporcional en las fuerzas de presión, lo que está, sin embargo, limitado en términos de ingeniería mecánica.

25

30

Para mejorar el procedimiento, así como la utilización de la energía de los molinos de rodillos verticales y también de los molinos de rodillos de alta presión, se propone un principio de proceso de acuerdo con el documento EP 1 073 523 B1, de acuerdo con que el material que debe triturarse se prepara como una capa definida en una cinta transportadora de placa, canalizado horizontalmente en la abertura formada entre un rodillo ajustado de forma hidroneumática sobre la capa de material y una transportadora de placa en movimiento, y sometido a la tensión de carga aplicando fuerzas de presión específicas en el intervalo de 6 a 30 MPa o 600 a 3.000 kN/m<sup>2</sup>. Extensas investigaciones han demostrado que, debido a los límites técnicos, este principio de proceso y el dispositivo asociado, llamado molino de rodillos de correa, no pueden sustituir tanto al molino de rodillos vertical como al molino de rodillos de alta presión.

35

40

En primer lugar, la aplicación de una tensión de carga a una capa de material aplicando fuerzas de presión específicas en el intervalo de entre 600 y 3000 kN/m<sup>2</sup> representa una limitación inaceptable.

45

En segundo lugar, la canalización del material de una capa de material preparada en una cinta transportadora de placa requiere un gran gasto técnico, como la transportadora de placa debe disponerse también para aplicaciones de grandes tensiones de carga de compresión en la zona de carga, por lo que deben aceptarse controlar el desgaste de tanto el elemento de tensión como el enchapado y también limitar la contaminación acústica, las reducciones significativas de la velocidad y el rendimiento.

50

En tercer lugar, la canalización del material que usa una cinta transportadora de placa dirigida hacia el rodillo inferior accionado conduce a grandes pérdidas por motivos relacionados con la ingeniería mecánica.

55

En cuarto lugar, la disposición de un rodillo de molienda ajustado de forma hidroneumática sobre la transportadora de placa guiada horizontalmente deteriora el suministro de material, con el resultado de que el material puede atascarse y desbordarse.

60

Se conoce una prensa de rodillo con un rodillo de accionamiento y dos rodillos de desplazamiento en vacío más pequeños a partir del documento DE 38 23 929 A1. El producto de molienda cae desde el extremo lateral de descarga de una correa transportadora en la abertura de rodillo formada por el rodillo de accionamiento y el primer rodillo de vacío. Como alternativa, el producto de molienda también puede transportarse a la abertura de rodillo por medio de un tubo de caída. El producto de molienda comprimido se mezcla posteriormente con el producto de retorno y a continuación se transporta a la segunda abertura de rodillo que se forma a partir del rodillo de accionamiento y el segundo rodillo de vacío, por lo que el producto se muele a la finura del producto deseado. Las presiones de compresión de molienda pueden establecerse a valores de entre 50 y 600 MPa.

65

Se conoce un molino de rodillo con un rodillo fijo, una rodillo de aclaramiento del desplazamiento vertical y un dispositivo de suministro de productos a partir del documento DE 28 30 864 A1, en el que la línea recta definida por los centros de los dos rodillos forma un ángulo de entre 35 y 75 grados con respecto a la horizontal. El extremo de descarga lateral del dispositivo de suministro de productos se localiza encima de la zona superior de la circunferencia del rodillo fijo inferior. Un dispositivo deslizante sirve para ajustar la altura de la capa de producto que se transporta a la abertura de rodillo. El dispositivo de suministro de productos puede tener al menos un elemento móvil que imparte una componente de movimiento en la dirección del movimiento del rodillo hacia el producto de molienda, con el resultado de que el producto de molienda llega a la velocidad circunferencial del rodillo más rápidamente.

Además, se conocen un dispositivo de molienda y un procedimiento de molienda de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 8 y la reivindicación 1, respectivamente, a partir del documento FR 1 058 697 A.

### Descripción de la invención

Un objetivo de la invención es crear un procedimiento y un dispositivo asociado para la molienda gruesa y fina de materiales minerales y no minerales, tales como por ejemplo la piedra caliza, la escoria de cemento, la arena de desecho, el cemento viejo o las cenizas, caracterizado por una elevada utilización de energía y también por un gasto bajo en la construcción mecánica, el mantenimiento y la conservación, capaz de usarse en un amplio intervalo para triturar materiales diferentes e implementar un comportamiento de rendimiento a velocidad lineal tanto en un funcionamiento de carga parcial como conforme a las condiciones de altos rendimientos de masa.

Este objetivo se logra de acuerdo con la invención en términos de un procedimiento con las medidas de acuerdo con la reivindicación 1 y en términos de dispositivos con las medidas de acuerdo con la reivindicación 8. Se dan versiones ventajosas de la invención en las reivindicaciones dependientes.

Debido a que la velocidad de la trayectoria de molienda del rodillo inferior es mayor que la velocidad de suministro del producto de molienda, en primer lugar se logra un espesor de capa más homogéneo del producto de molienda y en segundo lugar se evita que el material se acumule como un resultado de la construcción en la zona del extremo de descarga lateral del dispositivo de suministro.

El producto de molienda, consiste normalmente de un producto fresco y de circulación, se entrega a partir de unos medios de suministro de material que forman parte del dispositivo de trituración como una capa de material definido y delimitado lateralmente con un espesor predeterminado en la zona del vértice del rodillo inferior de accionamiento provisto de bordes laterales, se acelera a la velocidad de los rodillos y se transporta de forma continua a la abertura que se forma con el rodillo superior dispuesto desplazado por encima del rodillo de accionamiento, se somete a la tensión de carga de forma hidroneumática aplicando fuerzas de presión específicas de 2 a 7,5 kN/mm (fuerza/longitud de la abertura de rodillo) y a continuación, se desaglomera por un rotor de impacto, preferentemente en marcha rápida, dentro del dispositivo de trituración. A continuación, puede prescindirse de la desaglomeradora, si el nuevo dispositivo de trituración se conecta, por ejemplo, como un molino grueso en combinación con un molino de bolas.

El dispositivo consiste en dos rodillos dispuestos uno encima del otro, de los que solo se accionan el rodillo inferior o ambos rodillos. El rodillo superior está desplazado verticalmente cara a cara del rodillo inferior y se ajusta de forma hidroneumática sobre la superficie del material de cubierta sometida a la tensión de carga del rodillo inferior. El dispositivo de suministro puede impartir ya un componente de movimiento en la dirección de rotación del rodillo fijo para el producto de molienda, en el que la velocidad de la trayectoria de molienda del rodillo fijo es preferentemente entre un 3 % y un 5 % más alta que la velocidad del producto de molienda suministrado. El material sometido a la tensión de carga que sale de la abertura de rodillo aglomerado a una mayor o menor medida se transporta finalmente a una desaglomeradora conectada inmediatamente aguas abajo.

Preferentemente, el rodillo superior puede acelerarse adicionalmente mediante su propio mecanismo de accionamiento cuando el dispositivo de molienda se pone en marcha, o se mueve a una velocidad diferente de la del rodillo inferior durante el proceso de molienda, con el resultado de que se ejerce una fuerza de rotura adicional sobre el producto de molienda mediante el movimiento relativo de los dos rodillos.

Preferentemente, el rodillo superior se desplaza mediante 60 a 90 grados, aún más preferentemente por 80 grados, respecto a la horizontal en contra de la dirección de rotación del rodillo inferior.

Preferentemente, la capa de material se somete a la tensión de carga aplicando fuerzas de molienda específicas ajustables de 2 a 7,5 kN/mm y preferentemente de forma especial de 4 a 7 kN/mm (fuerza/longitud de la abertura de rodillo).

Preferentemente, el rendimiento de material a través de la abertura de rodillo se controla a través de un cambio continuo de la velocidad circunferencial del rodillo de accionamiento, manteniendo el máximo espesor de capa posible de material.

- 5 Preferentemente, durante la molienda fina, la parte de material con los granos de mayor tamaño se devuelve al proceso de trituración, en el que el flujo de masa del producto circulante se mantiene constante ajustando el producto fresco transportado al proceso de molienda.
- 10 Preferentemente, en función de las propiedades del material y del resultado deseado de trituración, la fuerza de molienda transmitida con el rodillo superior puede ajustarse de una manera controlada durante el proceso de molienda.
- 15 Preferentemente, se transporta un flujo de masa proporcional a la velocidad circunferencial de los rodillos con un espesor de capa aproximadamente constante a la zona del vértice del rodillo inferior por medio del dispositivo de suministro de material.
- 20 Preferentemente, en función del objetivo de trituración que debe alcanzarse, se ajusta el rodillo superior sobre el rodillo inferior con una abertura cero determinada.
- 25 Preferentemente, el gas caliente transportado al interior de un triturador grueso con el fin de realizar la molienda gruesa y el secado del material de suministro húmedo se usa a continuación como un aire separador en el separador.
- 30 Preferentemente, el producto circulante se transporta a la abertura de rodillo con el producto fresco mezclado.
- 35 Preferentemente, el flujo de masa del producto circulante se mide a través de un dispositivo de medición de rendimiento integrado en un transportador de cubetas.
- 40 Preferentemente, el espesor de la capa de material se mide y se visualiza de forma continua durante el funcionamiento antes de que se someta a la tensión de carga en la abertura de rodillo.
- 45 En una realización preferida, el dispositivo de suministro de material comprende un rodillo o alimentador de rueda en estrella que está unido a la velocidad de salida y de rotación que puede alterarse de forma continua.
- 50 Preferentemente, la relación entre el diámetro del rodillo inferior accionado y la del rodillo superior es de 1,0 a 2,0 y en particular preferentemente de 1,0 a 1,5.
- 55 Preferentemente, para generar la fuerza de molienda, el rodillo inferior se conecta a al menos un cilindro hidráulico a través de un sistema de palancas.
- 60 Preferentemente, el dispositivo de suministro y de descarga de material dispuesto en la zona del vértice por encima del rodillo inferior está formado de un depósito de suministro de material controlado por nivel de llenado con un dispositivo de suministro giratorio unido a la salida de material, por ejemplo un alimentador de rodillo.
- 65 Preferentemente, se unen bordes reemplazables a ambos lados en los extremos del rodillo inferior para limitar de forma lateral la capa de material. Los bordes pueden estar segmentados.
- 70 Preferentemente, las superficies sometidas a una tensión de carga de los rodillos se diseñan protegidas para el desgaste y estructuradas por una soldadura de depósito o un trabajo mecánico.
- 75 Preferentemente, el rodillo inferior accionado se aloja en cajas de cojinetes y se dispone de forma horizontal y desplazable junto con la parte de carcasa del lado frontal.
- 80 Preferentemente, el alimentador de rodillo se aloja accionado por resorte en una corredera de altura ajustable para ajustar el espesor de capa de la capa de material.
- 85 Preferentemente, un alimentador de rueda en estrella, cuya velocidad de rotación puede ajustarse de forma continua y al lado de salida del material al que se une un depósito previo con un ajustador de espesor de capa, se conecta aguas abajo del depósito de suministro de material.
- 90 Preferentemente, para evitar el apelmazamiento y la obstrucción, se disponen uno o más tornillos de desplazamiento en voladizo uno al lado del otro por encima de la pared de descarga inclinada del depósito de suministro de material combinados con un alimentador de rodillo.
- 95 El mecanismo de accionamiento del rodillo superior sirve para acelerar la puesta en marcha del molino de rodillos, en particular, en el caso de instalaciones grandes y pesadas. Sin embargo, por lo tanto es posible también permitir que el rodillo de presión funcione más lentamente de manera específica que el rodillo fija durante el proceso de molienda, por lo que el producto de molienda también experimenta una componente de presión de rotura horizontal, además de la presión del rodillo vertical.

La solución de acuerdo con la invención que realiza estas características tiene un número de ventajas adicionales en comparación con los conocidos molino de rodillos de alta presión y molino de rodillos de correa. Las ventajas del nuevo dispositivo de trituración, llamado molino de rodillos beta, en términos de ingeniería de procesos son que las fuerzas de molienda específicas de hasta 7,5 kN/mm se pueden ajustar como se desee en función de tanto el material como el objetivo de trituración que debe lograrse y el resultado de la trituración puede mantenerse constante y definido con independencia de la velocidad del rodillo mediante los parámetros de la fuerza de molienda específica y el espesor de la capa de material. Ha demostrado ser ventajoso, en particular, cuando la molienda fina de materiales duros y quebradizos, como por ejemplo, las escorias de cemento y las arenas de desecho, aplican la tensión de carga usando altas fuerzas de molienda específicas cuando debe producirse de forma particular un producto terminado de alta calidad en un bucle con un separador de manera rentable con el número más bajo posible de rotaciones.

En términos de ingeniería mecánica, las ventajas del dispositivo de trituración de acuerdo con la invención en comparación con el dispositivo de trituración conocido a partir del documento EP 1 073 523 B1 son que puede reducirse el coste técnico de forma decisiva a través de la ausencia de la cinta transportadora de placa, no transfiriendo solo el suministro de material sino también la preparación de la capa de material y su transporte sobre la superficie sometida a la tensión de carga del rodillo inferior accionado, se muestra una mejora mediante un factor de 1,3 a 1,4 en la utilización de la energía durante la trituración que debe alcanzarse reduciendo las pérdidas de ingeniería mecánica, expresadas por el tamaño del par de accionamiento en vacío, y por lo tanto pueden eliminarse las limitaciones con respecto tanto a las fuerzas de molienda específicas que deben aplicarse como a las velocidades de la trayectoria de molienda. En función de la capacidad de molienda del material y el objetivo de trituración que debe lograrse, pueden aplicarse fuerzas de molienda específicas de hasta 7,5 kN/mm cuando el comportamiento de rendimiento a velocidad lineal se aprovecha plenamente hasta velocidades de trayectoria de molienda de 3 m/s y más. A su vez, a partir de esto se sigue que, a través de su excelente idoneidad para altas velocidades de la trayectoria de molienda, el dispositivo de trituración de acuerdo con la invención es adecuado para altos rendimientos, relativamente pequeños y sobre todo mucho más ligeros en comparación con los molinos de rodillos de alta presión y los molinos de rodillos de correa. Además, la ausencia de la cinta transportadora de placa y el miembro de tensión sometido a una alta tensión de carga, limita el desgaste del nuevo dispositivo de molienda para las superficies sometidas a la tensión de carga de los dos rodillos alojados horizontalmente dispuestos uno encima del otro, con lo que no solo se reduce el gasto en mantenimiento y conservación, sino que la disponibilidad del dispositivo se mejora también básicamente.

El dispositivo de acuerdo con la invención puede procesar materiales blandos con un rendimiento de hasta 500 t/h y materiales duros con un rendimiento de hasta 130 t/h.

### Breve descripción de los dibujos

La invención se explica con más detalle con la ayuda de los ejemplos de realización. En los dibujos asociados, se muestran en:

- La figura 1: el dispositivo de acuerdo con la invención en una representación esquemática;
- La figura 2: una comparación del comportamiento del rendimiento, el rendimiento y la velocidad de un molino de rodillos vertical, un molino de rodillos de alta presión, un molino de rodillos de correa y molino de rodillos beta;
- La figura 3: el dispositivo de acuerdo con la invención conectado en un bucle con un separador de alto rendimiento;
- La figura 4: el dispositivo de acuerdo con la invención conectado en un bucle con un separador de alto rendimiento, para procesar específicamente la arena de desecho seca;
- La figura 5: el dispositivo de acuerdo con la invención conectado en un bucle con un separador de alto rendimiento y un secador de tubo ascendente aguas arriba, para procesar específicamente la arena de desecho húmeda;
- La figura 6: el dispositivo de acuerdo con la invención combinado con un molino de martillos de impacto que puede calentarse y un separador de alto rendimiento que puede someterse a la tensión de carga tanto de forma neumática como de forma mecánica para la trituración gruesa y el secado del molino del producto de suministro húmedo y grumoso;
- La figura 7: una vista lateral del dispositivo de trituración de acuerdo con la invención con un dispositivo de suministro de material integrado y de descarga y también una desaglomeradora;
- La figura 8: una variante del dispositivo de suministro de material integrado y de descarga de acuerdo con la invención con un alimentador de rodillo;
- La figura 9: una variante del dispositivo de suministro de material integrado y de descarga de acuerdo con la invención con un alimentador de rueda en estrella; y
- La figura 10: el dispositivo de acuerdo con la invención en una representación esquemática, en el que el rodillo superior se desplaza aproximadamente 80 grados respecto a la horizontal en contra de la dirección de rotación del rodillo inferior.

### Formas de realizar la invención

La figura 1 muestra, en una representación esquemática, el dispositivo de trituración de acuerdo con la invención,

que consiste en dos rodillos 1 y 2 alojados horizontalmente dispuestos uno desplazado encima del otro, una desaglomeradora 10 integrada y también un dispositivo de suministro de material y de descarga que consiste en un depósito de suministro de material 3 y un alimentador de rodillo 9. El rodillo inferior 1 se acciona en la dirección mostrada por la flecha en la figura 1. El rodillo 2 está dispuesto por encima del rodillo de accionamiento 1 y verticalmente desplazado cara a cara del rodillo 1. El rodillo superior 2 se ajusta de forma hidroneumática contra el rodillo 1 a través de un sistema de palancas 6 por medio de un cilindro hidráulico 7. El rodillo superior 2 se dirige con una fuerza de fricción por la superficie cubierta de material sometida a la tensión de carga del rodillo de accionamiento 1 o puede tener un mecanismo de accionamiento propio. La relación entre el diámetro del rodillo inferior 1 y la del rodillo superior 2 es preferentemente 1,0 a 2,0 y en particular preferentemente de 1,0 a 1,5.

El dispositivo de suministro y de descarga de material está dispuesto en la zona del vértice del rodillo inferior 1. El producto de molienda, que está en un depósito 3 controlado por nivel de llenado, llega a la superficie 11 sometida a una tensión de carga, bordeada de forma lateral por unos bordes 45 atornillados, del rodillo de accionamiento 1 como una capa de material 4 definida con un espesor predeterminado, con el fin de acelerarse a la velocidad circunferencial y transportarse de forma continua a la abertura de rodillo 5 o de carga formada por ambos rodillos 1 y 2. Un alimentador de rodillo 9 de velocidad variable aguas abajo del depósito de suministro de material 3, a través del cojinete oscilante al que puede ajustarse cualquier espesor de capa del material deseado, se encarga de que un flujo de masa a velocidad proporcional que tiene un espesor de capa aproximadamente constante se transporte a la abertura de rodillo 5 o de carga en cualquier momento. Un rotor de impacto, del que los cojinetes se colocan preferentemente sobre la línea central horizontal extendida del rodillo inferior 1, se usa como una desaglomeradora 10, en el que debe tenerse en cuenta que una desaglomeradora no es necesaria para todos los objetivos de molienda. En función del tamaño del dispositivo de trituración, se usan uno o dos cilindros hidráulicos 7 para que también se unan directamente los depósitos de nitrógeno 8 con el fin de amortiguar el sistema.

En una representación esquemática, la figura 2 compara el desarrollo del requisito de rendimiento y de energía específica de un molino de rodillos vertical 12, un molino de rodillos de alta presión 13, un molino de rodillos de correa 14 y el molino de rodillos beta 15 de acuerdo con la invención en relación con la velocidad de la trayectoria de molienda. Mientras que un molino de rodillos vertical 12, en función del diámetro del disco de fresado y la geometría de sus herramientas de fresado, proporciona el rendimiento máximo en la mejor utilización de la energía posible de forma selectiva, es decir, solo en un único punto de funcionamiento y solo a una velocidad muy específica, en el caso de los otros molinos, la velocidad de la trayectoria de molienda en principio está disponible también como un parámetro para cambiar el rendimiento.

Sin embargo, el cambio de velocidad proporcional del rendimiento está limitado en el caso del molino de rodillos de alta presión 13 y el molino de rodillos de correa 14. Debido a las complicadas relaciones de fuerzas que surgen a partir del uso de un desbordamiento de material controlado por nivel de llenado, el molino de rodillos de alta presión 13 adopta un comportamiento de rendimiento-velocidad que disminuye en mayor o menor medida a partir de velocidades de rodillo de 1,0 m/s, en función de la estructuración de las superficies sometidas a la tensión de carga y el material que debe someterse a la tensión de carga. Como este comportamiento se asocia de forma simultánea con un aumento progresivo en el requisito de energía específica, en el caso del molino de rodillos de alta presión 13 las velocidades circunferenciales están limitadas entre 1,0 y 1,5 m/s por razones puramente económicas.

Sin embargo, por razones esencialmente técnicas, el molino de rodillos de correa 14 puede no hacerse funcionar también en un amplio intervalo de velocidades. Principalmente por razones relacionadas con el desgaste, pero también por razones relativas a la contaminación acústica, tanto las cadenas de enlace plano usadas como elemento de tensión y la propia transportadora de placa que no puede controlarse técnicamente a velocidades superiores a 1,0 m/s, ya que se someten también tensiones de carga por razones inherentes al sistema.

El dispositivo de trituración de acuerdo con la invención, llamado molino de rodillos beta 15, que prescinde del uso de una transportadora de placa continua de arrastre y, con la ayuda de un dispositivo de suministro y de descarga correspondiente, suministra el material en la zona del vértice del rodillo inferior de accionamiento 1 que puede, por otro lado, hacerse funcionar, tanto a partir de un punto de vista técnico como a partir de un punto de vista económico, dada una proporcionalidad directa de la velocidad circunferencial del rodillo y el rendimiento, en un amplio intervalo de velocidades de hasta velocidades circunferenciales de 3,0 m/s y más. Con un consumo de energía específica, demostrado en investigaciones extensas, que es de aproximadamente un 50 % menor que en el caso del molino de rodillos vertical 12, el molino de rodillos beta 15 es capaz, debido a sus bajas pérdidas mecánicas, de mejorar aún más, incluso el uso de la energía, para describirse ya como bueno, del molino de rodillos de correa 14 por un factor de 1,35.

La figura 3 muestra una instalación de molienda en bucle con un molino de rodillos beta en el diagrama de flujo, como podría usarse por ejemplo para la molienda de cemento o para la molienda de un producto comparable. Como muestra el dibujo, tanto la desaglomeradora 10 como el dispositivo de suministro de material y de descarga, que consiste en un depósito de suministro 3 controlado por nivel de llenado y un alimentador de rodillo 9 de velocidad variable, están plenamente integrados en el dispositivo de trituración. El producto fresco 16, representado en el dibujo para un solo componente de material, se elimina de un depósito de dosificación 17 mediante una báscula de correa de dosificación 18 y, para una mejor mezcla del producto fresco 16 con el producto circulante 19, se

5 suministra detrás del dispositivo de trituración a un transportador de cubetas 20 que es preferentemente en forma de U y transporta el material del ciclo directamente a un separador 21, preferentemente un separador de alto rendimiento, mientras prescinde de otros dispositivos de transporte. El separador 21, sellado en términos de ventilación por las esclusas de rueda móvil 22, tiene una cámara de separación cilíndrica 23 extendida, a través del  
 10 indicador de nivel de material controlado del que el depósito de suministro de material 3 en frente del molino se provee de material suficiente en todo momento. Preferentemente, el separador 21 deposita el producto acabado contenido en el aire separador 24 emergente directamente en un separador de tela que no se representa con más detalle en el dibujo. La instalación de molienda se ajusta para mantener un flujo de masa circulante constante, en el que la calidad del producto acabado se cambia ajustando la cantidad de aire separador 25 específica y a través de la velocidad de rotación de una cesta separadora 26 dispuesta en el separador 21. El flujo de masa circulante se mide de forma continua a través de un dispositivo de medición del rendimiento 27 integrado en el transportador de cubetas 20.

15 La figura 4 muestra el diagrama de flujo de una instalación de molienda en bucle, que podría usarse por ejemplo para moler arenas de desecho secas. En esta variante, el producto fresco 16 se suministra por medio de una báscula de correa de dosificación 18 directamente en el depósito de suministro de material 3 del molino de rodillos beta. Se localiza un conducto de dos vías 28 en la trayectoria del material desde el transportador de cubetas 20 hasta el separador 21, con el resultado de que de vez en cuando el producto circulante 19 se desvía a través de un separador de tambor magnético 29, en el que se separan inclusiones de hierro concentrado, directamente en el  
 20 depósito de dosificación 17 para el producto fresco 16. Las piezas de hierro extrañas en el producto fresco 16 se descargan a través de un separador magnético 30 por encima de la báscula de correa de dosificación 18. La entrega de producto fresco al molino de rodillos beta se controla a través del nivel de llenado del material en el depósito de suministro de material 3. El flujo de masa circulante 19 se mide de forma análoga a la figura 3 a través de un dispositivo de medición del rendimiento 27 integrado en el transportador de cubetas 20.

25 La figura 5 muestra el diagrama de flujo de la figura 4, complementado por un secador de tubería ascendente 31 y un separador centrífugo 32. El secado de materiales trasmisibles de grano fino y de forma neumática, tales como por ejemplo, las arenas de desecho húmedas, se realiza en el secador de tubería ascendente 31. En el caso de esta variante del diagrama de flujo, el producto fresco 16 húmedo medido se transmite al secador de tubería ascendente 31 sometido a la tensión de carga por el gas caliente 33 o residual a través de unas esclusas de rueda móvil 22 impermeables a los gases y, después de un proceso de secado que dura solo un pocos segundos, la arena de desecho seca se transporta al producto circulante 19 en el separador 21 a través del separador centrífugo 32 que se dispone, por ejemplo, por encima del transportador de cubetas 20. A continuación, el gas 35 residual del separador centrífugo 32 o bien se libera de polvo directamente en el separador de tela proporcionado para eliminar el polvo del  
 30 aire separador, o también se incorpora de forma ventajosa en el aire separador 24, guiado en el bucle de aire, del separador 21.

La figura 6 muestra el diagrama de flujo de una instalación de molienda en bucle con el secado y la trituración gruesa del producto fresco 19 en un molino de martillos de impacto 36 que se puede calentar. Esta operación junto  
 40 con un secador de tubería ascendente 31 que transporta el producto de suministro triturado y secado preliminarmente de forma neumática desde abajo a un separador 21, por ejemplo un separador de alto rendimiento, mientras que se somete a una tensión de carga de forma mecánica desde arriba mediante el producto circulante 19 a través del transportador de cubetas 20. En el caso de este diagrama de flujo de instalación, se usa un transportador de cubetas 20 en forma de Z de forma ventajosa. Un transportador de tornillo sin fin 38 transporta la gravilla desde el separador 21 al depósito de suministro de material 3. El molino de rodillos beta con el material que debe molerse se somete a la tensión de carga a través del depósito de suministro de material 3 y a través del alimentador de rueda en estrella 34 de velocidad variable. El producto fresco 16 se transporta en dosis medidas al molino de martillos de impacto 36 a través de un alimentador de cadena de cubeta 37.

50 La figura 7 muestra, en una representación estructural simplificada, el dispositivo de acuerdo con la invención con un desaglomeradora 10 integrada y el depósito de suministro de material 3 con un alimentador de rodillo 9 en vista lateral. De acuerdo con este dibujo, el rodillo de accionamiento 1 inferior se aloja en un bastidor de máquina 39 mecanizado y oscilación estable, que consiste esencialmente de dos paredes laterales, que pueden desplazarse horizontalmente liberando las juntas de bridas completamente de las cajas de cojinetes cuadrados 40 y de la parte  
 55 de carcasa 41 del lado frontal para reparaciones o con el fin de una soldadura de depósito de las superficies sometidas a la tensión decarga 11. Los cojinetes de la desaglomeradora 10, de los que la distancia del círculo impacto es ajustable desde la superficie sometida a la tensión decarga 11 del rodillo inferior 1, se sitúan preferentemente también en la línea horizontal de los cojinetes de rodillos, mientras que la superficie sometida a la tensión decarga 11 del rodillo superior 2 se usa al mismo tiempo como una superficie de impacto. Mientras que el rodillo de accionamiento 1, no representado con más detalle en el dibujo, se acciona preferentemente a través de un acoplamiento de dientes curvos y un par de engranajes cónicos rectos que se localizan junto con el motor de accionamiento de velocidad variable en una estructura de soporte separada del bastidor de la máquina, asimismo, el mecanismo de accionamiento de velocidad variable de la desaglomeradora 10 está unido sólidamente al bastidor 39 de la máquina. En función de los requisitos, la altura del bastidor 39 de la máquina puede ser de tal manera  
 60 de la máquina. En función de los requisitos, la altura del bastidor 39 de la máquina puede ser de tal manera que exista también un transportador de desplazamiento, por ejemplo, un transportador raspador o de gusano, por debajo del rodillo de accionamiento 1. El rodillo superior 2 que se ajusta de forma hidroneumática sobre el rodillo de

accionamiento 1 y, preferentemente, tiene un diámetro menor que el rodillo de accionamiento 1 está alojado horizontalmente en un alojamiento 42 resistente a la flexión que está unido a las paredes laterales del bastidor 39 de la máquina a través de un soporte de pasador 43 y se ajusta sobre el rodillo de accionamiento 1 cubierto de material por uno o dos cilindros hidráulicos 7, en función del tamaño de la máquina, a través de un sistema de palancas 6.

5 Los cilindros hidráulicos 7, unidos de forma ventajosa a los depósitos de nitrógeno 8, se integran en el bastidor 39 de la máquina y son fácilmente accesibles desde el lado frontal. El rodillo superior 2 está cubierto por una campana 44 ligera que puede oscilarse para abrir y dejar libre de forma ventajosa una zona tan lejos como el depósito de suministro de material 3 con el alimentador de rodillo 9, con el fin de ser capaz de controlar tanto el flujo de material como el espesor de la capa en la superficie cubierta de material sometida a la tensión de carga del rodillo 1 por

10 inspección visual directa e instalando la instrumentación adecuada. Como puede verse en el dibujo, el depósito de suministro de material 3 con el alimentador de rodillo 9 está montado en las paredes laterales del bastidor 39 de la máquina.

La figura 8 muestra una variante del dispositivo de suministro y de descarga de material de acuerdo con la invención. El material fluye desde un depósito de suministro de material 3 controlado por nivel de llenado en el vértice del rodillo de accionamiento 1 inferior sobre la superficie sometida a la tensión de carga 11 bordeado con unos bordes 45 atornillados lateralmente y se acelera mediante un alimentador de rodillo 9 a la velocidad circunferencial del rodillo de accionamiento 1, preparado como una capa de material 4 de bordeado lateral con espesor predeterminado, ligeramente comprimido y transportado, alisado en la superficie, en la abertura 5 de carga o de rodillo formada a partir del rodillo superior 2 y el rodillo inferior 1. El alimentador de rodillo 9 de velocidad variable, la superficie de rodadura 46 que se estructura preferentemente por un dentado o una soldadura por deposición, descansa en una corredera 47 que está alojada contra la pared posterior del depósito de suministro de material 3 y a través del cambio en la inclinación del espesor 4 de la capa de suministro deseado, por ejemplo, de 25 a 30 mm en el caso de una arena de desecho y de 45 a 50 mm en el caso de un horno de clinker de secado, se pueden ajustar con una precisión al milímetro. Por otra parte, el cojinete oscilante se diseña de tal manera que el alimentador de rodillo 9 puede ampliar inmediatamente el conjunto del espesor de la capa en contra de un sistema de resorte ajustable 51, debería haber, por ejemplo, una partícula con longitudes de borde sobredimensionadas o un cuerpo extraño en el suministro de material. El alimentador de rodillo 9 se acciona a través de una cadena o accionamiento por correa dentada 48 mediante un motor reductor 49 que está dispuesto en el otro extremo de la

15

20

25

30

35

40

durante la manipulación de los productos de molienda con un comportamiento de flujo pobre y una tendencia especial a formar costras, uno o más tornillos de desplazamiento 50, pueden usarse también en función del tamaño de la instalación, dispuestos uno al lado del otro sobre la superficie de la pared inclinada del depósito de suministro de material 3. El depósito de suministro de material 3 se somete a la tensión de carga, en función del funcionamiento del molino de rodillos beta como un molino grueso o fino y en función del punto de suministro del producto fresco 19, mediante una báscula de correa de dosificación 18, mediante una esclusa de rueda móvil 22 o mediante el uso combinado de ambas piezas del equipo. El tiempo de permanencia del material en el depósito de suministro de material 3 está en un intervalo de unos pocos minutos o unos cuantos segundos, por lo que debe asegurarse que el contenido de material está siempre en movimiento y el alimentador de rodillo 9 puede preparar la capa de material 4 necesaria para suministrar el material o el proceso de carga con un espesor de capa predeterminado de una manera proporcional a la velocidad a través de un suministro adecuado de material.

La figura 9 muestra una variante adicional del dispositivo de suministro y de descarga de material de acuerdo con la invención, en el caso de que un alimentador de rueda en estrella 34 de velocidad variable se use como elemento de descarga. Como tampón de material, se conecta un pequeño depósito previo 52, que está provista de un ajustador de espesor de capa 53 flexible, aguas arriba del alimentador de rueda en estrella 34 en su lado de descarga. A diferencia de la variante de acuerdo con la figura 8, es adecuado el uso del alimentador de rueda en estrella 34 también como un elemento de descarga en un depósito de suministro de material 3 con una capacidad más grande. El alimentador de rueda en estrella se acciona directamente de una forma ventajosa.

45

La figura 10 muestra una realización preferida de la invención. A diferencia de la realización que se representa en la figura 1, aquí el rodillo superior se desplaza por un ángulo de aproximadamente 80 grados con respecto a la horizontal en contra de la dirección de rotación del rodillo inferior. El extremo lateral de entrega del dispositivo de suministro está dispuesto no directamente sobre, sino en la dirección de rotación del rodillo inferior un poco por delante del vértice del rodillo inferior. En otros aspectos, la estructura de esta realización se corresponde básicamente con el dispositivo de trituración descrito en la figura 1. Debido a que tanto el dispositivo de suministro y la abertura de rodillo están en la zona del vértice del rodillo inferior, la dirección de transporte del producto de molienda desde el dispositivo de suministro hasta la abertura de rodillo es básicamente horizontal. Por lo tanto, se evita una aceleración vertical adicional del producto de molienda en la periferia del rodillo inferior. De este modo, puede asegurarse la homogeneidad y un espesor de capa uniforme del producto de molienda.

50

55

60

**Lista de números de referencia**

- |  |  |
|--|--|
| 1 rodillo inferior accionado                 | 28 conducto de dos vías                      |
| 2 rodillo superior                           | 29 separador de tambor magnético             |
| 3 depósito de suministro de material         | 30 separador magnético                       |
| 4 capa de material                           | 31 secador de tubería ascendente             |
| 5 abertura de rodillo                        | 32 separador centrífugo                      |
| 6 sistema de palancas                        | 33 gas caliente (gas residual)               |
| 7 cilindro hidráulico                        | 34 alimentador de rueda en estrella          |
| 8 depósito de nitrógeno                      | 35 gas residual                              |
| 9 alimentador de rodillo                     | 36 molino de martillos de impacto            |
| 10 desaglomeradora                           | 37 alimentador de cadena de cubeta           |
| 11 superficie sometida a la tensión de carga | 38 transportador de tornillo sin fin         |
| 12 molino de rodillos vertical               | 39 bastidor de la máquina                    |
| 13 molino de rodillos de alta presión        | 40 caja de cojinetes                         |
| 14 molino de rodillos de correa              | 41 parte de carcasa                          |
| 15 molino de rodillos beta                   | 42 alojamiento                               |
| 16 producto fresco                           | 43 soporte de pasador                        |
| 17 depósito de dosificación                  | 44 campana                                   |
| 18 báscula de correa de dosificación         | 45 borde                                     |
| 19 producto circulante                       | 46 superficie de rodadura                    |
| 20 transportador de cubetas                  | 47 corredera                                 |
| 21 separador                                 | 48 cadena o accionamiento por correa dentada |
| 22 esclusa de rueda móvil                    | 49 motor reductor                            |
| 23 cámara de separación                      | 50 tornillo de desplazamiento                |
| 24 aire separador                            | 51 sistema de resortes                       |
| 25 cantidad de aire separador                | 52 depósito previo                           |
| 26 cesta separadora                          | 53 ajustador de espesor de capa              |
| 27 dispositivo de medición del rendimiento   |  |

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la molienda gruesa y fina de materiales minerales y no minerales, preferentemente de materiales duros y quebradizos tales como por ejemplo piedra caliza, escoria de cemento, arena de desecho, cemento viejo o cenizas, en el que la trituración se realiza mediante la aplicación de una carga de compresión en la  
5 abertura de rodillo (5) que se forma entre un rodillo inferior (1) accionado y un rodillo superior (2), en el que una cantidad ajustable de material del material que debe procesarse se suministra al rodillo inferior (1) con un componente de velocidad en la dirección de rotación del rodillo inferior (1), acelerado a la velocidad circunferencial del rodillo inferior (1), y para la trituración se conduce a la abertura de rodillo (5) formada por los dos rodillos (1; 2),  
10 que está desplazada frente a la entrega de material en la periferia del rodillo (1) inferior y en el que el rodillo superior (2) se ajusta elásticamente de forma hidroneumática sobre el rodillo inferior (1) accionado con una presión de contacto ajustable y es arrastrado por medio de la fuerza de fricción con la capa de material (4) o presenta un mecanismo de accionamiento propio,  
**caracterizado por que**  
15 la cantidad de material ajustable del material que debe procesarse se suministra en la zona del vértice del rodillo inferior (1) como capa de material (4) de espesor ajustable, de superficie alisada y limitada lateralmente, y la velocidad de la trayectoria de molienda del rodillo inferior (1) es del 3-5 % más alta que la velocidad de suministro del producto de molienda.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el rodillo superior (2) se acelera adicionalmente mediante su propio mecanismo de accionamiento cuando el dispositivo de molienda se pone en marcha, o se mueve a una velocidad diferente de la del rodillo inferior (1) durante el proceso de molienda, de modo que se ejercerá una fuerza de rotura adicional sobre el producto de molienda mediante el movimiento relativo de los dos rodillos (1, 2).
- 25 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la línea que conecta los centros de los dos rodillos forma un ángulo de 60 a 90 grados, preferentemente de aproximadamente 80 grados, con respecto a la horizontal.
- 30 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el rendimiento de material a través de la abertura de rodillo (5) se regula mediante un cambio continuo de la velocidad circunferencial del rodillo inferior (1) manteniendo el máximo espesor de capa (4) de material posible.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que durante una molienda fina la parte de material con granos sobredimensionados se aporta de nuevo al proceso de trituración, en el que se mantiene constante el flujo de masa del producto circulante (19) regulando el producto fresco (16) aportado al proceso de molienda.  
35
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuerza de molienda transmitida por el rodillo superior (2) se ajusta de una manera controlada durante el proceso de molienda, en función de las propiedades del material y del resultado de trituración deseado.  
40
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que un gas (33) caliente aportado a un triturador grueso (36) con el fin de realizar la trituración gruesa y el secado del material de suministro húmedo se usa a continuación como aire separador (25) en el separador (21).  
45
8. Dispositivo para la molienda gruesa y fina de materiales minerales y no minerales, preferentemente de materiales duros y quebradizos tal como por ejemplo piedra caliza, escoria de cemento, arena de desecho, cemento viejo o cenizas, con un dispositivo de trituración que tiene un rodillo inferior (1) accionado y un rodillo superior (2) que se alojan horizontalmente, se disponen uno encima del otro y se desplazan uno en relación con el otro y forman una  
50 abertura de rodillo (5), en donde el rodillo inferior (1) se acciona a una velocidad de la trayectoria de molienda, y con un dispositivo de suministro (9, 34) que suministra ya el producto de molienda al rodillo inferior (1) con un componente de velocidad en la dirección de rotación del rodillo inferior (1),  
**caracterizado por que**  
se prevén medios con los que la cantidad ajustable de material del material que debe procesarse se suministra en la  
55 zona del vértice del rodillo inferior (1) a medida que se ajusta el espesor de la capa de material (4) de superficie alisada y limitada lateralmente, y la velocidad de la trayectoria de molienda del rodillo inferior (1) es un 3-5 % más alta que la velocidad de suministro del producto de molienda.
- 60 9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el rodillo superior (2) dispuesto desplazado tiene un mecanismo de accionamiento propio y la línea que conecta los centros de los dos rodillos forma un ángulo de 60 a 90 grados, preferentemente de aproximadamente 80 grados, con respecto a la horizontal.
- 65 10. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 y 9, en el que para generar la fuerza de molienda se conecta el rodillo (2) a al menos un cilindro hidráulico (7) a través de un sistema de palancas (6).

11. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, en el que un dispositivo de suministro y de descarga del material dispuesto en la zona del vértice por encima del rodillo (1) consiste en un depósito de suministro de material (3) controlado por nivel de llenado con un dispositivo de suministro giratorio, por ejemplo, un alimentador de rodillo (9), unido a la salida de material.
- 5
12. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el rodillo inferior (1) accionado está alojado en cajas de cojinetes (40) y dispuesto horizontalmente de forma desplazable junto con la parte de carcasa (41) del lado frontal.
- 10
13. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el alimentador de rodillo (9) está alojado cargado por resorte preferentemente en una pieza basculante (47) ajustable en altura para ajustar el espesor de capa de la capa de material (4).
- 15
14. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 13, en el que al depósito de suministro de material (3) se le puede conectar detrás un alimentador de rueda en estrella (34), en el que puede ajustarse la velocidad de rotación de forma continua, en cuyo lado de salida de material hay dispuesto un depósito previo (52) con un ajustador de espesor de capa (53).
- 20
15. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 14, en el que para evitar el apelmazamiento y la obstrucción están dispuestos uno o más tornillos de limpieza (50) apoyados en voladizo uno al lado del otro por encima de la pared de descarga inclinada del depósito de suministro de material (3) combinados con un alimentador de rodillo (9).

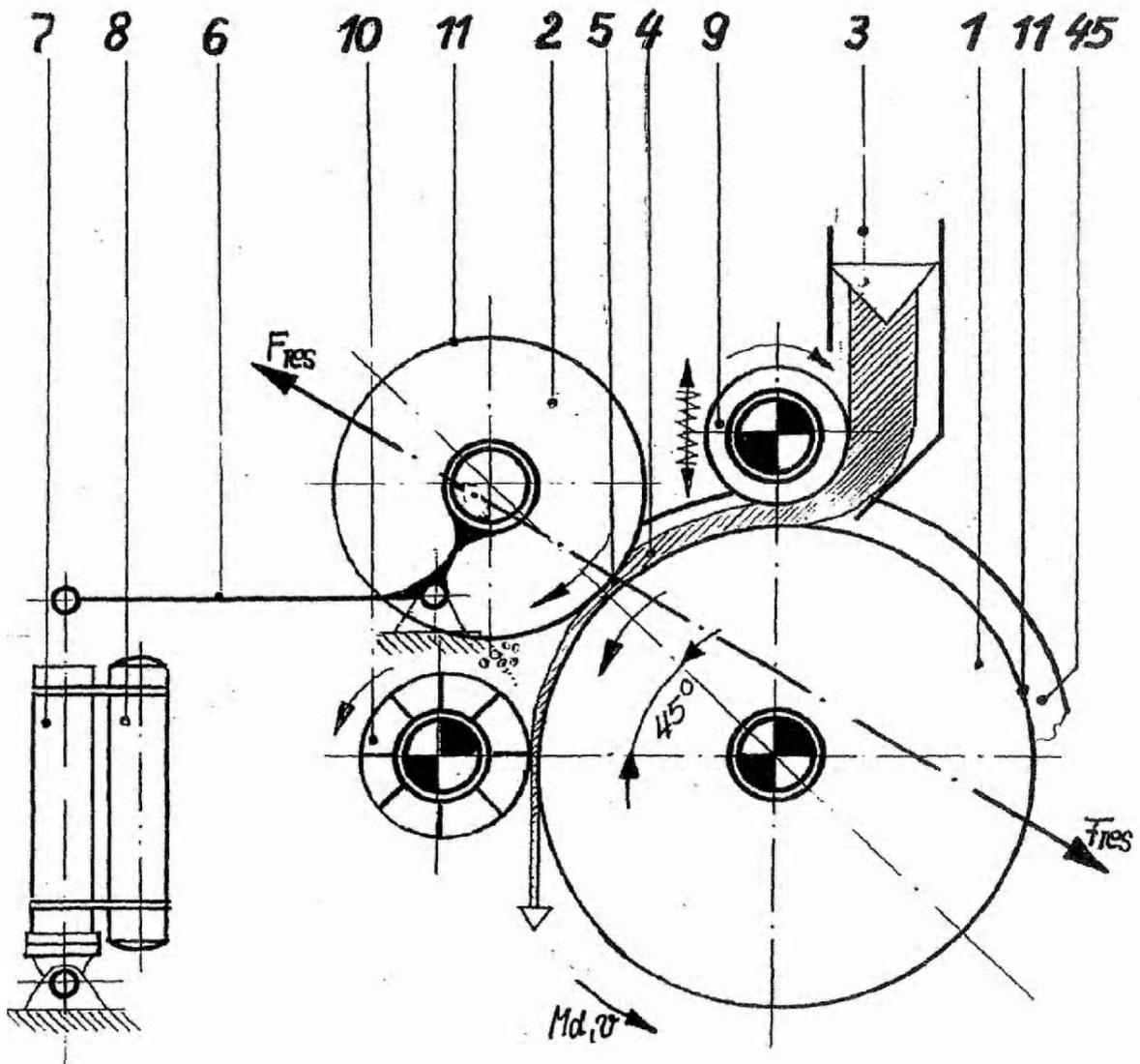


Figura 1

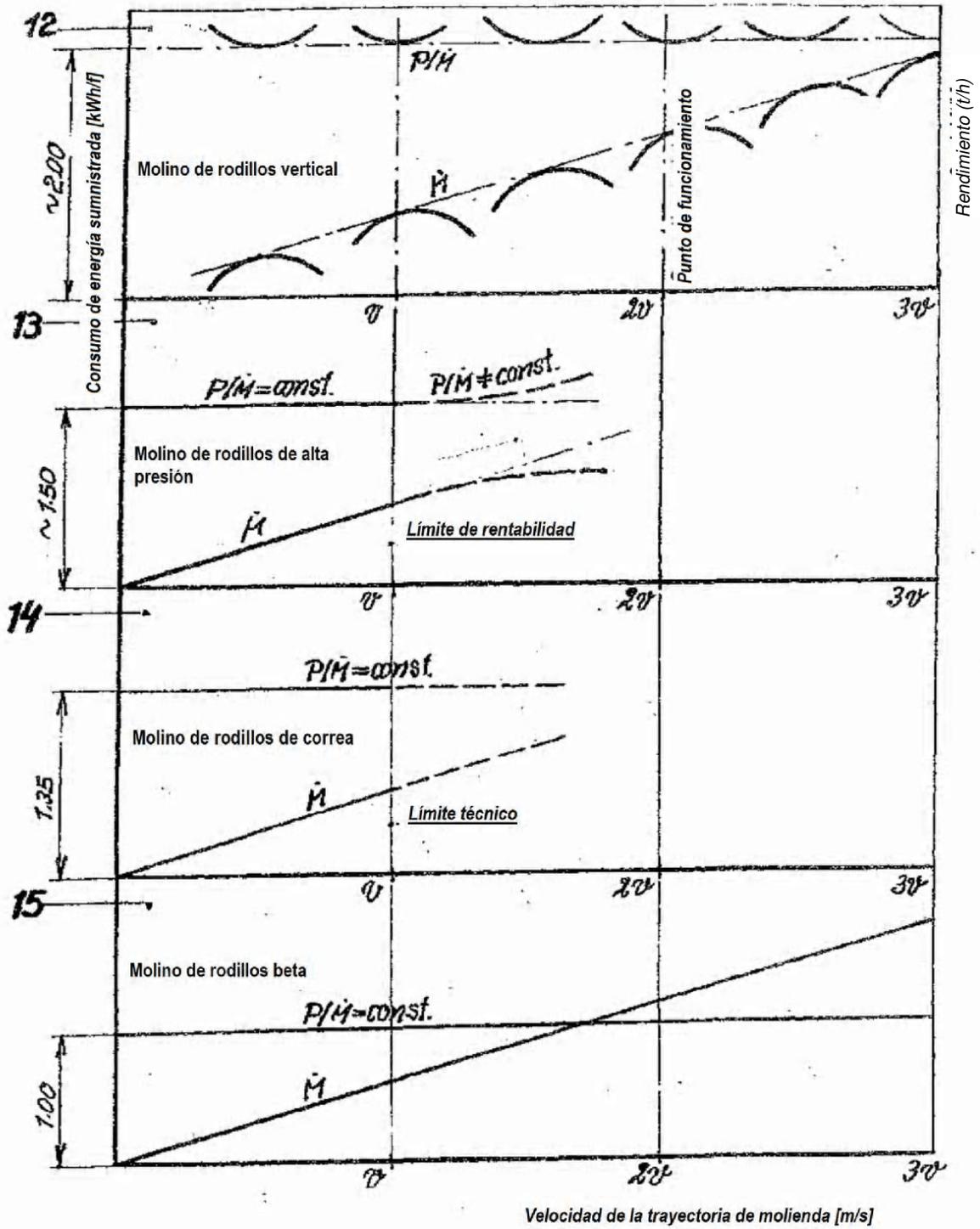


Figura 2

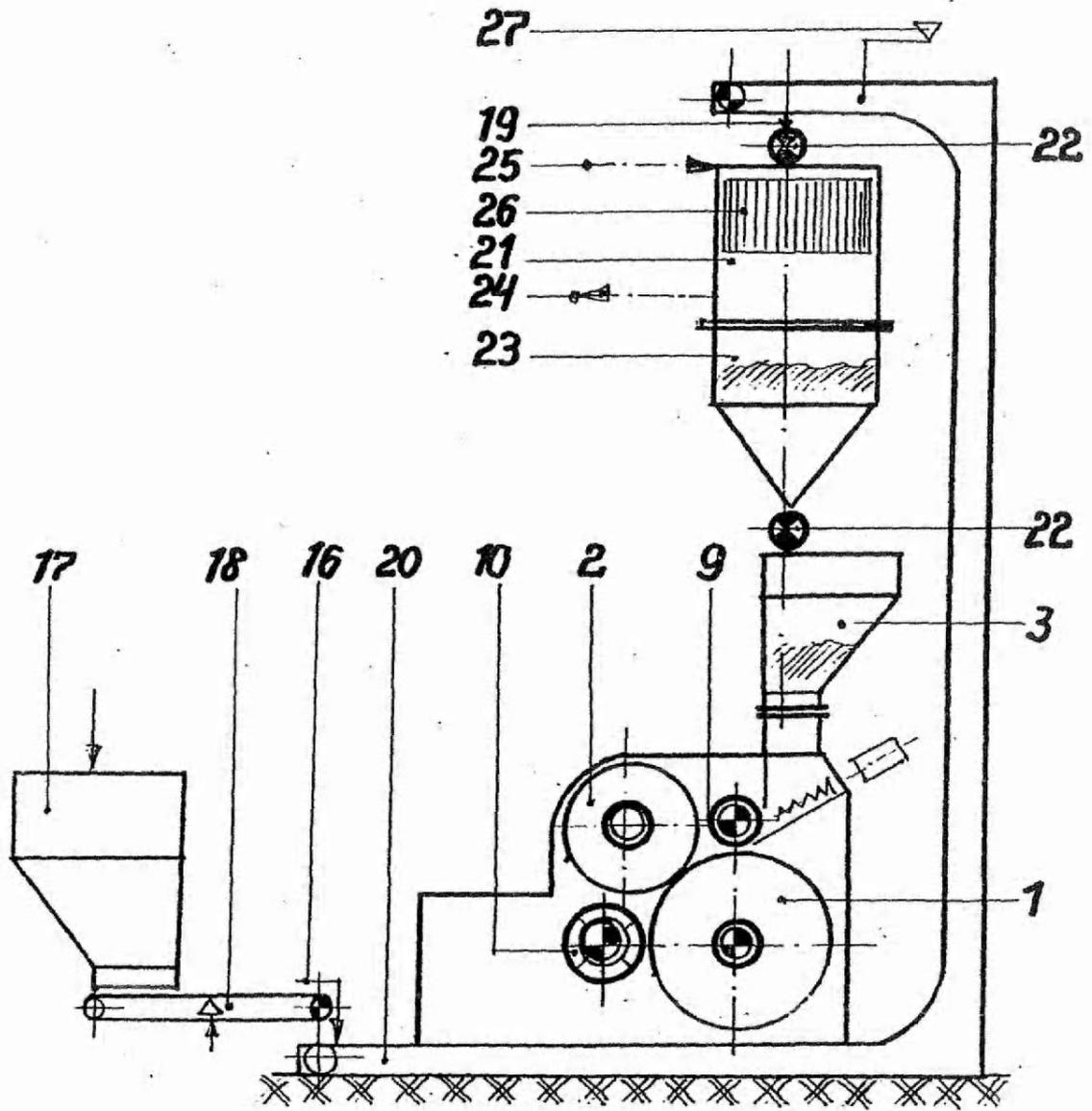


Figura 3

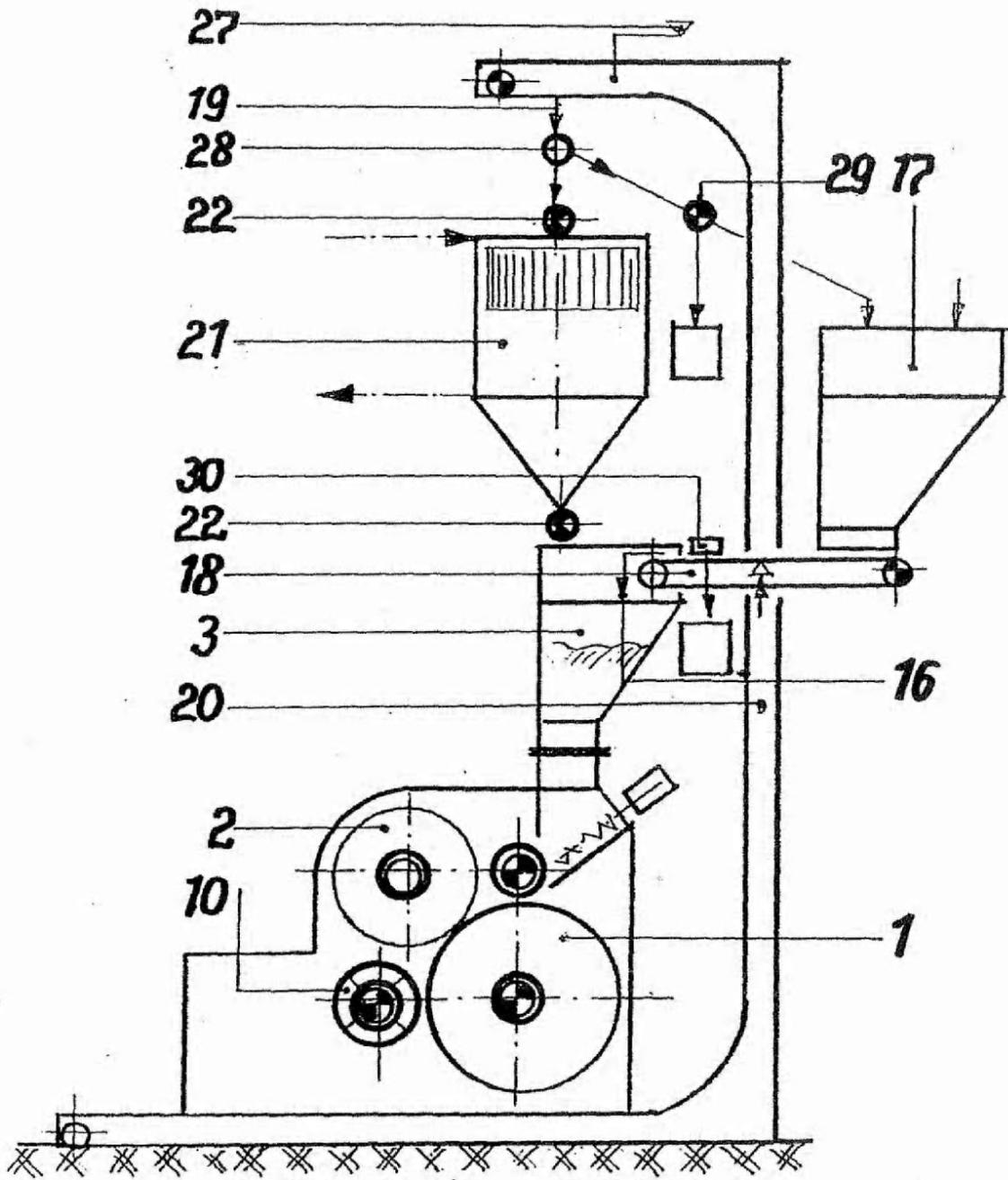


Figura 4

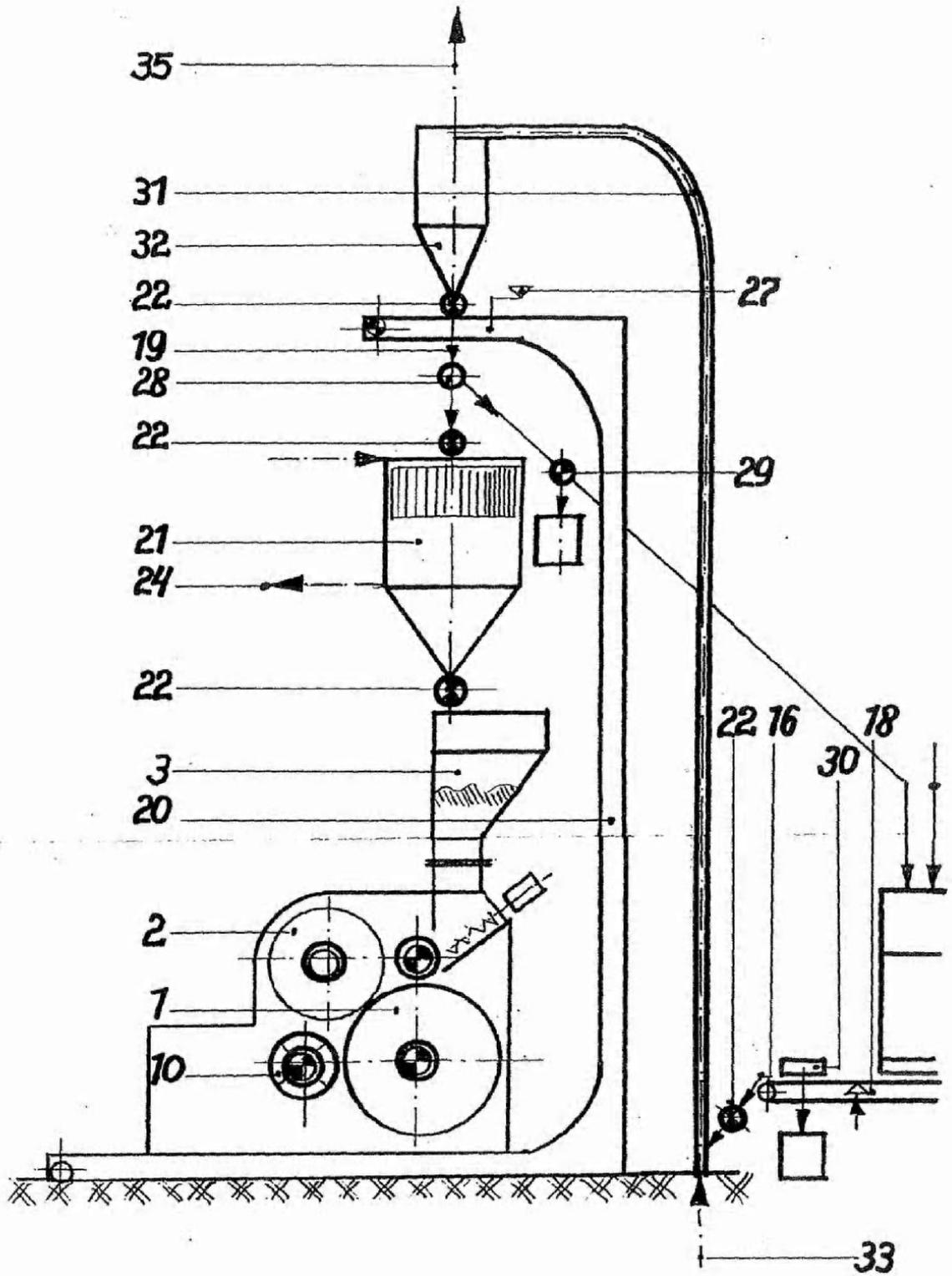


Figura 5

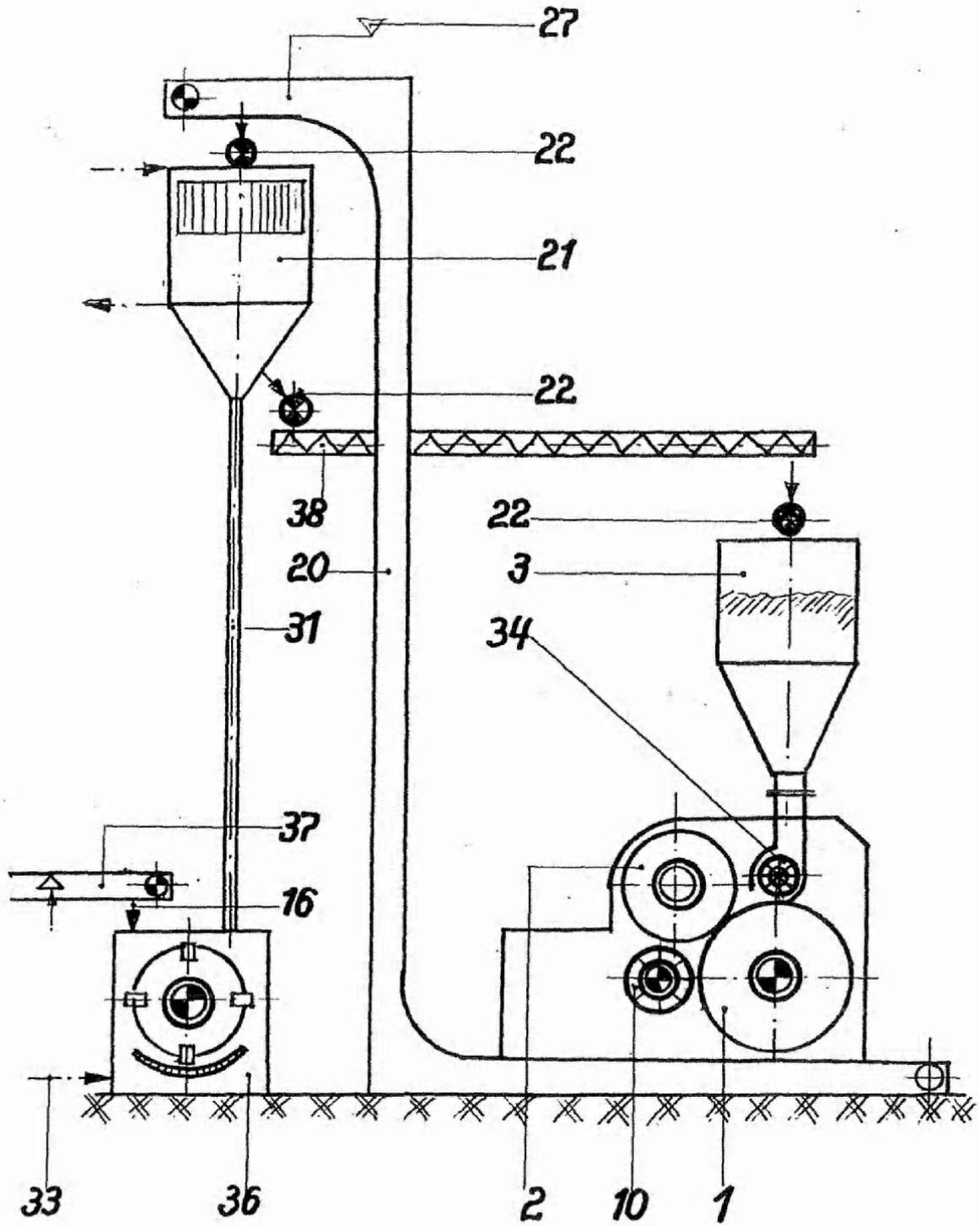


Figura 6

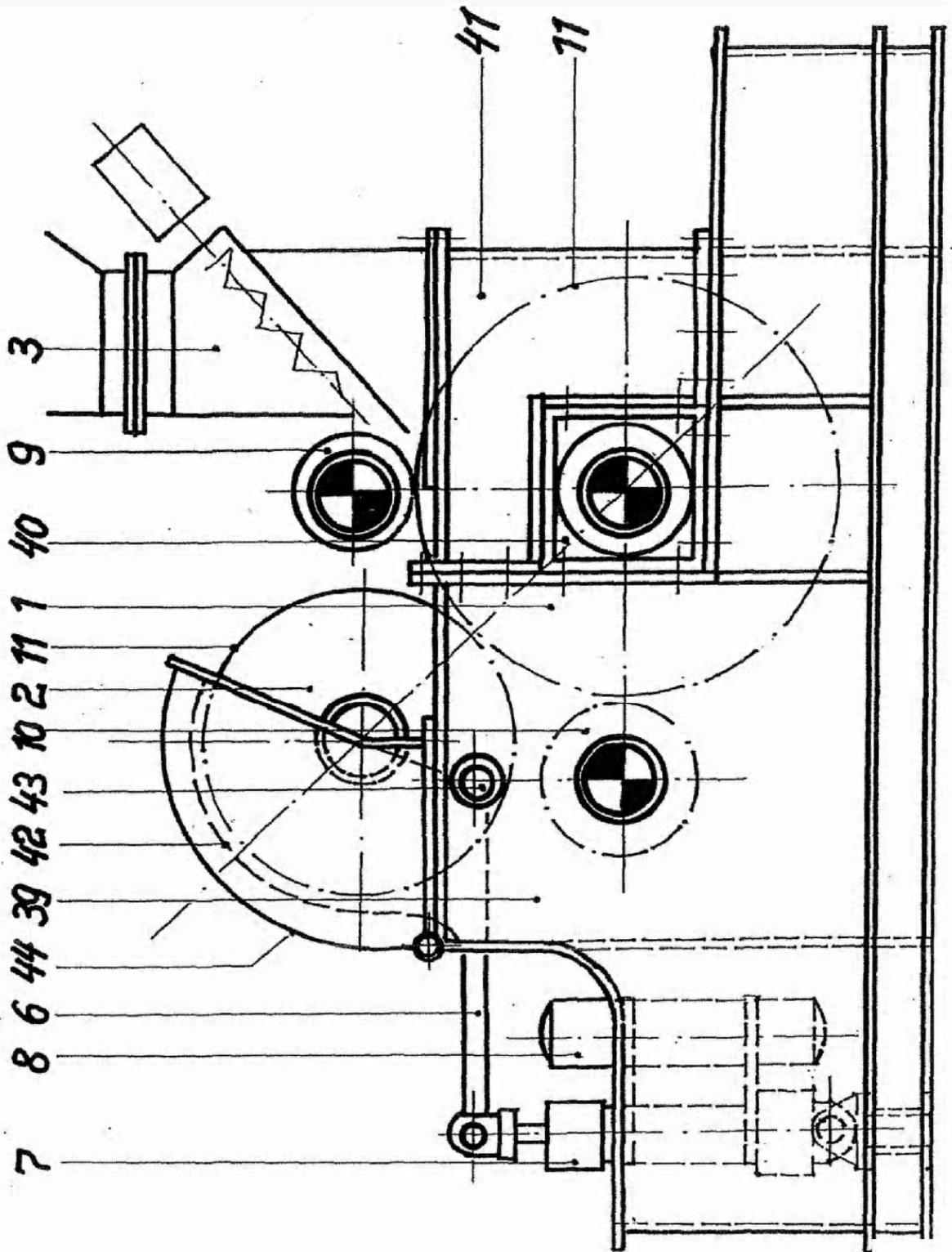


Figura 7

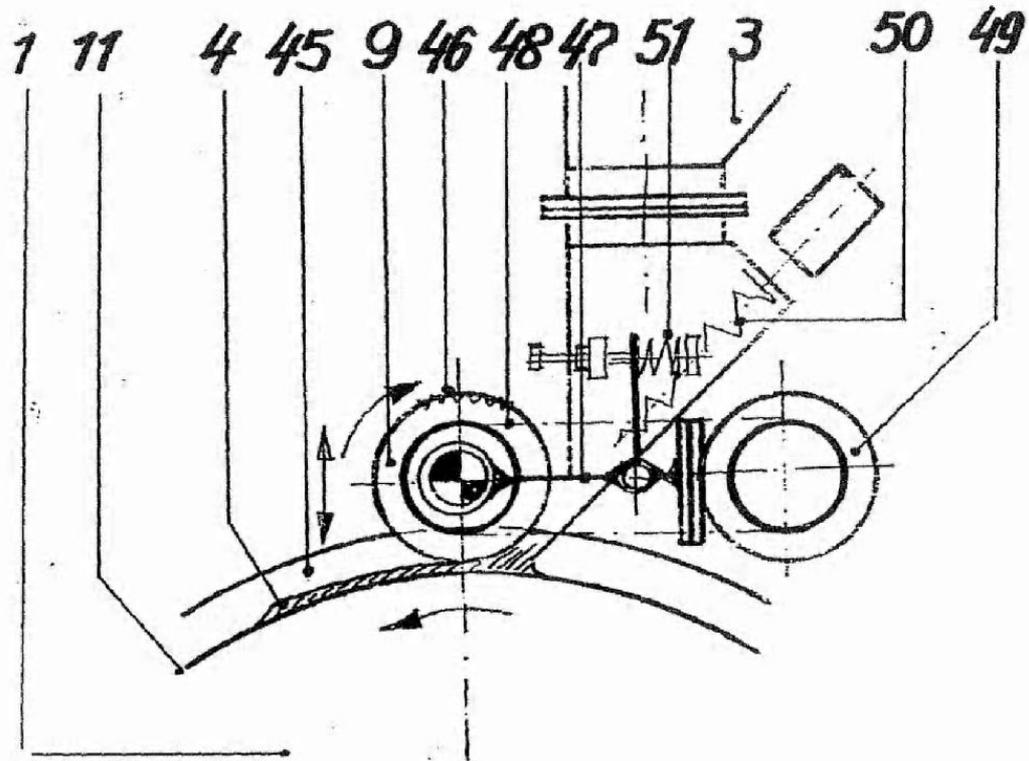


Figura 8

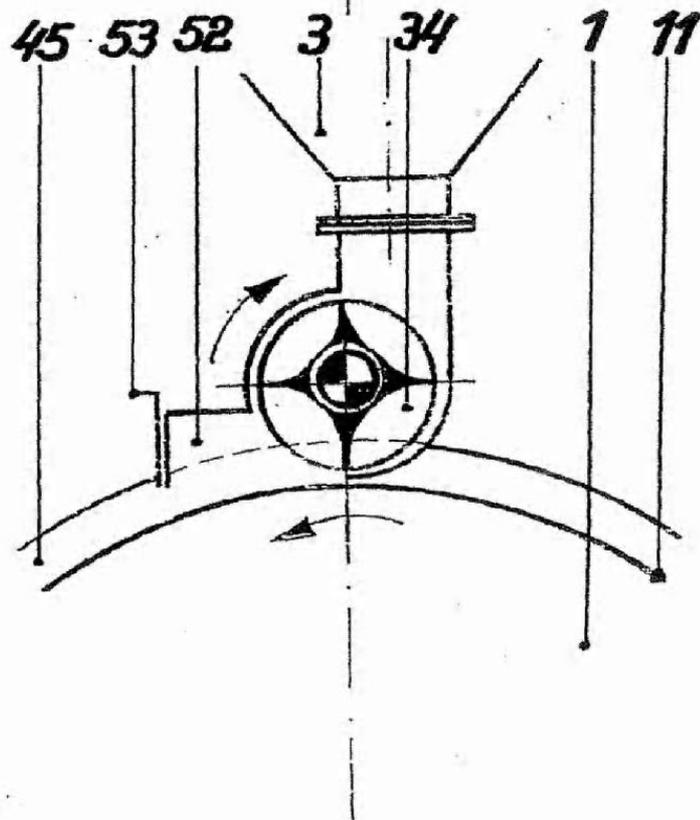


Figura 9

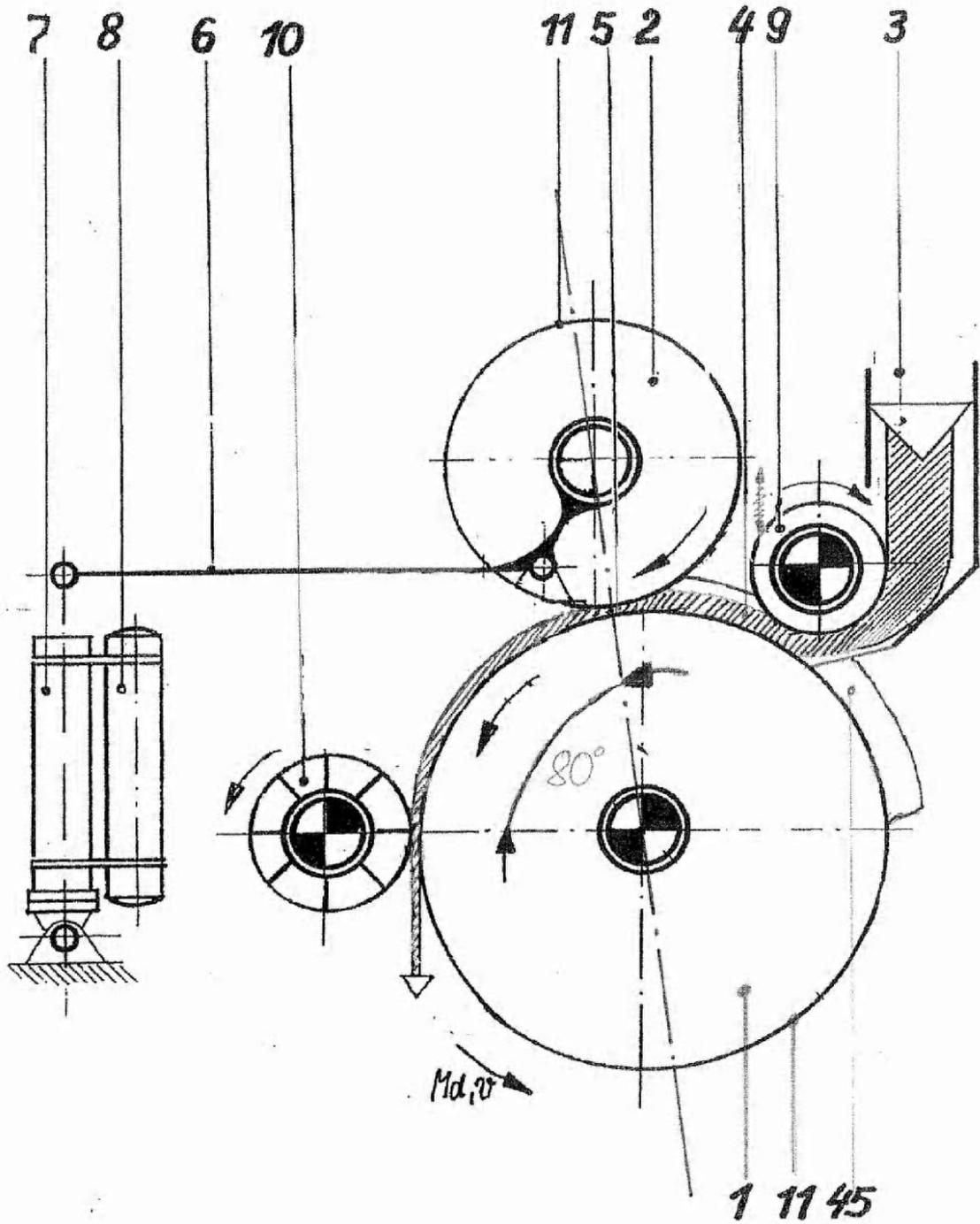


Figura 10