

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 662 595**

(51) Int. Cl.:

**B02C 13/20** (2006.01)

**B02C 13/09** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.09.2001 PCT/IT2001/00470**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2002 WO02022269**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2001 E 01972466 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 1322423**

---

(54) Título: **Mejoras en los molinos de martillos secundarios y terciarios, reversibles y no reversibles**

(30) Prioridad:

**14.09.2000 IT NA20000063**

(73) Titular/es:

**RAF - RICAMBI ATTREZZATURE PER LA  
FRANTUMAZIONE S.P.A. (100.0%)  
Via Danubio, Zona Industriale  
65016 Montesilvano (PE), IT**

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

**09.04.2018**

(72) Inventor/es:

**PAOLINI, ANTONIO PALMIRO**

(74) Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 662 595 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**

Mejoras en los molinos de martillos secundarios y terciarios, reversibles y no reversibles

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a mejoras en los molinos de martillos reversibles, tanto secundarios como terciarios, para la fabricación de materiales inertes (inactivos) que utiliza un dispositivo giratorio especial que intercepta el flujo de alimentación de los materiales inertes, y está dotado de cuchillas ahusadas con una velocidad periférica menor rotatoria y un espesor pequeño a una extremidad libre, y es capaz de lanzar los materiales inertes de un modo discontinuo, violentamente contra la parte frontal de los martillos y que puede suceder solamente en el momento en el que pasan los martillos.

**Antecedentes**

15 Los molinos de martillos actuales utilizados en la fabricación de materiales inertes (inactivos) tienen varios problemas: un porcentaje elevado de reciclaje con repercusiones en la productividad, un alto porcentaje de polvo en el producto obtenido, problemas de impacto ambiental y protección de la salud de los trabajadores en los entornos del trabajo debido a la enorme cantidad de polvo que emite el molino, la mala granulometría y la naturaleza poliédrica del producto obtenido (incluida la escasa presencia de partes delgadas con un exceso de polvo) y el fuerte desgaste de los martillos y las paredes blindadas.

Una causa principal de ineficacia consiste en la fuerte velocidad periférica de los martillos necesaria para romper el material inactivo, que no permite un paso fácil del mismo material por delante de los martillos.

25 En los molinos terciarios, para poder llegar a tratar gravillas de hasta treinta milímetros de diámetro, puede ser necesario llegar a una velocidad periférica de alrededor de 70 m/s, mientras que en los molinos secundarios, con gravillas del orden de cien milímetros como mucho, es necesario alcanzar casi 40 m/s, siendo tales velocidades demasiado altas para permitir la penetración del material inerte con esas dimensiones, en un tiempo extremadamente pequeño (alrededor de 3/100 de segundo para el molino terciario y alrededor del doble para el molino secundario), en la parte frontal del martillo.

35 El fenómeno físico que puede verificarse se ve claramente si se realiza una simulación de la operación de un molino, por ejemplo de un molino terciario, equipado con dos martillos para la producción de arena, con un ordenador personal. Tan pronto como se introducen las gravillas en el molino, se observa que el martillo, ya desde el primer impacto, una vez que ha tomado una cierta cantidad de materiales inactivos, interfiere con las partículas de gravilla, obstruyendo la caída libre. Se crea, es decir, un fenómeno de interferencia entre las partículas superiores no interceptadas, cuya entidad está fuertemente ligada, sobre la de la velocidad periférica de rotación mencionada anteriormente (sobre todo), también para el espesor de la cabeza del martillo y el espesor de las gravillas fluyen de 40 la alimentación que llega desde la altura en caída libre. Estas partículas de gravillas no se regularizan debido a la alta frecuencia de golpeo del martillo en el tiempo (aproximadamente treinta veces por segundo para los molinos terciarios de dos martillos). Y entonces, sobre todo cuando el borde del martillo comienza a ser redondo debido al desgaste, las gravillas, prácticamente ya no llegan a interceptarse por la parte frontal del martillo, ya que flotan en la carcasa y se presentan entre la circunferencia perimetral del rotor y la pared blindada del molino, a través de un espacio que se vuelve más y más estrecho, delgado para ser forzado a la trituración en un punto que depende de 45 las dimensiones de las mismas gravillas.

50 De ahí la necesidad de dotar al molino tradicional con un registro especial de acercamiento de la pared blindada, en comparación con la circunferencia perimetral del martillo (para establecer el tamaño máximo del material inerte para la obtención de la trituración y para compensar el desgaste de la parte superior del martillo).

Los resultados de este sistema tradicional de trituración son, inevitablemente, negativos, ya que ha sido expuesto al principio del párrafo.

55 El documento US3595290 divulga un molino desintegrador para la rotura de granos. El documento EP 583.515 divulga una trituradora que contiene un rotor de trituración primario y uno secundario.

El documento US 1.645.770 divulga un molino que comprende dos conjuntos de dispositivos para reducir el forraje a un estado fino.

60 El documento US 4.166.583 divulga un molino de martillos que tiene rotores superiores e inferiores desplazados en posición.

### Propósitos y ventajas de la invención

La presente invención se refiere a los molinos de martillos reversibles, tanto secundarios como terciarios, para la fabricación de materiales inactivos proyectados en su totalidad de una manera nueva y original, que resuelve, 5 definitivamente, por un sistema diferente de fabricación totalmente por impactos con la parte frontal del martillo, en lugar de la trituración tradicional, todos los problemas expuestos previamente. Teniendo en cuenta los problemas mencionados anteriormente que determinan el fenómeno de interferencia y, por lo tanto, la fabricación para la trituración (la velocidad periférica de rotación fuerte y el espesor de la cabeza del martillo, así como el ancho del flujo de material de alimentación), la idea ha sido utilizar un dispositivo giratorio especial de intercepción del material 10 inactivo, análogo al de los molinos tradicionales, pero que tiene partes que interceptan (cuchillas), caracterizado por una velocidad periférica menor giratoria y por un espesor menor de la cabeza; todo alimentado por un flujo más estrecho de alimentación. Una vez interceptado, el material inerte puede lanzarse violentamente contra la parte frontal del martillo. El lanzamiento ocurre de manera discontinua, solo en el momento en que el martillo, para el cual 15 la cabeza del mismo no es golpeada por el material inactivo, pasa y, por lo tanto, no se produce interferencia entre las diversas partículas de material inerte. De esta manera, se resuelve el problema de la interferencia con la adopción de un dispositivo efectivo de intercepción del material inerte, en el que el impacto está asegurado en la parte frontal del martillo.

El alcance del impacto en la parte frontal del martillo puede resolver diversos de los problemas mencionados 20 anteriormente en el sistema tradicional de fabricación para la trituración. Los resultados se han visto en simulaciones de ordenador y también de pruebas efectuadas en un prototipo de un molino de martillos.

En algunas realizaciones, se ha visto lo siguiente:

- 25 - aumento de la producción de aproximadamente el doble, en comparación con los molinos tradicionales con martillos nuevos, hasta aproximadamente el triple, en comparación con los molinos tradicionales con martillos consumidos;
- reciclaje casi inexistente;
- reducción de los empleados de energía eléctrica a alrededor de la mitad, a la paridad de la producción; - 30 reducción de alrededor del 70 % de polvo en el producto final;
- casi una ausencia de polvo liberado por el molino hacia el entorno externo (fuerte reducción del impacto ambiental, con protección de la salud de los trabajadores en los entornos de trabajo);
- buen producto poliédrico obtenido;
- buena granulometría del material inerte, con arenas que tienen porcentajes elevados de partes delgadas; se 35 puede obtener una granulometría diferente en la operación de porcentajes de partes delgadas; se puede obtener una granulometría diferente en la operación de la velocidad del impacto (es suficiente para cambiar la polea del motor);
- reducción del desgaste de los martillos y las paredes blindadas; tal desgaste, al contrario que el sistema tradicional, no provoca ningún inconveniente, en relación con la constancia en el hecho de la producción, la 40 energía eléctrica, el polvo, la naturaleza poliédrica, la granulometría, etc.

Además del rotor clásico con los martillos, tales molinos innovadores según las realizaciones de la invención introducen, principalmente, a solo algunos centímetros de distancia, un segundo rotor (dispositivo giratorio de intercepción) cuyo diámetro está según las dimensiones del material inactivo y se va a tratar (un poco más pequeño 45 para el molino secundario y mucho más pequeño para el molino terciario), y que está dotado de cuchillas especiales en un número igual al de los martillos, y que se establece en fase (el mismo número de vueltas en una unidad de tiempo) con el rotor principal a través de un órgano especial de transmisión dentada. La característica principal de tal segundo rotor es que recibe el material inerte desde un punto alto, para llevarlo según una trayectoria circular y para lanzarlo contra la parte frontal de los martillos del molino, en una dirección casi perpendicular a la parte frontal del martillo. Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 1, el segundo componente vectorial en la dirección de la 50 velocidad del martillo, es ligeramente inferior (5-7 %) en comparación con el mismo vector de la velocidad de lanzamiento. Esto significa que la velocidad de lanzamiento se ha vuelto casi por completo adictiva, en intensidad, a la velocidad periférica del martillo que golpea el material inerte. Teniendo en cuenta que ya desde el primer impacto el resquebrajamiento del material alcanza aproximadamente el 70 %, el resultado principal de esta característica mencionada anteriormente puede ser que:

- teniendo en cuenta la contribución de la velocidad de lanzamiento, la velocidad periférica de rotación del molino 55 puede reducirse enormemente, sobre todo para el secundario (casi puede reducirse a la mitad), conservando también la velocidad necesaria de impacto para romper el material inactivo, con la ventaja principal de una penetración más fácil y controlada del mismo material inactivo hacia la parte frontal del martillo (se ha observado el modo en que se pueden disuadir las fuertes velocidades periféricas de rotación hacia el fenómeno de interferencia). Además, en el molino terciario, este sistema permite, funcionando con gravillas de pequeña dimensión (alrededor de 10 mm), llegar, sin hacer disminuir la velocidad periférica de rotación del molino (esto no es necesario, debido a que la penetración en el dispositivo de rotación de la intercepción es muy fácil cuando el material inactivo es pequeño) pero haciendo uso de la velocidad de lanzamiento adicional mencionada anteriormente, a las velocidades nunca alcanzadas hasta ahora (de más de 90 m/s); siendo el resultado arena

fina, no obtenible con los molinos actuales;

- debido al lanzamiento del material casi perpendicular a la parte frontal del martillo, se puede reducir, en la fase de impacto, las tensiones tangenciales, con la mejor naturaleza poliédrica consecuente del material inactivo roto y la reducción del polvo;
- 5 - debido a la mayor aproximación de los dos rotores mencionados anteriormente (solo algunos centímetros) se garantiza con la máxima precisión del alcance del objetivo (punto de impacto), con la mejora consecuente de los efectos incontrolables en la fase de lanzamiento e impacto.

#### Breve descripción de los dibujos

10 Estas y otras características, así como las ventajas, serán evidentes a partir de la siguiente descripción y de los dibujos adjuntos, presentados solo con fines indicativos y no limitativos, en los que:

15 la figura 1 muestra una sección transversal de un molino de martillos, secundario, reversible, de impacto total;

la figura 2 muestra la sección longitudinal del molino de la figura 1;

la figura 3 muestra una sección transversal de un molino de martillos, terciario, reversible, de impacto total;

la figura 4 muestra la sección longitudinal del molino de la figura 1;

la figura 5 muestra el detalle constructivo de un molino de martillos, terciario, no reversible, de impacto total.

20 En la siguiente descripción se hace referencia por simplicidad al molino secundario de la figura 1 y figura 2 teniendo en cuenta que una descripción similar se aplica para el molino terciario de la figura 3 y la figura 4, habiendo adjuntado a estos conjuntos de figuras los mismos números representativos de las diversas partes de la máquina.

25 Haciendo referencia al molino secundario de las figuras 1 y 2, el rotor principal se señala como (1) y la órbita periférica relativa como (1'), las protecciones antidesgaste (volantes cubiertos) (2), dos martillos (3) (preferentemente, pero también pueden ser más de dos), las paredes blindadas (4) y todas aquellas otras partes mecánicas presentes actualmente en cada molino, que no se mencionan en este documento. Téngase en cuenta que, al no haber trituración, los registros de acercamiento de las paredes blindadas, fundamentales para los molinos tradicionales, ya no tienen motivo para existir; tales paredes serán fijas y lo más distante posible de los martillos (es suficiente a aproximadamente cincuenta milímetros tanto en el molino secundario como en el molino terciario). Principalmente, lo más cercano posible, a algunos centímetros de distancia del rotor (1), hay otro de estos (dispositivo giratorio de intercepción), más pequeño, que se denomina rotor secundario (5), con una órbita periférica (5') relativa, dotado de cuchillas (6) ahusadas especiales (el ahusamiento facilita la entrada del material) en igual número al de los martillos, así como dos (también pueden ser únicos) transportadores laterales (7) con bordes (7') superiores y opacos y unidos tangencialmente (para facilitar la entrada del material inactivo) a la órbita periférica (5'). La carcasa (8) del molino contiene todo lo mencionado anteriormente.

30 Los dos rotores están conectados y obligados a realizar el mismo número de vueltas por unidad de tiempo (colocados en fase), a través de un órgano especial de transmisión dentada (11); tal órgano está dotado de un dispositivo de interrupción (junta) de la transmisión que comienza a funcionar automáticamente, en caso de bloqueo del rotor secundario, por ejemplo, debido a una piedra más grande, o a una pieza de hierro, lo que sería posible ajustar ocasionalmente. El órgano de transmisión también puede ser representado por una cinta dentada simple que conecta los dos ejes de rotación dotados de poleas iguales; en ese caso, la cinta debe estar, adecuadamente, proporcionada, de modo que, después de un bloqueo irregular del rotor secundario, pueda romperse fácilmente, para ser reemplazada.

35 El mismo completa la máquina para incluir una tolva (10) o (10T), que será estrecha y compatible con el material inactivo que se va a tratar (de aproximadamente cien milímetros para el molino terciario y aproximadamente el doble para el molino secundario). La tolva (10) o (10T) está dotada de una ventana de carga (9) para la inserción del alimentador de carga.

40 El tamaño de un molino, sobre todo la relación entre el diámetro del rotor principal inferior mayor y el superior secundario (dispositivo giratorio de intercepción) más pequeño, depende en primer lugar de las dimensiones del material inactivo que se va a tratar; dicha relación varía de aproximadamente 1,5 a 2 para los molinos secundarios (transformadores de piedras trituradas en gravillas) y de aproximadamente 4 a 7 para los molinos terciarios (para la fabricación de arena, partiendo de las gravillas).

A continuación, sigue la descripción del funcionamiento del molino.

45 El material inactivo (piedras trituradas) de la ventana de carga (9) de la tolva (10) o (10T), llega a las cuchillas de intercepción (6) del rotor secundario (dispositivo giratorio de intercepción). La altura de caída y, por lo tanto, de la tolva, se calcula teniendo en cuenta que, en el tiempo existente entre un golpeo y otro de intercepción de las cuchillas (de alrededor de 6/100 segundos para el molino secundario y aproximadamente la mitad para el molino terciario), el material inactivo, en caída libre gravitatoria, tiene que cubrir un desplazamiento igual a la longitud de las cuchillas en la dirección radial; esto permitiría el llenado total de las cuchillas en sí. En el caso de que alguna pieza de piedra triturada, por circunstancias incontrolables, no logre entrar en los transportadores laterales (7), las

cuchillas (6), proporcionadas adecuadamente como masas, también proporcionarán la rotura de la misma pieza. En caso contrario harán que comience a funcionar automáticamente el dispositivo de interrupción (junta) del órgano de transmisión.

- 5 Una vez interceptado por las cuchillas, el material inerte se ve obligado a cubrir una trayectoria baricéntrica (5") circular y contribuir a la fuerza centrífuga situada en la zona más externa, para lanzarse después en una dirección tangencial, hacia la parte frontal del martillo.

Con respecto a la masa en fase entre los dos rotores, se procede de la siguiente manera. Una vez establecido, oportunamente, el punto de impacto I, se calcula la fracción de tiempo necesaria para cubrir el recorrido del material inerte, desde el punto de lanzamiento L hasta el de impacto I. Basándose en este tiempo, común también al rotor principal, la posición del martillo (3) se calcula durante el lanzamiento. En esta etapa se fijarán unas muescas de referencia, para que la masa en fase pueda restablecerse en todo momento, particularmente en caso de accionamiento automático del dispositivo de interrupción (junta) del órgano de transmisión dentada (11), en el caso del bloqueo irregular del rotor secundario (5). Obviamente, otras muescas similares servirán de referencia para mantener un seguimiento de la reversibilidad de rotación de la máquina en el caso de que el molino sea reversible.

Se hace una última consideración sobre la forma particular asumida por el dispositivo giratorio de intercepción del material inerte en el caso en que el molino no sea reversible. Esto se representa en el detalle constructivo de la figura 5 que se refiere a un dispositivo giratorio de intercepción de un molino terciario, pero que también puede aplicarse a un molino secundario.

## REIVINDICACIONES

1. Molino de martillos, del tipo reversible y del tipo secundario o terciario, para impactar sobre un material inerte, que comprende:

5 - una carcasa que contiene una tolva (10) provista de una ventana (9) para la alimentación del material inerte desde la ventana (9) de la tolva (10) a las cuchillas de intercepción (6) de un rotor secundario (5); y

- un rotor principal (1) que tiene una órbita periférica (1') respectiva y que está provisto de dos o más martillos (3) dispuestos radialmente, para impactar sobre el material inerte;

10 - protección contra el desgaste (2) dispuesta en dicho rotor principal (1) y que tiene un ancho igual al ancho interior del molino de martillos;

- paredes blindadas (4);

- un rotor secundario (5) que tiene una órbita periférica (5') respectiva y que está provisto de dos o más cuchillas (6), dispuestas radialmente, en donde las cuchillas (6) interceptan el material inerte recibido de la tolva (10) para

15 forzarlo por la fuerza centrífuga a una trayectoria circular baricéntrica (5'') situada en la zona más externa para lanzarla en una dirección tangencial, hacia la parte frontal de los martillos (3);

en el que el diámetro de la órbita periférica (1') de dicho rotor principal (1) es mayor que el diámetro de la órbita periférica (5') de dicho rotor secundario (5) y en el que las órbitas (1', 5') periféricas de los dos motores (1, 5) están

20 colocadas, sustancialmente, cerca una de la otra, y

el rotor secundario (5) y el rotor principal (1) están conectados y obligados a realizar el mismo número de vueltas en la unidad de tiempo a través de un órgano especial de transmisión dentada (11); y

el número de las cuchillas (6, 6) del rotor secundario (5) es igual al de los martillos (3, 3) del rotor principal (1); y

25 los martillos (3, 3) de dicho rotor principal (1) y las paredes blindadas (4) están ajustados a una distancia predeterminada y fija,

estando el molino de martillos **caracterizado por que** dicho rotor secundario (5) está dispuesto por encima del rotor principal (1) de manera que los ejes de rotación de los motores están situados en un plano vertical; y **por que** la

relación entre los dos diámetros de las órbitas periféricas (1, 5) respectivamente de dicho rotor principal (1) y de dicho rotor secundario (5) se ajusta dependiendo de las dimensiones del material inerte que se va a tratar en el

30 molino de martillos y es de 1,5 a 2, donde el molino de martillos es un molino secundario, y de 4 a 7, donde el molino de martillos es un molino terciario; y

**por que** están proporcionadas dos guías curvilíneas laterales (7), con bordes superiores (7'') biselados en el interior (7) y unidos tangencialmente a la periferia (5') del rotor secundario (5).

35 2. Molino de martillo según la reivindicación 1, **caracterizado por** el hecho de que las cuchillas (6) de dicho rotor secundario (5) tienen un ahumamiento lineal a lo largo de su dirección radial longitudinal, con una dimensión de la cabeza reducida, por lo que las mismas son adecuadas para no interferir con el flujo de material inerte que proviene de la tolva (10).

40 3. Molino de martillos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que el material inerte, procedente de la tolva (10), es interceptado por las cuchillas (6, 6') del rotor secundario (5) y lanzado desde un punto baricéntrico (L), en una dirección tangencial, contra la parte frontal de los martillos (3, 3'), por lo que se agrega un componente de la velocidad de lanzamiento a la velocidad periférica de los martillos (3, 3') para aumentar la velocidad del impacto.

45 4. Molino de martillos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que las paredes blindadas (4) están separadas de los martillos (3, 3') para evitar la ruptura del material inerte por aplastamiento, por lo que la rotura de los materiales inertes ocurre, sustancialmente, por impacto.

50 5. Molino de martillo, según la reivindicación 4, siendo tal que, en parte debido al hecho de que el material inerte es lanzado contra la parte frontal de los martillos (3, 3) y en parte debido a que se proporciona una distancia corta entre las dos órbitas (1, 5) periféricas de los motores principal y secundario (1, 5), se optimiza la fase de lanzamiento del material inerte y de su impacto contra los martillos (3, 3) del rotor principal (1).

55 6. Molino de martillo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha distancia predeterminada y fija a la que las paredes blindadas (4) están dispuestas desde los martillos (3, 3') del rotor principal (1) es de aproximadamente 50 milímetros, tanto donde el molino de martillos es del tipo secundario como donde es del tipo terciario.

60 7. Molino de martillos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las órbitas periféricas (1', 5') de los dos motores (1, 5) están a una distancia de aproximadamente 2 ÷ 3 centímetros.

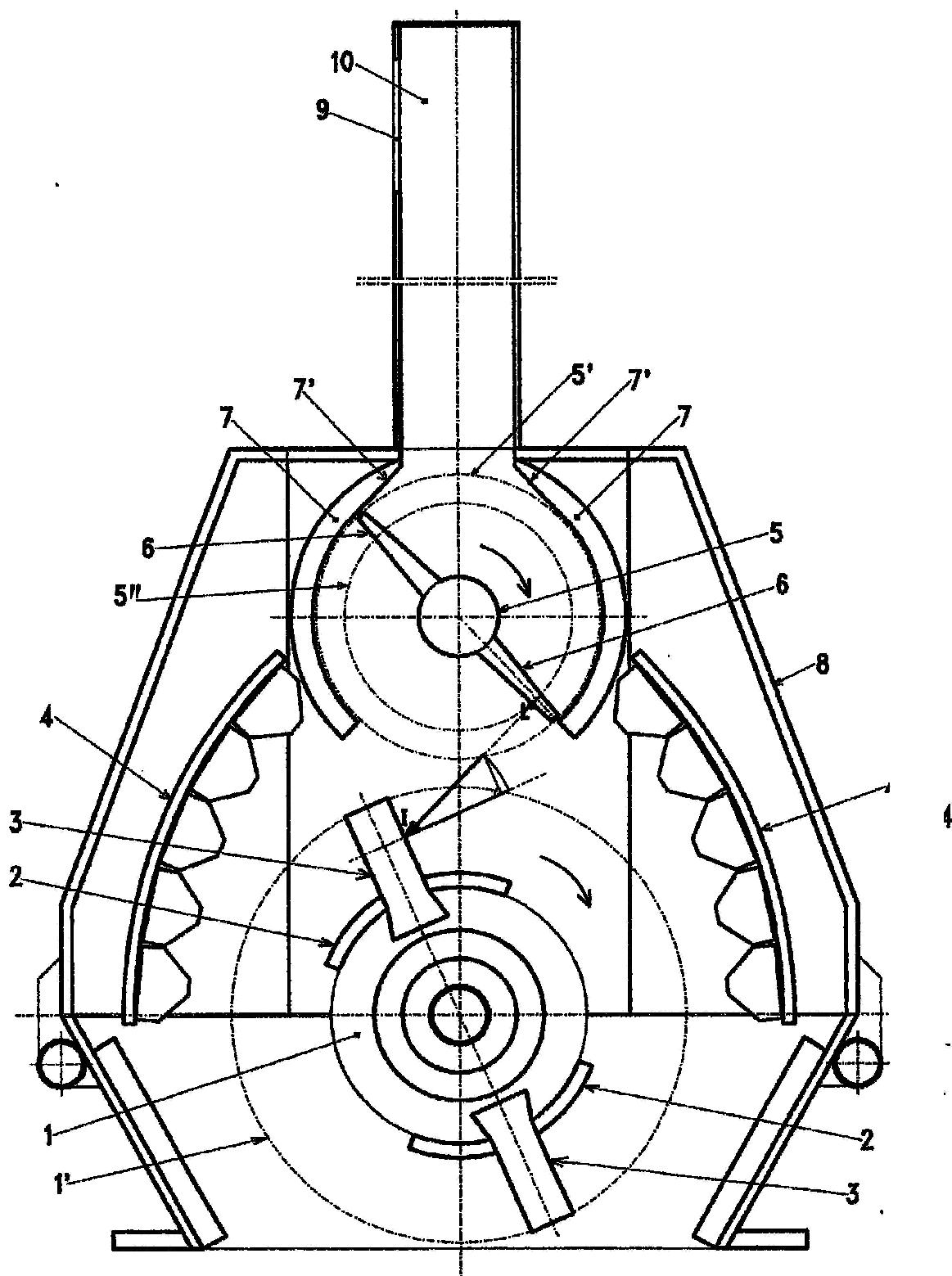


FIG. 1

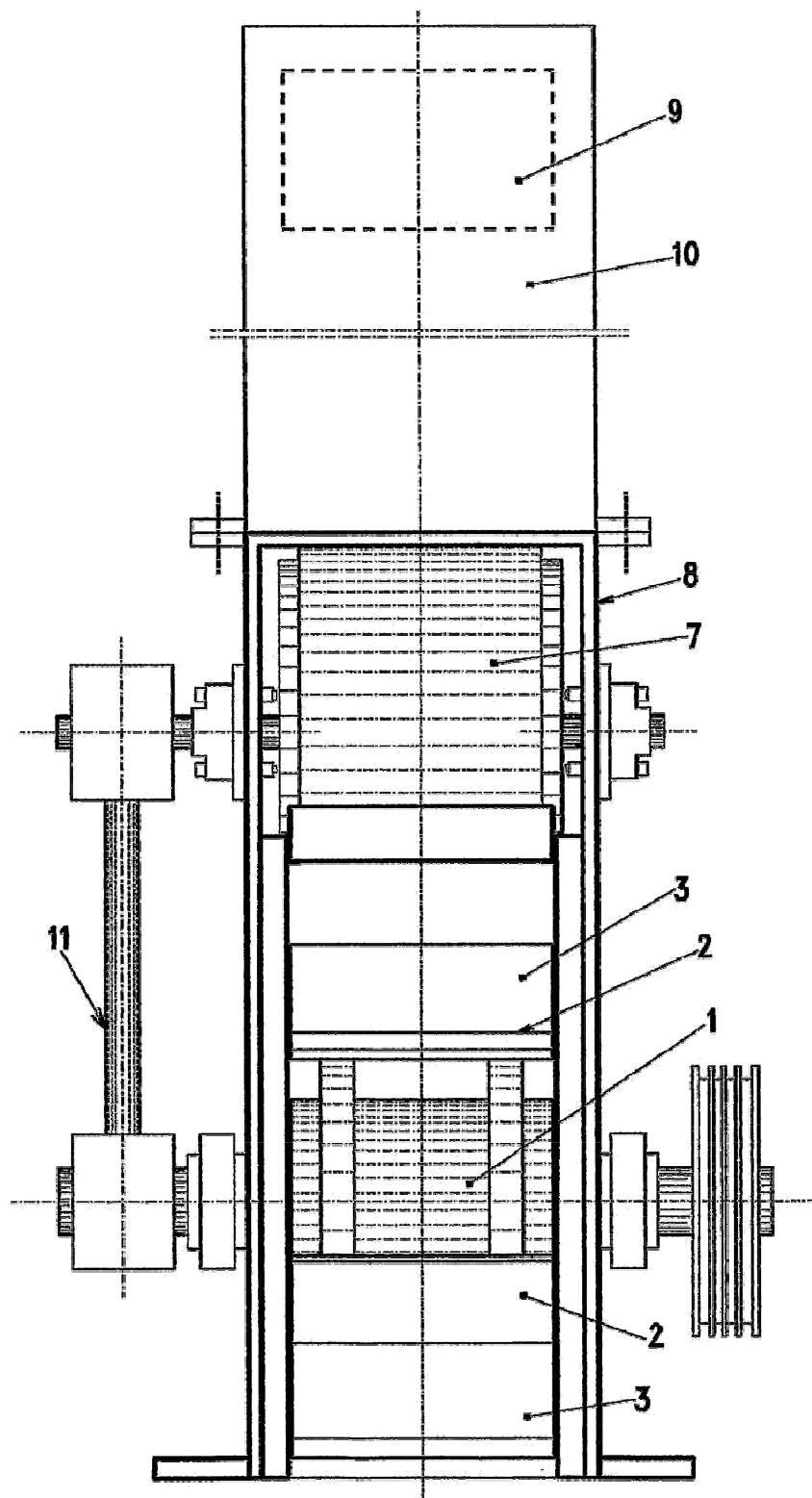


FIG. 2

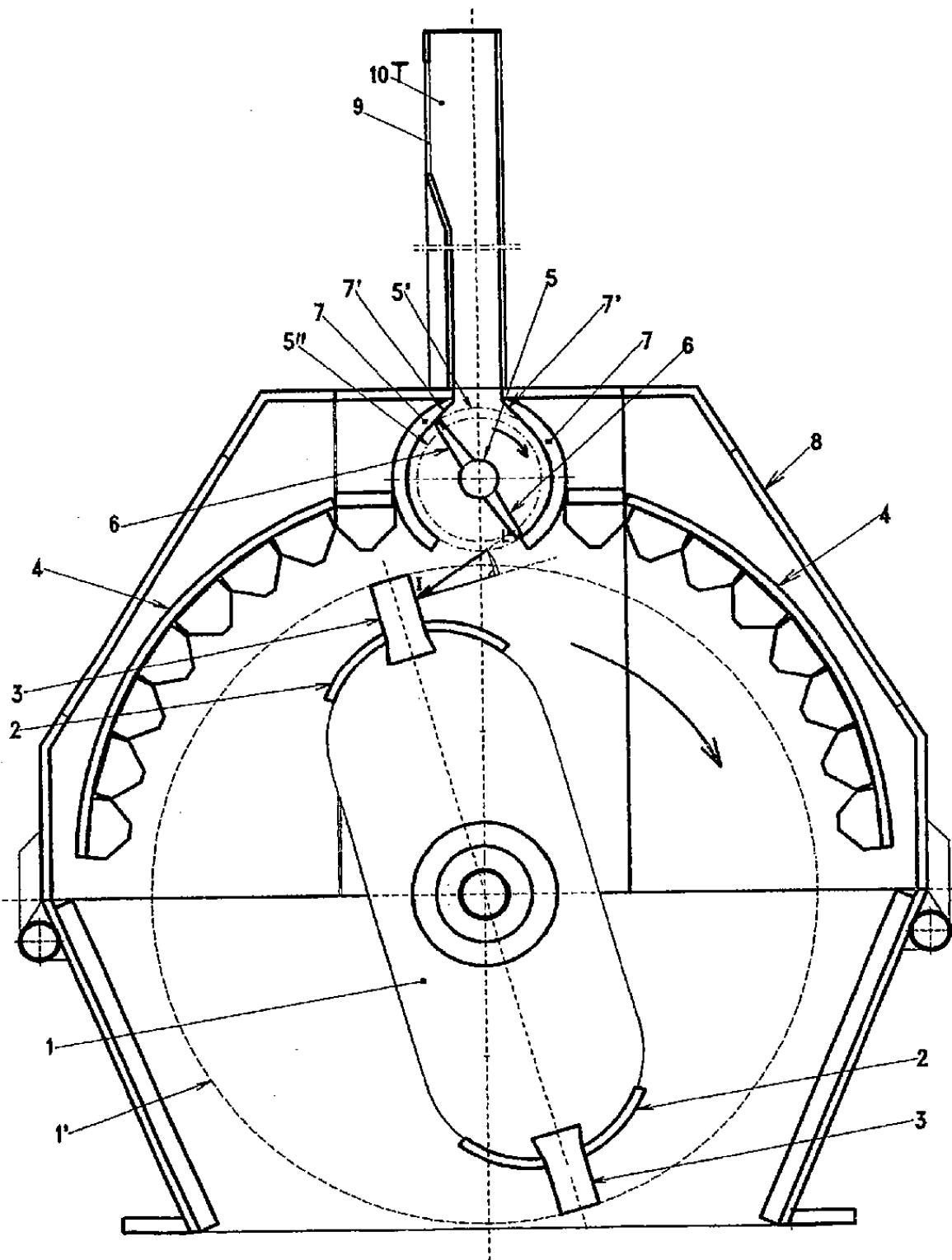


FIG. 3

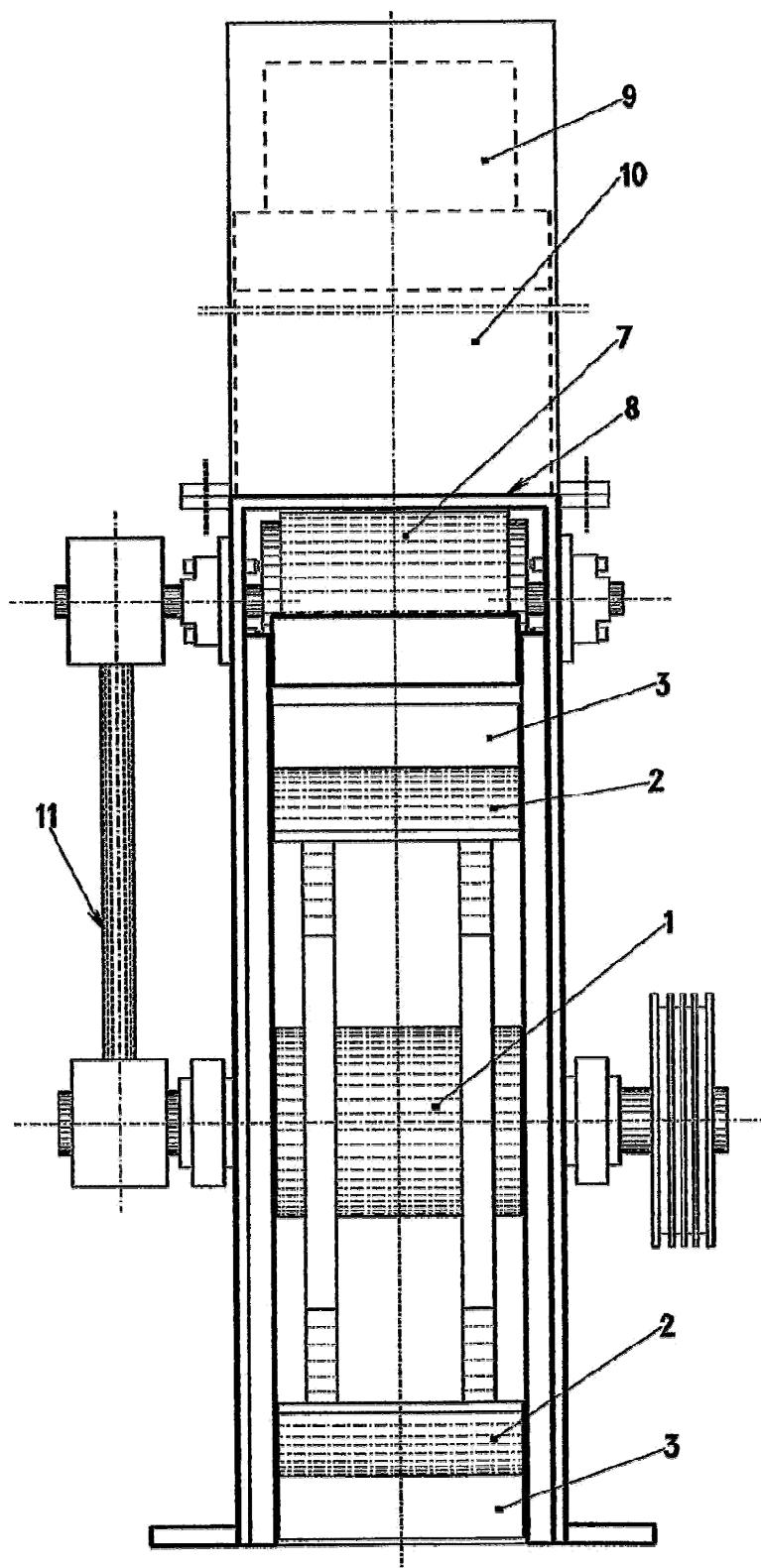


FIG. 4

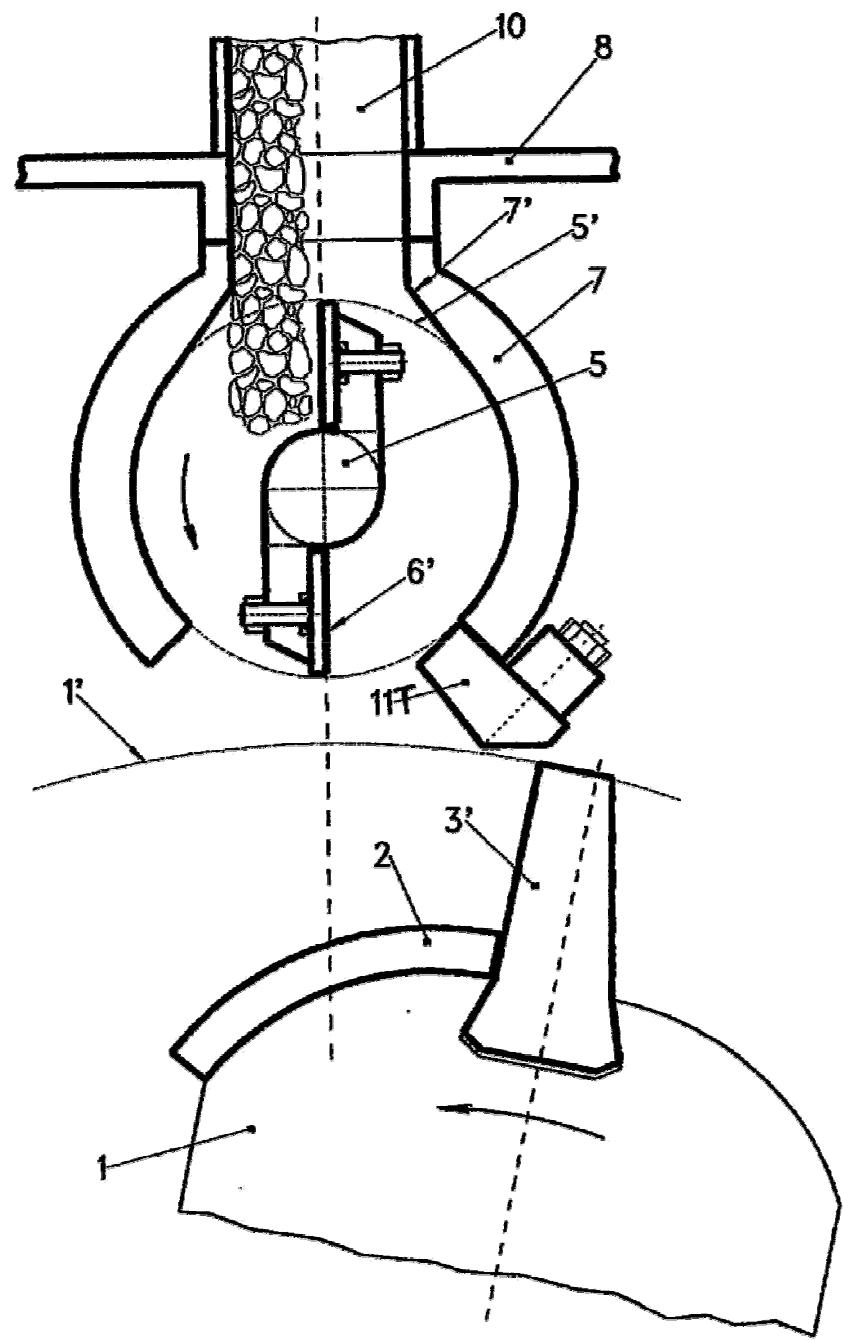


FIG. 5