

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 274**

51 Int. Cl.:

**B02C 2/00** (2006.01)

**B02C 2/02** (2006.01)

**B02C 2/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2016 PCT/RU2016/000113**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2016 WO16148604**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2016 E 16765335 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3269452**

54 Título: **Trituradora inercial de conos con un accionamiento mejorado**

30 Prioridad:

**13.03.2015 RU 2015108963**

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

**10.02.2020**

73 Titular/es:

**QS-TECHNOLOGIES LLC (100.0%)  
8-N-187, h. 20-A, Str. Repishcheva  
197375 Saint-Petersburg, RU**

72 Inventor/es:

**BELOTSERKOVSKY, KONSTANTIN EVSEEVICH**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 741 274 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

Trituradora inercial de conos con un accionamiento mejorado

La invención se refiere al campo de la ingeniería pesada, a equipo de trituración y molienda, y más particularmente a trituradoras de conos, y se puede utilizar en procesos industriales de la industria de la construcción, minería y concentración.

Actualmente, la trituradora inercial de conos es la máquina más extendida y universal para triturar materiales. En su diseño, dicha máquina es una unidad compleja y laboriosa en su funcionamiento, pero eficiente, con buenos rendimientos de proceso. El principal problema para mejorar su diseño es la necesidad de combinar altas capacidades operativas con fiabilidad, economía, seguridad contra fallos y requisitos para un manejo y un mantenimiento fáciles.

La teoría relacionada ha sido descrita en la bibliografía, por ejemplo en el libro "Production of Cubiform Crushed Stone and Construction Sand Using Vibration Crushers" V. A. Arsentiev *et al.*, San Petersburgo, editorial VSEGEI, 2004, ISBN 93761-061-X, que contiene un capítulo titulado "Basics of Dynamic and Technological Calculation of Inertia Cone Crushers.", pág. 64 {1}. Una trituradora inercial de conos comprende un cuerpo con un cono exterior y un cono interior dispuesto dentro del mismo, cuyas superficies enfrentadas forman una cámara de trituración. Instalado en el árbol motor del cono interior móvil hay un peso de desequilibrio girado por la transmisión. Cuando el peso de desequilibrio gira, se genera una fuerza centrífuga que hace que el cono interior ruede sin separación en el cono exterior, si la cámara de trituración no contiene material que haya de ser procesado (funcionamiento en vacío); o sobre una capa de material que haya de ser triturado. Para el equilibrio dinámico, el diseño de la trituradora se complementa con un contrapeso, en otras palabras un peso de desequilibrio adicional que se instala en oposición de fase con respecto al peso de desequilibrio y genera su propia fuerza centrífuga dirigida en dirección opuesta a las fuerzas centrífugas del cono interior y su peso de desequilibrio. Dichas fuerzas se compensan entre sí, lo que se traduce en menores cargas de vibración en los componentes de la trituradora, principalmente en el cuerpo. Un componente importante del diseño de la trituradora de conos es la técnica y el dispositivo utilizados para transmitir el par de torsión del motor al peso de desequilibrio, en otras palabras el conjunto de transmisión. En un caso general, el conjunto de transmisión debe garantizar la velocidad de rotación requerida, siendo al mismo tiempo fiable, compacto y económicamente viable en términos de costos de fabricación, instalación y mantenimiento. Los parámetros de proceso de una trituradora inercial de conos se pueden mejorar mejorando el equilibrio dinámico y mejorando el subconjunto de transmisión.

Se conoce el uso de un husillo de bola de accionamiento y soporte como conjunto de transmisión. La teoría relacionada ha sido descrita en la bibliografía: "Vibration Crushers," Vaiberg L. A. *et al.*, editorial VSEGEI, San Petersburgo, 2004, ISBN 93761-061-X, Cálculo de Elementos Motores para la Rodadura Irregular del Cono Interior, pág. 89, también Figuras 33 y 34 {2}.

El diseño de un husillo de bola de accionamiento y soporte se basa en la Junta Universal propuesta por A. Rzeppa in 1933, patente de EE.UU. 2010899. Dicha junta comprende dos levas, una interior conectada a un árbol motor y una exterior conectada a un árbol accionado. Ambas levas tienen seis ranuras toroidales, cada una dispuesta en planos que se extienden a través de los ejes de los árboles. Colocadas en las ranuras hay bolas cuya posición está preestablecida por un separador que interactúa con los árboles a través de una palanca de separación. Un extremo de la palanca está presionado con un resorte en el receptáculo de la leva interior, y el otro se desliza en la abertura cilíndrica del árbol accionado. Cuando cambia la posición relativa de los árboles, la palanca se inclina y gira el separador, que a su vez cambia la posición de las bolas para colocarlas en un plano bisector. En la junta dada, el par de torsión se transmite a través de las seis bolas.

El documento US4655405A enseña una trituradora inercial de conos que incluye una carcasa con un cono exterior fijado en su interior y un cono interior montado de forma concéntrica con respecto al cono exterior en un soporte esférico. Un cojinete cilíndrico que lleva un elemento de masa desequilibrado está instalado en el árbol del cono interior para enganchar con su cojinete de empuje de extremo esférico un soporte esférico del árbol motor de un motor. En el árbol motor está fijada también una manivela que soporta un elemento portador para enganchar el elemento de masa desequilibrado. El elemento portador incluye un peso desequilibrado con respecto al eje de rotación del elemento de masa desequilibrado, teniendo el peso tal masa y posición que su momento estático es aproximadamente igual en valor y opuesto con respecto al momento estático del elemento de masa desequilibrado.

La técnica anterior seleccionada es la invención "Inertia cone crusher and method of balancing such crusher», documento WO 2012/005650 A1, datos de prioridad: 09.07.2010, SE 20100050771. De acuerdo con esa invención, el diseño conocido de una trituradora inercial de conos comprende un cuerpo, un cono exterior, una carcasa interior con un peso de desequilibrio instalado en su árbol; y un sistema de contrapesos consistente en dos partes separadas. Una parte del contrapeso está unida al árbol motor debajo del cojinete del árbol motor y está dispuesta fuera y debajo del cuerpo de la trituradora, mientras que la otra parte del contrapeso está unida al árbol motor sobre el cojinete y está dispuesta dentro del cuerpo de la trituradora. El peso total de ambos contrapesos y el peso de cada uno de ellos por separado están calculados de manera que alcancen los valores necesarios para generar la fuerza centrífuga requerida y para resolver el problema de la armonización y el equilibrio dinámico del peso de desequilibrio

y el contrapeso. Este enfoque técnico permite resolver una amplia gama de aspectos del equilibrio dinámico de la trituradora al modificar la relación de pesos de las partes del contrapeso, la relación de las partes del contrapeso y su relación con el peso de desequilibrio. Una ventaja de tal doble distribución de los pesos del contrapeso es que las cargas en el cojinete del árbol motor se reducen y se distribuyen de manera más uniforme, y así se prolonga la vida útil del cojinete.

De acuerdo con dicha invención, se utiliza un acoplador de bola de compensación y cojinete como subconjunto de transmisión. Un acoplador de bola de compensación y cojinete consiste en un husillo motor de cojinete orientado verticalmente insertado en el semiacoplador motor en un lado y en el semiacoplador accionado desde el otro lado. Cada semiacoplador está provisto de seis ranuras semicilíndricas, seis entrantes hemisféricos previstos en cada cabeza de husillo para acoplarse a las ranuras semicilíndricas, y en cada pareja entrante-ranura respectiva están insertadas seis bolas. El semiacoplador inferior recibe el par de torsión del árbol motor y gira el husillo, que a su vez hace girar el semiacoplador accionado y el peso de desequilibrio conectado al mismo.

Un inconveniente de la solución descrita anteriormente es la disposición del contrapeso inferior en un nivel que es mucho más bajo que el nivel de la parte inferior del cuerpo, bajo la cual el árbol de la polea y la polea motriz misma están alojados a su vez. Para transmitir el par de torsión, el motor puede estar conectado a la polea, por ejemplo a través de una transmisión de correa trapezoidal. Por lo tanto, se debe prever un espacio estrictamente debajo, en una zona bajo el cuerpo de la trituradora, para alojar el contrapeso correctamente, la polea y su árbol, el accionamiento y el motor, previendo también una zona de acceso para ajustes y mantenimiento. Dicho diseño también sugiere combinar la zona de servicio y la zona de descarga del producto terminado, lo que es ineficiente y dificulta el trabajo del personal de servicio. Además, dicha disposición de componentes motores fuera del cuerpo básico aumenta la altura de toda la estructura de la unidad, siendo la altura un parámetro crítico que afecta a la altura de todo el flujo del proceso de molienda del material. Por lo tanto, la altura de la trituradora debe mantenerse dentro de los límites preestablecidos en la medida de lo posible, y en el mejor de los casos debe reducirse, según lo permita el diseño.

Los principales inconvenientes del sistema doble de contrapesos son, evidentemente, un doble costo de su fabricación y costos adicionales de instalación, control y mantenimiento. El uso de un acoplador de bola de compensación y cojinete como transmisión en general, y en dicha técnica anterior específicamente, tiene los siguientes inconvenientes.

En dicho acoplador, en cualquier momento concreto del tiempo y en cada ángulo concreto de desviación de los árboles, el par de torsión se transmite sólo con la ayuda de dos bolas en el eje de tensión, mientras que los otros dos pares de bolas no están cargados. El par de bolas activo recibe toda la carga y presiona sus respectivas ranuras semicilíndricas con una fuerza incrementada, lo que tiene como resultado un rápido desgaste de los semiacopladores y su avería. La distribución no uniforme de la carga y el área limitada del contacto de trabajo de las bolas tienen finalmente como resultado un colapso de las bolas mismas. Dado que la cabeza del husillo está completamente encerrada en el semiacoplador, el desgaste de los componentes interiores del acoplador no se puede controlar visualmente. El desgaste gradual no controlado conduce a violaciones de la geometría del dispositivo, lo que a su vez se traduce en limitaciones en el valor del par de torsión que se ha de transmitir, y finalmente en un fallo completo y generalmente de emergencia (impredecible) de todo el subconjunto de transmisión y una parada de la unidad.

Sobre la base de lo anterior, un objetivo de esta invención es mejorar la trituradora mediante un cambio fundamental en el diseño del subconjunto de transmisión, un cambio en el diseño del conjunto de contrapeso y una reducción de la altura total de la unidad.

Este objetivo se puede lograr resolviendo los siguientes problemas:

- desarrollar un diseño mejorado del conjunto de contrapeso, que debe generar el valor de fuerza centrífuga requerido que compensa la fuerza centrífuga generada por el peso de desequilibrio;

- disponer el conjunto de contrapeso de modo que no requiera una zona especialmente equipada debajo de la unidad trituradora;

- el conjunto de contrapeso debe estar dispuesto dentro del cuerpo de la trituradora existente;

- el método y el lugar de instalación del conjunto de contrapeso no deben aumentar las dimensiones generales de la unidad trituradora en términos de altura o anchura;

- el subconjunto de transmisión debe garantizar la transmisión del par de torsión del accionamiento al cojinete del peso de desequilibrio en cualquier posición del eje del árbol del cono interior, y en cualquier posición del eje del árbol del cono interior y el peso de desequilibrio, en caso de que entren en la cámara de trituración cuerpos que no puedan ser triturados, cuando el casquillo del peso de desequilibrio deba girar alrededor del árbol fijo del cono interior situado en una posición impredecible;

- los conjuntos actualizados deben tener un diseño fiable y fácil de fabricar, que al menos no aumente el costo de la trituradora;

- los conjuntos actualizados deben hacer que el mantenimiento de la trituradora sea más fácil, más rápido y menos caro.

- 5 Para resolver los problemas anteriores, se propone integrar un acoplador de disco de transmisión en el diseño de la trituradora, proporcionando un "conjunto dinámico" compacto e integral capaz de proporcionar simultáneamente el equilibrado dinámico y la transmisión del par de torsión en cualquier posición de los subconjuntos de la trituradora.

Se propone seleccionar un acoplador de disco de compensación, que fue reivindicado por primera vez por el ingeniero John Oldham, Irlanda, en 1820, como base para el nuevo diseño del subconjunto de transmisión. Otros nombres de dispositivos similares utilizados en la bibliografía son "acoplamiento de guía de deslizamiento doble", "acoplamiento de enlace cruzado" o "acoplador Oldham". Se presenta información detallada en Wikipedia: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Муфта\\_кулачководисковая](http://ru.wikipedia.org/wiki/Муфта_кулачководисковая). El acoplador Oldham transmite el par de torsión de un árbol motor a un árbol accionado dispuesto en paralelo, y permite compensar el desplazamiento radial de los ejes de rotación de los árboles. El acoplador comprende dos semiacopladores en forma de disco, concretamente un semiacoplador motor, conectado al árbol motor, y un semiacoplador accionado, conectado al árbol accionado, con un disco flotante intermedio entre los mismos. Cada semiacoplador tiene una espiga radial en la superficie terminal de trabajo, y el disco flotante tiene unas ranuras radiales perpendiculares entre sí en ambas superficies terminales del disco.

Todas las superficies terminales de las piezas son planas. En la posición de funcionamiento, las espigas de los semiacopladores entran en las ranuras del disco flotante, de modo que la pareja de espiga y ranura del semiacoplador motor es perpendicular a la pareja de espiga y ranura del acoplador accionado. El árbol/semiacoplador motor transmite el par de torsión al disco flotante, que a su vez hace girar el semiacoplador/árbol accionado. Durante el funcionamiento, el disco flotante gira alrededor de su centro a la misma velocidad que el árbol motor y el árbol accionado, y el disco se desliza en las ranuras realizando un movimiento de deslizamiento y rotación para compensar la desalineación radial de los árboles. Para reducir las pérdidas por fricción y el desgaste de las superficies de contacto, éstas deben lubricarse de vez en cuando; para este propósito, se pueden prever unos orificios especiales en las piezas del acoplador.

Un inconveniente del diseño clásico del acoplador Oldham es que el par de torsión no puede transmitirse cuando los ejes de rotación del árbol motor y el árbol accionado se desvían en un cierto ángulo, es decir el, así llamado, desplazamiento angular de los árboles. Para resolver algunos de los problemas establecidos en esta invención, el acoplador Oldham se mejora de modo que se pueda proporcionar un subconjunto de transmisión de la trituradora sobre su base para transmitir una rotación compleja con desplazamiento angular de los ejes desde el accionamiento de la trituradora hasta el casquillo de desequilibrio, mientras se mantienen ventajas del acoplador Oldham clásico tales como el diseño sencillo gracias a la simplicidad de sus componentes y la fiabilidad. Además, para resolver algunos de los problemas establecidos en esta invención, se instala un contrapeso con una forma mejorada dentro del cuerpo de la trituradora, que se convierte en parte de un "conjunto dinámico" integral.

Los problemas establecidos se resuelven en una trituradora inercial de conos que comprende:

un cuerpo con un cono exterior que descansa sobre la base a través de amortiguadores elásticos, y un cono interior ubicado en su interior en un soporte esférico, con un peso de desequilibrio dispuesto en su árbol motor, siendo su centro de gravedad ajustable con relación al eje de rotación con la ayuda de un casquillo deslizante, estando el casquillo deslizante del peso de desequilibrio conectado a un acoplador de transmisión, a través del cual se transmite el par de torsión desde el motor.

La trituradora inercial de conos tiene las siguientes características:

el acoplador de transmisión está diseñado como un acoplador de disco que comprende un semiacoplador motor, un semiacoplador accionado y un disco flotante dispuesto entre los mismos, estando el semiacoplador accionado conectado rígidamente al casquillo deslizante del peso de desequilibrio y estando el semiacoplador motor conectado rígidamente a una rueda dentada, estando esta última conectada rígidamente a un contrapeso, con el semiacoplador motor, la rueda dentada y el contrapeso montados en el casquillo de manera que el semiacoplador motor, la rueda dentada, el contrapeso y el casquillo deslizante forman un "conjunto dinámico" móvil integral que está montado en el eje de rotación fijo soportado por una brida a través de un disco de montaje, estando la brida fijada rígidamente en la parte inferior del cuerpo de la trituradora.

La trituradora inercial de conos tiene las siguientes características adicionales.

El acoplador de transmisión comprende:

semiacoplador motor en forma de disco conectado a la rueda dentada a través de un disco de montaje y que tiene una superficie terminal de trabajo cóncava y una geometría cóncava de una espiga dispuesta en la misma radialmente,

5 semiacoplador motor en forma de disco conectado al casquillo deslizante del contrapeso que tiene una superficie terminal de trabajo convexa y una geometría convexa de una espiga dispuesta en la misma radialmente, y un disco flotante que está dispuesto entre los semiacopladores y que tiene una superficie terminal convexa que mira hacia el semiacoplador motor, y una geometría convexa de una ranura dispuesta en la misma radialmente, una superficie terminal cóncava que mira hacia el semiacoplador accionado, y una geometría cóncava de una ranura dispuesta en la misma radialmente, siendo las ranuras perpendiculares entre sí.

Los semiacopladores motor y accionado y el disco flotante tienen agujeros redondos de lubricación previstos en los centros de los discos respectivos, teniendo el agujero de lubricación del disco flotante un diámetro mayor que los agujeros de lubricación de los semiacopladores.

10 Las espigas del semiacoplador motor y del semiacoplador accionado pueden ser de una pieza, con un adelgazamiento en el centro sobre los agujeros de lubricación.

Las espigas del semiacoplador motor y del semiacoplador accionado pueden interrumpirse en el centro, sobre los agujeros de lubricación.

15 El disco flotante tiene conductos de lubricación previstos en ambas superficies del disco y con forma de ranuras radiales y una ranura circular.

El diámetro del semiacoplador motor es mayor que el diámetro del semiacoplador accionado y el diámetro del disco flotante.

20 El semiacoplador motor tiene agujeros de montaje a lo largo de la periferia del disco, que coinciden con los agujeros de montaje a lo largo del cerco interior de la rueda dentada, que coinciden con los agujeros de montaje alrededor del agujero de montaje interior del contrapeso.

El semiacoplador accionado tiene agujeros de montaje a lo largo de la periferia del disco, que coinciden con los agujeros de montaje a lo largo del borde del casquillo deslizante de contrapeso.

25 Los radios de concavidad y convexidad de las superficies terminales acopladas de los discos de acoplador son iguales, y los centros de todos los radios mencionados están situados en un punto, que coincide con el centro del radio de curvatura de la superficie interior del soporte esférico del cono interior.

El contrapeso está hecho como un segmento de disco, con un agujero de montaje igual al diámetro exterior del casquillo deslizante en su centro y con agujeros de montaje en sus bordes, teniendo la superficie superior del disco dos resaltes reductores rectangulares y teniendo la superficie inferior del disco un resalto cónico para lograr una adaptación a los fijadores de montaje de la brida.

30 El contrapeso puede tener dos caras planas terminales de localizador.

El disco de montaje está hecho como un disco delgado con un agujero de lubricación en su centro.

El eje de rotación está diseñado como un cilindro con un agujero de lubricación en su centro y un entrante redondo en el extremo superior, con un diámetro igual al diámetro del disco de montaje.

35 La brida está diseñada como un disco con un agujero central, con un diámetro igual al diámetro exterior del eje de rotación; tiene agujeros de montaje en los bordes del disco.

El eje de rotación y la brida pueden estar hechos como una parte integral.

La rotación del "conjunto dinámico" y el acoplador de transmisión puede estar dirigida de cualquier manera.

La esencia de la presente invención se explica mediante las siguientes figuras:

La Figura 1 muestra el diagrama de la sección transversal de la trituradora inercial de conos.

40 Las Figuras 2 y 3 muestran el "conjunto dinámico" y los componentes de la trituradora que se acoplan al mismo.

Las Figuras 4 y 5 muestran una realización del acoplador de transmisión y el contrapeso.

La Figura 6 muestra el "conjunto dinámico" ensamblado, en una vista isométrica en la que se ha recortado una cuarta parte.

45 La Figura 7 muestra el "conjunto dinámico" en su posición de funcionamiento.

La invención puede estar realizada estructuralmente como sigue.

## ES 2 741 274 T3

- 5 El cuerpo 1 está instalado sobre la base 9 a través de unos amortiguadores elásticos 10. El cono exterior 2 de trituración y el cono interior 3 de trituración montados sobre el cono 15 de soporte forman una cámara de trituración entre los mismos. El cono 15 de soporte descansa en el soporte esférico 4. Instalados en el árbol 5 del cono 15 de soporte se encuentran el casquillo deslizante 12 de peso de desequilibrio y el peso 6 de desequilibrio. El casquillo está conectado rígidamente al acoplador 13 de transmisión.
- 10 El acoplador 13 de transmisión comprende un semiacoplador motor 27 y un semiacoplador accionado 32 y un disco flotante 30, cuyo diseño se presenta en detalle en las Figuras 2 y 3. El semiacoplador motor 27 es un disco con una superficie terminal 39 de trabajo cóncava, en la que está prevista una espiga cóncava 38; en el centro del disco se halla un agujero 28 de lubricación, y a lo largo de la periferia del disco están dispuestos unos agujeros 40 de montaje. La superficie terminal opuesta del disco tiene un entrante cuyo diámetro es igual al diámetro del disco 25 de montaje.
- 15 El semiacoplador accionado 32 es un disco con una superficie terminal 46 de trabajo convexa, donde está dispuesta una espiga convexa 35, en el centro del disco se halla un agujero 34 de lubricación, y a lo largo de la periferia del disco están dispuestos unos agujeros 33 de montaje. La superficie terminal opuesta del disco tiene una protuberancia cuyo diámetro es igual al diámetro interior del casquillo deslizante 12 de peso de desequilibrio. El disco flotante 30 tiene una superficie terminal convexa 45 que mira hacia el semiacoplador motor 27, y una geometría convexa de la ranura 29 dispuesta en la misma; una superficie terminal cóncava 30 que mira hacia el semiacoplador accionado 32, y una geometría cóncava de la ranura 31 prevista en la misma, y un agujero 36 de lubricación en el centro del disco. Las ranuras 29 y 31 están dispuestas perpendiculares entre sí. El disco flotante 30 tiene unas ranuras de conducto de lubricación dispuestas en ambas superficies del disco y previstas como cuatro curvas cóncavas radiales y una curva cóncava circular.
- 20 Los semiacopladores 27 y 32 y el disco flotante 30 se acoplan entre sí con sus superficies terminales cóncavas-convexas, de modo que las espigas de los semiacopladores deberían entrar firmemente en las respectivas ranuras del disco flotante: la espiga 38 entra en la ranura 29 y la espiga 35 entra en la ranura 31. Los agujeros de lubricación están dispuestos uno encima del otro, el agujero de lubricación del disco flotante 36 tiene un diámetro mayor que los agujeros 28 y 34 de lubricación de los semiacopladores. Las espigas de los semiacopladores pueden estar separadas, con una interrupción encima de los agujeros de lubricación (Figuras 2 y 3), o realizadas en una pieza con un adelgazamiento en el centro, en el camino de los agujeros de lubricación (Figuras 4 y 5). Por un lado, las espigas de una pieza proporcionan una mayor área de acoplamiento espiga-ranura, lo que proporciona una mayor fiabilidad con un mayor par de torsión, pero, por otro lado, se superponen parcialmente a los agujeros de lubricación.
- 25 El casquillo deslizante 12 de peso de desequilibrio tiene unos agujeros de montaje 47 en el borde del cerco, con la ayuda de los cuales está conectado rígidamente al semiacoplador accionado 32 a través de sus agujeros 33 de montaje con unos pernos 49 de sujeción.
- 30 El semiacoplador motor 27 tiene unos agujeros 40 de montaje, con la ayuda de los cuales está conectado rígidamente a una rueda dentada 22 a través de unos agujeros 26 de montaje en los bordes de su agujero de montaje central, y al contrapeso 11 a través de unos agujeros 42 de montaje con unos pernos 41 de sujeción. Simultáneamente, dichas partes 27, 22 y 11 están montadas firmemente en el casquillo 14 formando un cuerpo de rotación con el mismo.
- 35 De este modo, el semiacoplador motor 27, la rueda dentada 22, el contrapeso 11 y el casquillo 14 forman un "conjunto dinámico" móvil, cuyos componentes están todos conectados rígidamente entre sí.
- 40 El "conjunto dinámico" está montado en un eje fijo 23 de rotación a través de un disco 25 de montaje que puede girar alrededor del mismo, para lo cual el casquillo 14 está colocado en el eje 23 de rotación, en el extremo superior del eje 23 está previsto un entrante redondo igual al diámetro del disco 25 de montaje, y en el semiacoplador motor 27 está previsto un entrante igual al diámetro exterior del casquillo 14.
- 45 Por lo tanto, el disco 25 de montaje está dispuesto entre el extremo superior del eje 23 y el semiacoplador motor 27, sirviendo de cojinete liso para todo el "conjunto dinámico". El eje 23 de rotación descansa sobre la brida 24, que está fijada rígidamente en la parte inferior del cuerpo 1 con la ayuda de unos agujeros 44 de montaje y unos pernos de sujeción. El eje 23 de rotación y la brida 24 pueden preverse como dos partes diferentes conectadas rígidamente entre sí, o como una parte de una sola pieza que sirva de soporte de cojinete fijo para el "conjunto dinámico".
- 50 Una ventaja de la solución de una sola pieza del soporte es una mejora considerable de las características de resistencia de la pieza, ya que el eje y la brida reciben una carga dinámica pesada. Un inconveniente de dicha solución es un mayor costo de fabricación de una parte integral compleja y de su instalación. El "conjunto dinámico" móvil se monta de manera que el peso 6 de desequilibrio siempre esté en oposición de fase con respecto al contrapeso 11.
- 55 El contrapeso 11 se fabrica como un segmento de disco, con un agujero 16 de montaje igual al diámetro exterior del casquillo deslizante 14 en su centro. Dispuestos en el agujero central 16 de montaje del contrapeso 11 están los agujeros 42 de montaje destinados a construir un "conjunto dinámico". En la superficie superior del disco están previstos dos resaltos reductores rectangulares para lograr una adaptación al patrón de la superficie interior del

cuerpo 1. En la superficie inferior del disco está previsto un resalto reductor cónico para lograr una adaptación al patrón de la superficie y los fijadores de localizador de la brida 24 (Figuras 4 y 5).

5 El contrapeso 11 puede tener adicionalmente dos caras planas terminales 17 de localizador (Figuras 2 y 3) dispuestas en ambos lados del disco y destinadas a facilitar la instalación del contrapeso en el cuerpo cuando el diámetro de diseño requerido del disco de contrapeso sea mayor que las aberturas de montaje del cuerpo de este tamaño estándar de la unidad.

10 La forma compleja del contrapeso 11 viene dada por el compromiso entre el diseño del perfil interior del cuerpo 1, o en otras palabras por el espacio libre asignado para su alojamiento, y las características del contrapeso adecuado para resolver el problema del equilibrio dinámico de la trituradora. El contrapeso 11 está diseñado y dispuesto de modo que sus separaciones con respecto al cuerpo 1 y a la brida 24 sean mínimas, lo que permite aprovechar al máximo el espacio del cuerpo sin aumentar las dimensiones. La rueda dentada 22 está acoplada al árbol 21 del piñón motor montado en el cuerpo 20 del árbol de piñón y conectado al motor (no se muestra en las figuras).

La invención funciona de la siguiente manera.

15 El par de torsión se transmite del motor al árbol 21 de piñón motor y a la rueda dentada 22. Junto con la rueda dentada 22, se pone en rotación todo el "conjunto dinámico", que comprende también el casquillo deslizante 14, el contrapeso 11 y el semiacoplador motor 27 del acoplador 13 de transmisión. Por lo tanto, el "conjunto dinámico" gira alrededor del eje fijo 23 de rotación. El semiacoplador motor 27 transmite el par de torsión al disco flotante 37 y al semiacoplador accionado 32 debido a los acoplamientos espiga-ranura. El semiacoplador accionado 32 transmite el par de torsión al casquillo deslizante 12 del peso de desequilibrio y al contrapeso 6. Este último desarrolla una fuerza centrífuga y, a través del árbol 5, hace rodar el cono interior 3 en el cono exterior 2 sobre una capa de material que se haya de triturar. Si el eje 24 de rotación y el árbol 5 están dispuestos estrictamente en una línea central, el disco flotante 37 realiza un movimiento de rotación simple repitiéndolo después del semiacoplador motor 27 y transmitiendo la rotación al semiacoplador accionado 32.

25 En el modo de funcionamiento de la trituradora, dicho eje 24 y el árbol 5 tienen una diferencia angular  $\alpha$  de los ejes de rotación mostrada en la Figura 7; en este caso, el disco flotante 37 recibe un par de torsión del semiacoplador motor 27 y realiza un movimiento complejo de rotación-deslizamiento-oscilación porque el disco 37 gira correctamente alrededor de su eje, las espigas 38 y 35 se deslizan en sus respectivas ranuras 29 y 31, y las parejas acopladas de superficies terminales 39, 45 y 30, 46 de disco oscilan debido a su geometría cóncava-convexa. El ángulo de desviación  $\alpha$  de funcionamiento de dichos ejes está en un intervalo de  $0^\circ$  a  $5^\circ$ . Las superficies terminales cóncavas-convexas acopladas de los discos del acoplador se apoyan firmemente unas en otras, ya que los radios de curvatura de las superficies 39 y 45 acopladas son iguales y los radios de curvatura de las superficies 30 y 46 acopladas son iguales y por lo tanto el movimiento de deslizamiento y oscilación de los discos del acoplador no crea huecos.

35 Todos los radios de curvatura de dichas superficies acopladas están trazados desde el mismo punto que el centro del radio de curvatura de la superficie interior del soporte esférico 4 del cono interior 3. Por lo tanto, el radio de la superficie terminal cóncava 39 del semiacoplador motor 27 es mayor que el radio de la superficie terminal convexa 46 del semiacoplador accionado 32, que a su vez es mayor que el radio de la superficie interior cóncava del soporte esférico 4 del cono interior 3. Las espigas 18 y 48 de una sola pieza de los semiacopladores con un adelgazamiento en el centro, en el camino de los agujeros de lubricación (Figuras 4 y 5), por un lado, proporcionan una mayor área de acoplamiento espiga-ranura, proporcionando así una mayor fiabilidad con un mayor par de torsión, pero, por otro lado, se superponen parcialmente a los agujeros de lubricación. Por lo tanto, como alternativa, las espigas de los semiacopladores pueden estar separadas, con una interrupción encima de los agujeros de lubricación (Figuras 2 y 3).

45 El diseño de los componentes del "conjunto dinámico", y el contrapeso 11 en particular, se calcula de modo que el centro de gravedad de su masa desequilibrada se coloque estrictamente en el centro de la línea generatriz vertical del casquillo deslizante 14. En este caso, durante la rotación del "conjunto dinámico", la carga en el casquillo deslizante 14 se distribuye uniformemente y, por lo tanto, no hay desequilibrio de carga; así pues, el desgaste de las superficies del casquillo 14 y del eje 23 de rotación es uniforme y por lo tanto las piezas sirven más tiempo. Todas las superficies de fricción del acoplador necesitan lubricación. A través de un tubo 8 de lubricación se alimenta aceite bajo presión al conducto 7 de lubricación del eje 23 de rotación, y luego al disco 25 de montaje a través de su agujero 43 de lubricación. A continuación, el aceite va al acoplador 13 de transmisión a través de los agujeros 28, 36 y 34 de lubricación de los discos del acoplador; y a través de las superficies de fricción del disco 25 de montaje a las superficies entre el casquillo deslizante 14 y el eje 23 de rotación. El diámetro del agujero 36 de lubricación del disco flotante 37 es de un tamaño que excede los agujeros 28 y 34 de lubricación, y es tal que, en cualquier ángulo de desviación  $\alpha$  de funcionamiento del disco flotante 37 y el semiacoplador accionado 32 desde el eje vertical, no hay superposición en los agujeros de lubricación y se mantiene el acceso del aceite a todas las superficies acopladas del acoplador.

Si el acoplador de transmisión está diseñado con espigas de una sola pieza con un adelgazamiento (Figuras 4 y 5), las relaciones de dimensiones de dichos agujeros de lubricación y adelgazamientos de las espigas son tales que, en

cualquier ángulo de desviación  $\alpha$  de funcionamiento, no hay superposición en los agujeros y se mantiene el acceso del aceite a todas las superficies acopladas del acoplador.

Los conductos de lubricación del disco flotante también ayudan a distribuir el aceite entre las superficies acopladas del acoplador, lo que es especialmente eficiente en el funcionamiento del motor a alta velocidad.

- 5 La rotación del "conjunto dinámico" puede estar dirigida de cualquier manera.

La rotación del acoplador de transmisión puede estar dirigida de cualquier manera.

El acoplador de transmisión y el "conjunto dinámico" reivindicados en esta invención tienen varias ventajas considerables en comparación con el uso de un acoplador de bola de compensación y cojinete tradicional para trituradoras, y diseños de contrapeso convencionales.

- 10 En primer lugar, el diseño del "conjunto dinámico" reivindicado es mucho más simple.

El enlace de transmisión central del acoplador de transmisión es un simple disco flotante con superficies terminales curvadas y dos ranuras, mientras que el acoplador de bola de compensación y cojinete tiene un husillo de soporte de tipo mancuerna de diseño complejo como enlace de transmisión, con seis parejas de entrante-bola dispuestas simultáneamente en ambos lados. Los semiacopladores utilizados en el acoplador reivindicado son discos simples con superficies terminales curvadas y espigas dispuestas radialmente, mientras que el acoplador de bola de compensación y cojinete tiene semiacopladores con forma de complejos cilindros huecos con un fondo y con ranuras semicilíndricas previstas en su superficie interior y orientadas con precisión a las parejas de entrante-bola.

- 15 En segundo lugar, el diseño del "conjunto dinámico" reivindicado es mucho más fiable.

El acoplamiento estructural espiga-ranura puede soportar mayores cargas durante períodos más largos que el enlace ranura-bola-entrante. Por lo tanto, el acoplador de transmisión puede funcionar durante más tiempo transmitiendo un par de torsión mayor sin riesgo de avería de emergencia y, por lo tanto, se puede usar un motor de accionamiento más potente con los mismos rendimientos de la unidad de trituración.

- 20 Agrupar varias partes clave de la máquina en un "conjunto dinámico" también mejora la fiabilidad y la resistencia. Por lo tanto, la misma unidad trituradora provista del "conjunto dinámico" reivindicado puede operar en una gama más amplia de rendimientos y cargas, lo que la convierte en una máquina más universal.

En tercer lugar, el "conjunto dinámico" reivindicado permite reducir la altura de la trituradora.

- 30 La dimensión vertical del acoplador reivindicado es menor que la dimensión vertical del acoplador de bola de compensación y cojinete en aproximadamente la mitad, por lo que la sección estructural del cuerpo de la trituradora asignada para el subconjunto de transmisión es proporcionalmente menor. El diseño de un contrapeso estrictamente ajustado a su espacio asignado del cuerpo y la ausencia de un contrapeso dispuesto fuera del cuerpo también influyen en la altura de la unidad. El diseño del "conjunto dinámico" es compacto y permite combinar soluciones a varios problemas a la vez en un conjunto.

La implementación de esta invención hará que la unidad trituradora completa sea más baja en aproximadamente un 20 por ciento de la altura inicial.

- 35 En cuarto lugar, el "conjunto dinámico" propuesto permitirá reducir el precio de la trituradora.

El costo de producción del acoplador de transmisión, debido a su simplicidad de diseño, es considerablemente menor que el costo de un acoplador tradicional; también se debe considerar el ahorro de costos resultante de una instalación simplificada y un cuerpo más bajo. Como resultado, el costo total de la unidad trituradora puede reducirse en aproximadamente un 5-10 por ciento.

- 40 En quinto lugar, el "conjunto dinámico" propuesto permite una reducción de los costos de servicio de la trituradora.

- 45 Todas las partes del acoplador de transmisión y el "conjunto dinámico" se pueden separar y reemplazar fácilmente, independientemente unas de otras, sin desmontar otras partes de la máquina, lo que está garantizado por una técnica simple de unión de discos de acoplador a las partes de carga de la unidad. El estado del acoplador y el grado de desgaste se pueden controlar visualmente a través de un agujero de inspección en un lado del cuerpo. Por lo tanto, el acoplador reivindicado requiere un mantenimiento facilitado, que es mucho menos costoso y más cómodo en condiciones reales de funcionamiento. La zona situada bajo el nivel del cuerpo de la trituradora está libre del conjunto de contrapeso y de otros elementos motores, de modo que no hay necesidad de ampliar la zona del canal de descarga y no hay necesidad de proporcionar un "acceso desde abajo" para el mantenimiento: para el diseño reivindicado, el mantenimiento es sólo desde arriba, lo que es más práctico. El ahorro general en los costos de mantenimiento de la unidad puede alcanzar hasta el 10 por ciento dependiendo de la versión seleccionada.

- 50



En sexto lugar, los diseños propuestos del acoplador de transmisión y el "conjunto dinámico" son universales y pueden utilizarse en una trituradora inercial de conos de cualquier tamaño estándar, desde pequeñas unidades de laboratorio hasta grandes máquinas de cantera.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una trituradora inercial de conos que comprende un cuerpo (1) con un cono exterior (2), que descansa sobre la base a través de amortiguadores elásticos (10), y un cono interior (3), dispuesto dentro del mismo en un soporte esférico (4), en cuyo árbol motor (5) está dispuesto un peso (6) de desequilibrio con la ayuda de un casquillo deslizante (12), siendo su centro de gravedad ajustable en relación con el eje de rotación, estando el casquillo deslizante (12) del peso de desequilibrio conectado a un acoplador (13) de transmisión, a través del cual se transmite el par de torsión desde el motor,
- caracterizada por que
- 10 el acoplador (13) de transmisión está previsto como un acoplador de disco que comprende un semiacoplador motor (27), un semiacoplador accionado (32) y un disco flotante (37) dispuesto entre los mismos, donde el semiacoplador accionado (32) está conectado rígidamente al casquillo deslizante (12) del peso (6) de desequilibrio, el semiacoplador motor (27) está conectado rígidamente a la rueda dentada (22), que está conectada rígidamente al contrapeso (11), con el semiacoplador motor, la rueda dentada (22) y el contrapeso (6) instalados en el casquillo deslizante (14) de modo que el semiacoplador motor, la rueda dentada (22), el contrapeso (11) y el casquillo deslizante (14) forman un solo conjunto dinámico, que está montado, a través de un disco (25) de montaje, en un eje fijo (23) de rotación que descansa en una brida, mientras que la brida está fijada rígidamente en la parte inferior del cuerpo de la trituradora.
- 15
2. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,
- caracterizada por que
- 20 el acoplador (13) de transmisión comprende un semiacoplador motor (27) previsto como un disco y conectado a la rueda dentada (22) a través del disco de montaje, que tiene una superficie terminal (39) de trabajo cóncava y una geometría cóncava de una espiga (38) dispuesta radialmente en la misma; un semiacoplador accionado (32) previsto como un disco y conectado al casquillo deslizante (12) del peso de desequilibrio, que tiene una superficie terminal (46) de trabajo convexa y una geometría convexa de una espiga dispuesta radialmente en la misma; y un
- 25 disco flotante (37) que está dispuesto entre los semiacopladores y que tiene una superficie terminal convexa (45) que mira hacia el semiacoplador motor (27) y una geometría convexa de una ranura (29) prevista radialmente en la misma, una superficie terminal cóncava (30) que mira hacia el semiacoplador accionado (32), y una geometría cóncava de una ranura (31) prevista radialmente en la misma, siendo dichas ranuras (29, 31) perpendiculares entre sí.
- 30 3. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,
- caracterizada por que
- el semiacoplador motor (27) y el semiacoplador accionado (32) y el disco flotante (37) tienen agujeros redondos (28, 34) de lubricación dispuestos en los centros de los discos respectivos, teniendo el agujero (36) de lubricación del disco flotante (37) un diámetro mayor que los agujeros (28, 34) de lubricación de los semiacopladores.
- 35 4. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,
- caracterizada por que
- las espigas (18, 48) del semiacoplador motor (27) y del semiacoplador accionado (32) están previstas como una pieza con un adelgazamiento sobre los agujeros (28, 34) de lubricación.
- 40 5. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,
- caracterizada por que
- las espigas (38,35) del semiacoplador motor (27) y del semiacoplador accionado (32) están interrumpidas en el centro sobre los agujeros (28, 34) de lubricación.
- 45 6. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,
- caracterizada por que
- el disco flotante (37) tiene ranuras (19) de conducto de lubricación dispuestas en ambas superficies del disco y previstas como curvas cóncavas radiales y una curva cóncava circular.

7. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,  
caracterizada por que  
el diámetro del semiacoplador motor (27) es mayor que el diámetro del semiacoplador accionado (32) y el diámetro del disco flotante (37).
- 5 8. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,  
caracterizada por que  
el semiacoplador motor (27) tiene unos agujeros (40) de montaje a lo largo del perímetro del disco que coinciden con los agujeros (26) de montaje a lo largo del cerco interior de la rueda dentada (22), y que coinciden con los agujeros (42) de montaje alrededor del agujero interior (16) de montaje del contrapeso (11).
- 10 9. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,  
caracterizada por que  
el semiacoplador accionado (32) tiene unos agujeros (33) de montaje a lo largo del perímetro del disco que coinciden con los agujeros (47) de montaje a lo largo del borde del casquillo deslizante (12) del peso de desequilibrio (6).
- 15 10. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,  
caracterizada por que  
los radios de concavidad y convexidad de las superficies terminales (39, 45) acopladas de los discos de acoplador son iguales, estando los centros de todos los radios mencionados dispuestos en un punto que coincide con el centro del radio de curvatura de la superficie interior del soporte esférico (4) del cono interior.
- 20 11. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,  
caracterizada por que  
el contrapeso (11) está previsto como un segmento de disco, con un agujero (16) de montaje en su centro igual al diámetro externo del casquillo deslizante (14), con agujeros (42) de montaje previstos en sus bordes, teniendo la superficie superior del disco dos resaltes reductores rectangulares y teniendo la superficie inferior del disco un resalto cónico para lograr una adaptación a los fijadores de montaje de la brida.
- 25 12. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 11,  
caracterizada por que  
el contrapeso (11) tiene dos caras planas terminales de localizador.
- 30 13. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1, que difiere  
caracterizada por que  
el disco (25) de montaje está previsto como un disco delgado con un agujero de lubricación en su centro (43).
- 35 14. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,  
caracterizada por que  
el eje (23) de rotación está previsto como un cilindro con un agujero de lubricación en su centro y un entrante redondo en el extremo superior con un diámetro igual al diámetro del disco (25) de montaje.
15. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1,  
caracterizada por que  
la brida (24) está prevista como un disco con un agujero central con un diámetro igual al diámetro externo del eje (23) de rotación y tiene agujeros (44) de montaje en los bordes del disco.
- 40 16. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1, caracterizada por que el eje (23) de rotación y la brida (24) están previstos como una sola pieza.
17. Una trituradora inercial de conos según la reivindicación 1, caracterizada por que la rotación del conjunto dinámico y el acoplador (13) de transmisión puede estar dirigida de cualquier manera.

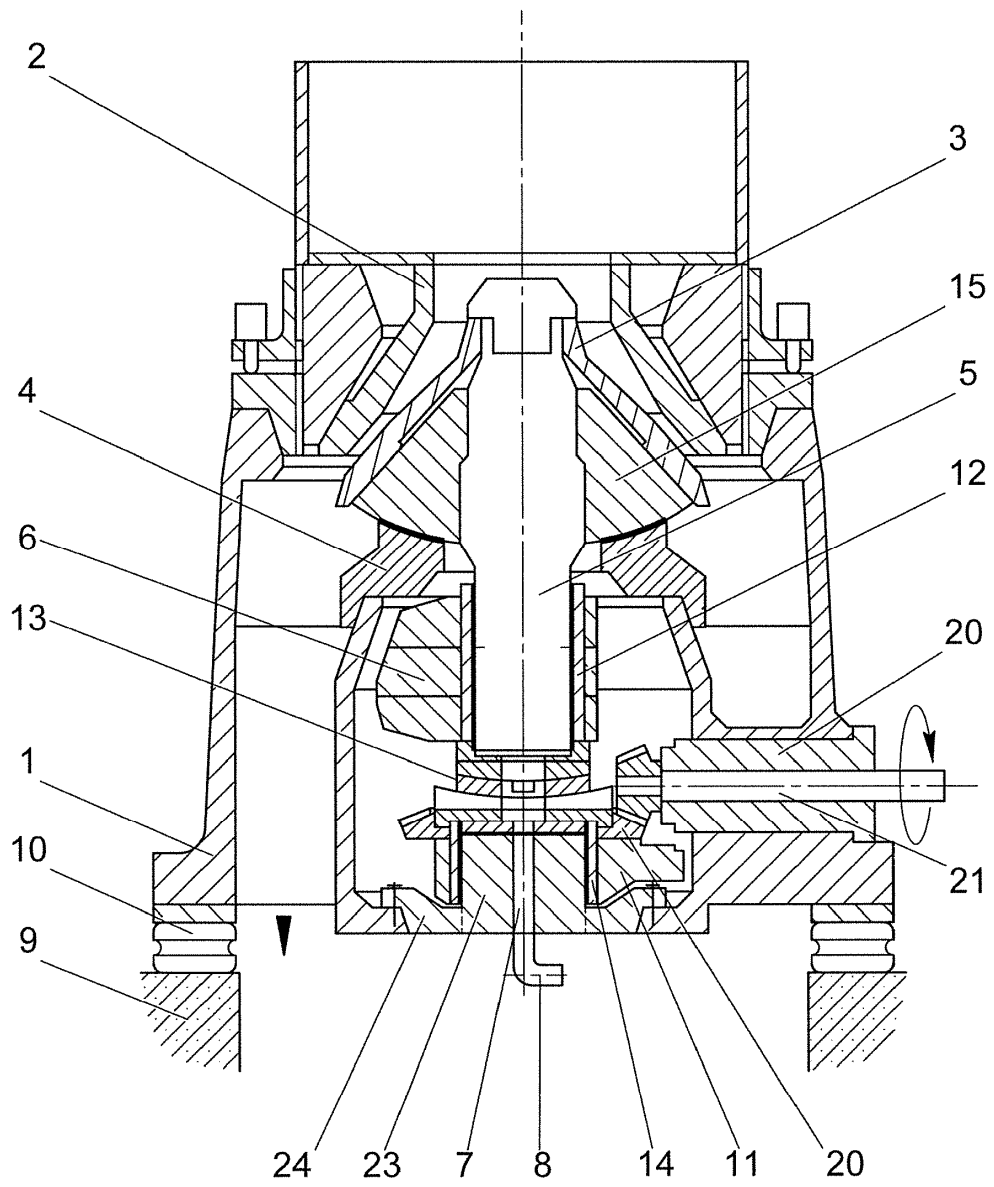


Fig. 1

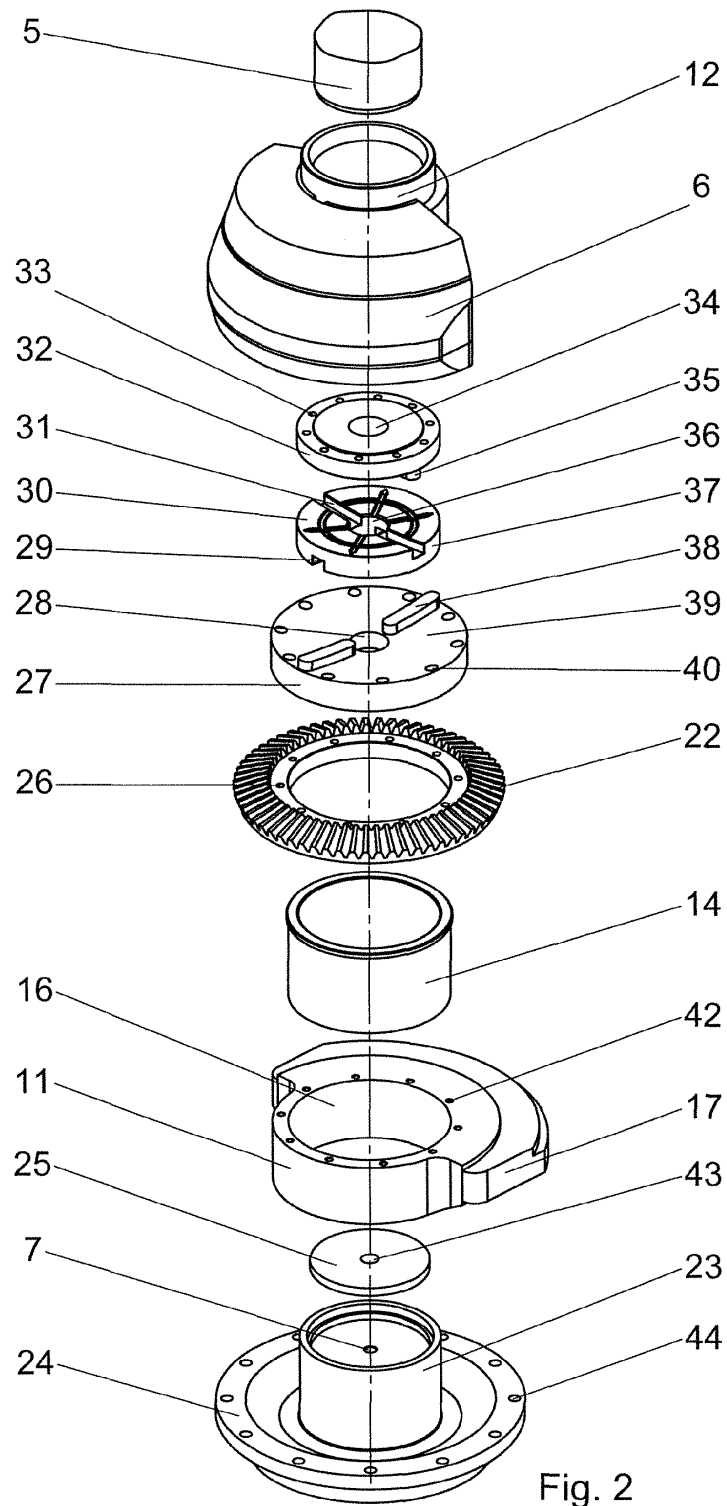


Fig. 2

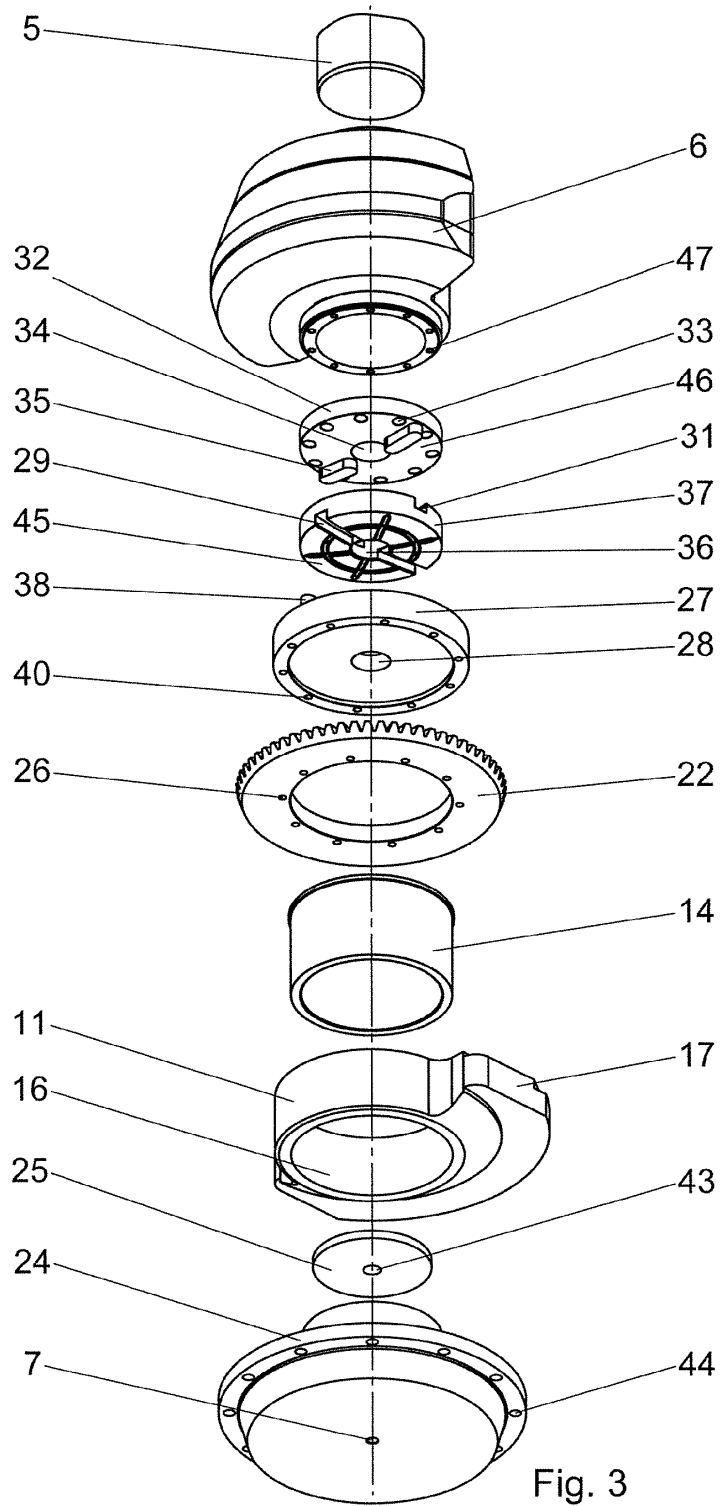


Fig. 3

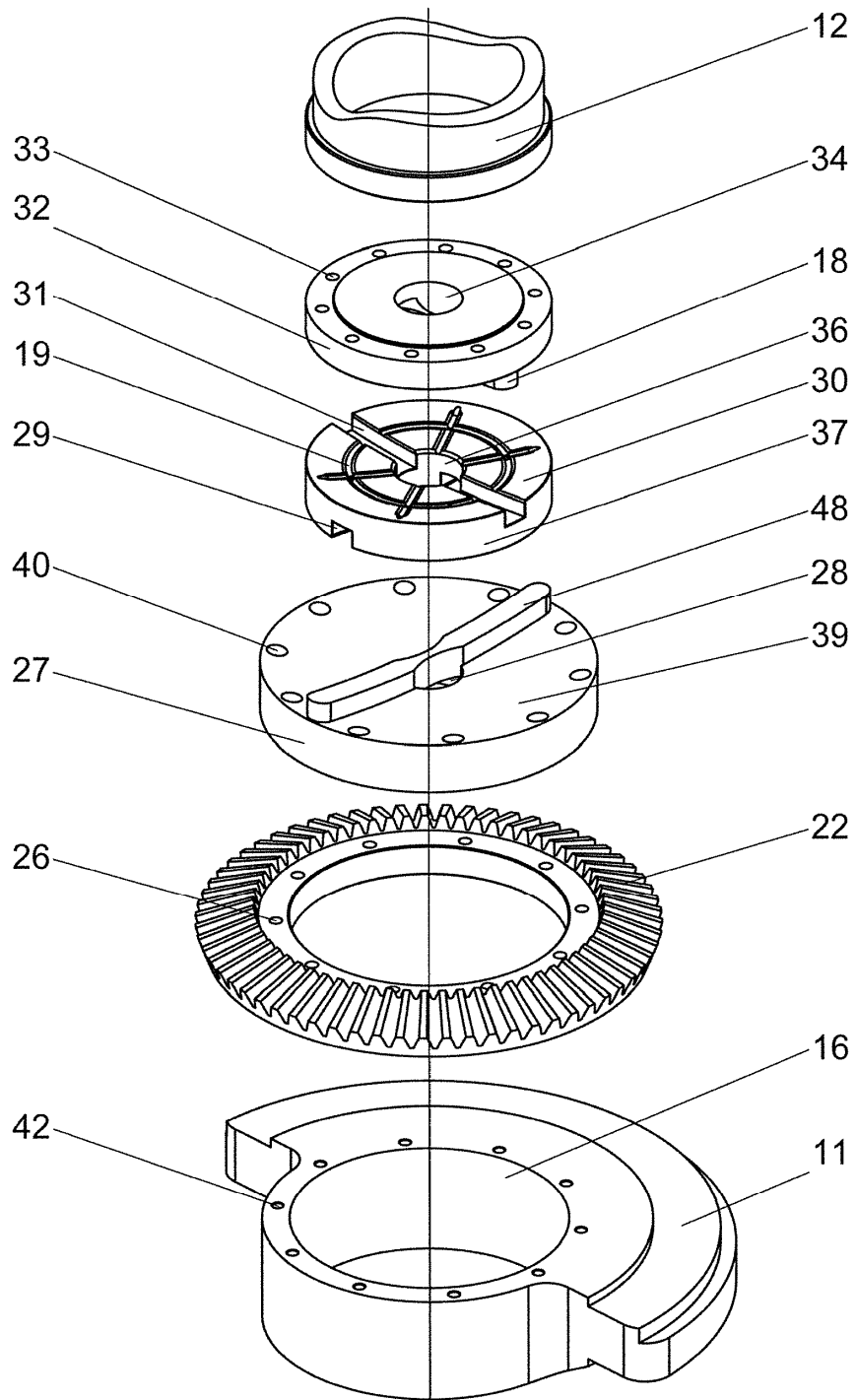


Fig. 4

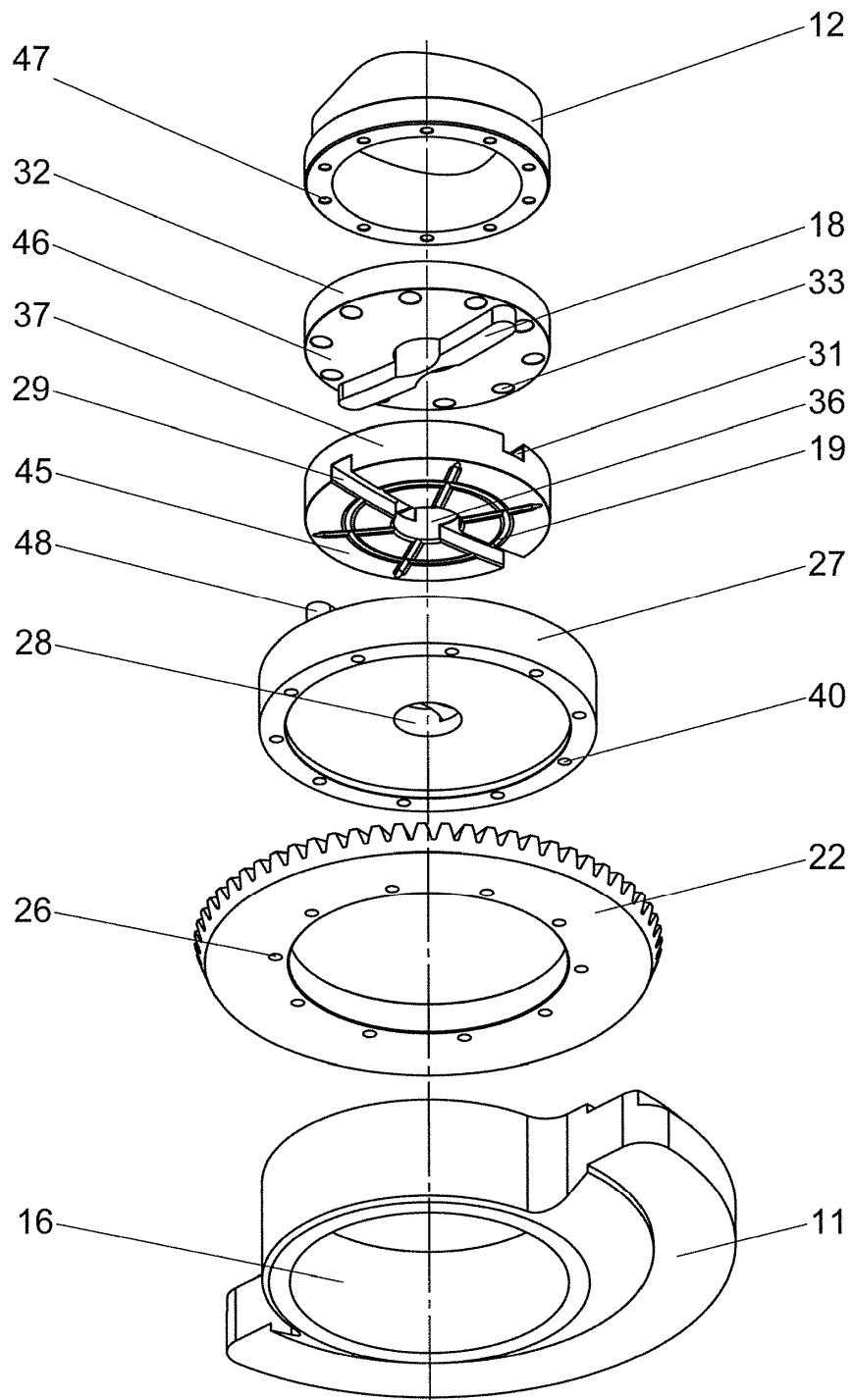


Fig. 5



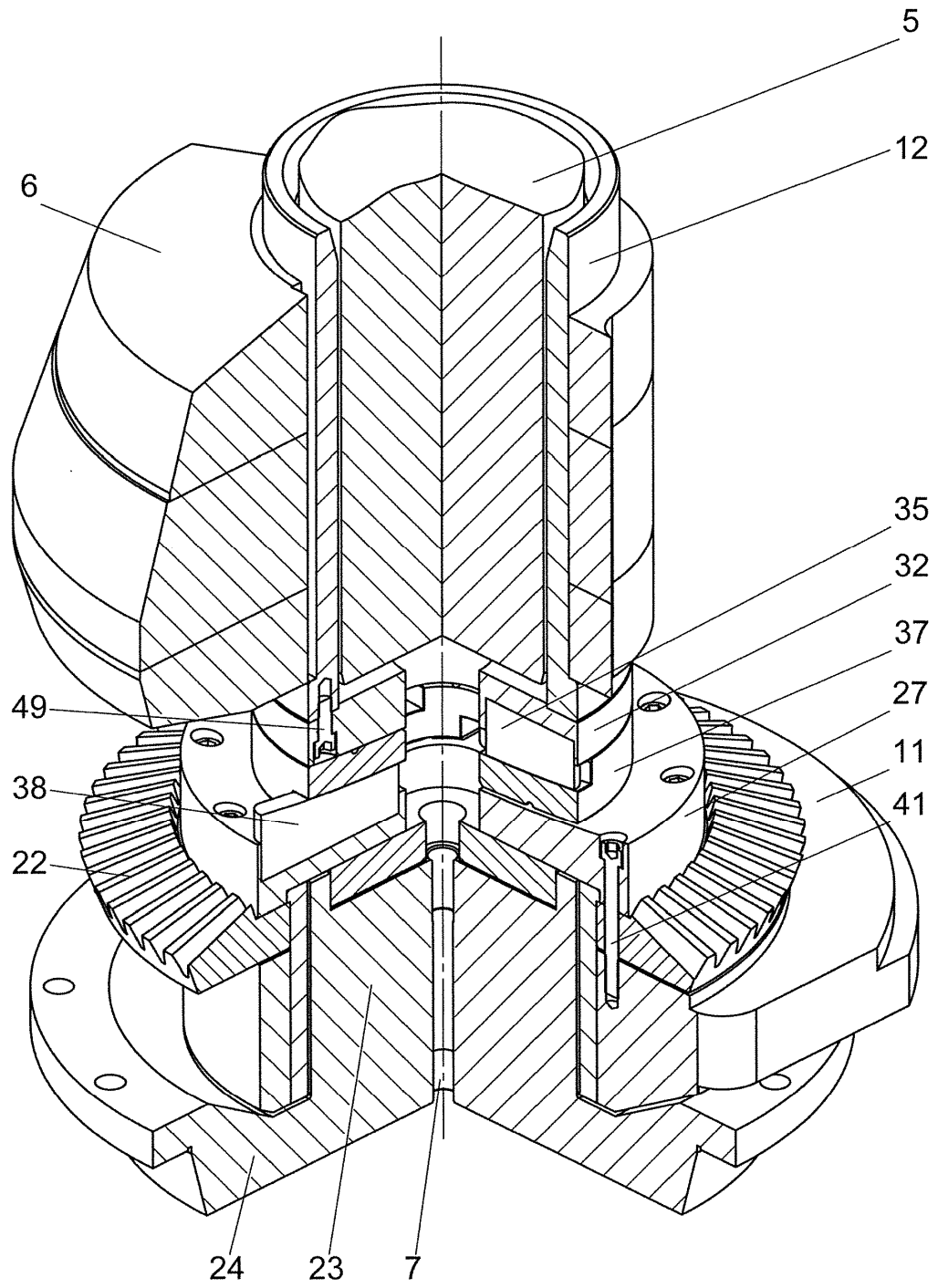


Fig. 6

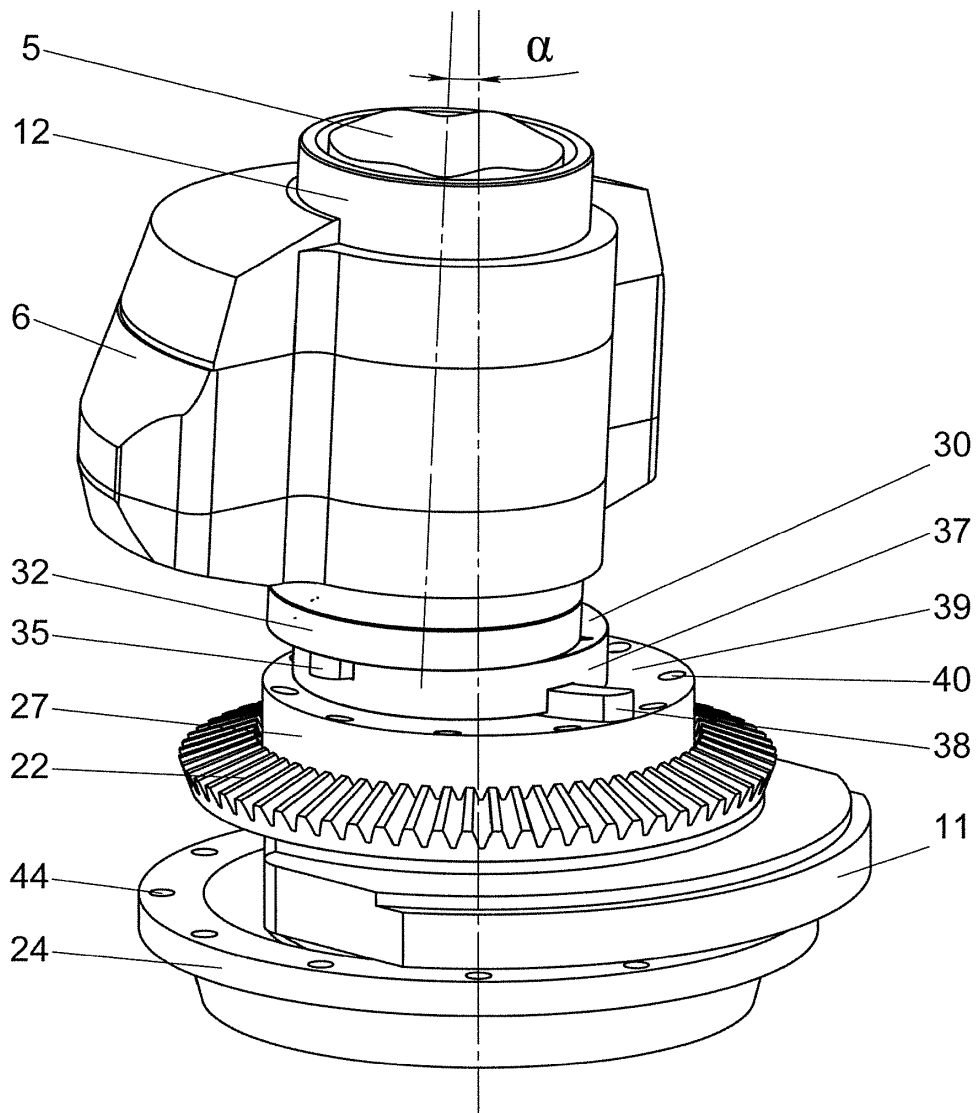


Fig. 7