

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 569**

51 Int. Cl.:

B25D 9/12

(2006.01)

E21B 1/36

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06717033 .2**

96 Fecha de presentación: **20.03.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1883503**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.02.2008**

54 Título: **Método para producir impulsos en una herramienta de percusión**

30 Prioridad:
23.05.2005 SE 0501151

73 Titular/es:
Atlas Copco Rock Drills AB
SE-701 91 Orebro , SE

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.05.2012

72 Inventor/es:
WEDDFELT, Kenneth;
WISAKANTO, Risto y
TUOMAS, Göran

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.05.2012

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

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).

ES 2 381 569 T3

DESCRIPCIÓN

Método para producir impulsos en una herramienta de percusión

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5 La invención se refiere a un método para producir impulsos en una herramienta de percusión de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Se conoce previamente, a partir del documento WO 2005/002802 A1, un generador de impulsos en el que se permite que fluya a una cámara de trabajo un fluido de presión cuya presión es mayor que la de la cámara de trabajo, para conseguir un incremento súbito de presión en la misma. De este modo se consigue una fuerza que influye sobre el pistón de transmisión en la dirección de la herramienta, con el fin de generar un pulso de esfuerzo en la herramienta.

Este generador de impulsos conocido previamente requiere la generación y transferencia de presiones significativas, y medios de control rápidos y precisos para transferir la presión entre una fuente de presión y la cámara de trabajo, lo que tiene como resultado una solución costosa. Además, existen diferentes clases de pérdidas involucradas en dicha transmisión.

15 OBJETIVO Y CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es dar a conocer un método tal como el indicado inicialmente, en el que se eviten o por lo menos se reduzcan los inconvenientes de la técnica anterior.

Este objetivo se consigue mediante un método acorde con la reivindicación 1.

20 Adaptando la cámara de este modo es posible influir sobre el líquido situado en una zona de la cámara, de tal modo que se forma un antinodo de presión en una segunda zona de la misma. Además, se posibilita que el pistón de impulsos sea sometido a variaciones de presión o a pulsos de presión de líquido, que están presentes en este antinodo de presión. A continuación, los pulsos de presión de líquido que actúan sobre el pistón de impulsos son transmitidos como pulsos de esfuerzo de tensión de presión en la herramienta, con objeto de dotarla de movimientos para, por ejemplo, desintegrar una roca.

25 Cuando el líquido situado en la cámara es excitado a una frecuencia resonante, se forma una onda estacionaria. La configuración de esta onda está determinada, entre otros factores, por las condiciones de contorno de la cámara, es decir, sus paredes extremas. Si la condición de contorno es tal que la pared extrema es muy rígida, en esta posición se producirá un nodo de flujo (cero variación de flujo) y un antinodo de presión (máxima variación de presión). Si la condición de contorno es no rígida con respecto al líquido, en esta posición se producirá un antinodo de flujo (máxima variación de flujo) y un nodo de presión (cero variación de presión). En el antinodo de flujo, el desplazamiento del líquido está en un máximo, lo que significa que la energía se presenta en forma de energía cinética. En el antinodo de presión, la energía se presenta en forma de energía elástica.

Por lo tanto, lo que caracteriza la cámara de resonancia es que la energía es transmitida como una combinación de energía cinética y elástica.

35 Mediante el recurso de forzar a una parte de la cámara de resonancia a que se desplace a una frecuencia igual a la frecuencia resonante de la cámara, se satisface dicha condición de contorno no rígido y por lo tanto en dicha posición se crea un antinodo de flujo.

40 En el segundo extremo de la cámara de resonancia la pared de la cámara es esencialmente rígida, lo que en la práctica constituirá la condición de contorno rígido para el líquido mencionada anteriormente, lo cual tiene como consecuencia la formación de dicho antinodo de presión. En el antinodo de presión la presión varía, en el caso ideal, de forma sinusoidal en el tiempo, es decir, simétricamente en torno a una presión media. Por lo tanto, la variación máxima de presión en esta posición puede estar entre cero y el doble de la presión media.

45 En la práctica, la presión también variará algo en el lado del nodo de presión. Sin embargo, esta variación puede reducirse todo lo que se quiera o lo suficiente para que sea asumida influyendo sobre la altura del pico resonante. Esto puede conseguirse mediante el recurso de adaptar las impedancias de la columna perforadora, de la cámara de resonancia y de la bomba para alimentar la cámara de resonancia.

Los parámetros que influyen sobre la frecuencia resonante en el interior de la cámara son esencialmente: la longitud de la cámara, las condiciones de contorno, la densidad y el módulo de compresibilidad del líquido y, en cierta medida, también las dimensiones en sección transversal de la cámara.

50 Se prefiere que el líquido sea alimentado/evacuado a través de la entrada/salida de la cámara, lo que constituye una posible solución que es económica y realista.

Mediante el recurso de alimentar el líquido a través de una serie de entradas/salidas del líquido que están distribuidas sobre la circunferencia de la cámara, es posible distribuir homogéneamente la entrada/salida de líquido y asimismo utilizar varias fuentes/bombas de líquido para conseguir una respuesta rápida y menores pérdidas.

5 Generalmente, una solución acorde con la invención es poco exigente con los componentes involucrados, puesto que en el lado de la entrada predomina una contrapresión esencialmente constante, con la que se encuentra la fuente de líquido, la cual en particular se compone de una o varias bombas. Por lo tanto, puede esperarse que cada bomba tenga un grado de carga relativamente bajo y, por lo tanto, una larga vida útil.

10 Solamente a modo de ejemplo, puede mencionarse que los valores típicos de las presiones pueden ser tales que la entrada esté comprendida entre aproximadamente $225 \cdot 10^5$ Pa y $275 \cdot 10^5$ Pa, que la presión promedio P_0 sea de $250 \cdot 10^5$ Pa y que por lo tanto la presión en el pistón de impulsos varíe, en el caso más sencillo, entre aproximadamente 0 y $250 \cdot 10^5$ Pa.

15 En particular, se prefiere que la resonancia en la cámara esté adaptada de tal modo que en funcionamiento exista una resonancia de cuarto de onda o de múltiplos impares de la resonancia de cuarto de onda. Convenientemente, la cámara está adaptada a una frecuencia de entre aproximadamente 200 y 1000 Hz. No obstante, pueden utilizarse también otras frecuencias.

Mediante el recurso de modificar la cámara con respecto a su forma, en particular su longitud, se consigue la posibilidad de controlar la frecuencia resonante, lo cual puede ser ventajoso trabajando con diferentes materiales, etc.

20 Mediante el recurso de transferir los pulsos de presión a una cámara de impulsos en el pistón de impulsos, la cual está separada de la cámara (de resonancia), de modo que se disponen medios de canal entre las cámaras, es posible separar la cámara de resonancia y las partes que tienen conexión directa con la propia herramienta.

25 Mediante el recurso de disponer medios de válvula para controlar el flujo en dichos medios de canal, son posibles ajustes ventajosos de la configuración del pulso que afecta al pistón de impulsos. De este modo puede controlarse el pulso de manera que su forma se desvíe respecto de la forma sinusoidal, que de lo contrario es dominante, y conformarse por ejemplo para minimizar los efectos de reflexión procedentes de la roca afectada o similares.

Mediante el recurso de utilizar una serie de cámaras de resonancia conectadas en serie entre ellas, puede incidirse sobre las amplitudes de los pulsos, en particular pueden incrementarse más de lo que sería posible cuando se utiliza un sistema con una sola cámara de resonancia.

30 Las ventajas correspondientes se consiguen en relación con las correspondientes reivindicaciones del método, y se obtienen otras ventajas mediante las características de las otras reivindicaciones independientes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirá la invención en mayor detalle a partir de las realizaciones y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

35 la figura 1 muestra esquemáticamente una herramienta trituradora de roca que incluye un generador de impulsos acorde con la invención,

la figura 2 muestra esquemáticamente la distribución de presión obtenida en una cámara de resonancia de un generador de impulsos acorde con la invención,

la figura 3 muestra esquemáticamente una variante de la distribución de presión en un generador de impulsos acorde con la invención,

40 la figura 4 muestra esquemáticamente una variante de la distribución de presión en un segundo generador de impulsos acorde con la invención,

la figura 5 muestra esquemáticamente una variante de la distribución de presión en un tercer generador de impulsos acorde con la invención.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES

45 En la figura 1, el número de referencia 1 se refiere en general a una herramienta trituradora de roca que incluye un alojamiento 2 para recibir un volumen de líquido en una cámara 3, en uno de cuyos extremos está dispuesto un pistón 4 de impulsos. Éste está situado, a través de una parte 5 con forma de barra, directamente frente a una herramienta 7 trituradora de roca situada sobre una barrena 6.

50 La cámara 3 está fabricada con una longitud l y un diámetro d y está llena de un líquido seleccionado, de tal manera que cuando el líquido es alimentado periódicamente a través de entradas/salidas 10 de líquido desde dispositivos 9 de bombeo, se pondrá al líquido del interior de la cámara 3 en una condición de resonancia. En particular, de un

modo tal que estará presente un nodo de presión en el área de las entradas/salidas 10 y estará presente un antinodo de presión en el área del pistón 4 de impulsos y actuando sobre éste.

Con el número de referencia 8 se indica una fuente para proporcionar un medio de presión media constante en el interior de la cámara 3, presión media en torno a la cual fluctuará la presión en el interior de la cámara de resonancia. Asimismo, esta disposición garantizará que el líquido eventualmente fugado es repuesto en el interior del sistema.

F indica una fuerza de alimentación que actúa sobre la herramienta 1 trituradora de roca, por ejemplo desde un alimentador convencional que está dispuesto en un eje de alimentación del equipo de perforación.

En la figura 2 se muestra esquemáticamente la distribución de presión en la resonancia del líquido en la cámara 3 durante el funcionamiento del dispositivo, y con una entrada de bombeo periódica desde la bomba 9 de líquido a través de la entrada/salida 10 de líquido. La distribución de presión se muestra con una curva superior 13, que ilustra la amplitud a largo de la longitud de la cámara 3 de resonancia formada, con un nodo 12 de presión y antinodo 11 de presión. Además, debido a la fuente 8 de presión, predomina una presión media P_0 , en torno a la cual varía la presión en el interior de la cámara de resonancia.

De este modo, la máxima amplitud de presión se produce en el antinodo 11 de presión, en la zona del pistón 4 de impulsos, sobre el cual es transmitida la presión en este extremo de la cámara de resonancia para su transmisión posterior como una onda de tensión de presión o una onda de esfuerzo a través de la parte del mismo en forma de barra, y posteriormente a través de la herramienta. Debe observarse que el desplazamiento del pistón 4 en la dirección axial, la dirección longitudinal de la cámara, es pequeño en relación con la transferencia del pulso de presión como una onda de esfuerzo en la herramienta. Además, puede mencionarse que la energía es transferida directamente como energía de ondas de esfuerzo y no como energía cinética, desde el pistón de impulsos a la herramienta.

En la figura 2 se presentan asimismo tres diagramas, de los que el de la derecha muestra la variación de presión en el área del nodo 12 de presión. Tal como se muestra, en este caso predomina en la práctica una cierta variación menor de presión, que se aparta de un caso ideal, en el que la variación de presión sería cero en esta posición. No obstante, esta variación menor es tolerable y en la práctica no es perjudicial para el funcionamiento del generador de impulsos.

El diagrama situado en el extremo de la herramienta de la cámara 3 de resonancia muestra la variación de presión que predomina en el antinodo 11 de presión. Por lo tanto, en este caso es tal que varía con un patrón sinusoidal en torno al valor P_0 con la amplitud P_0 . De este modo, el pistón 4 de impulsos de este ejemplo está influido por presiones entre 0 y $2 P_0$. Debe observarse que están dentro del alcance de la invención otras relaciones de presión entre la amplitud y P_0 .

El diagrama F-t situado más a la izquierda muestra la fuerza que es transferida sobre el pistón 4 de impulsos en función del tiempo. La fuerza F varía en forma sinusoidal entre 0 y cierto valor máximo de F.

Para la frecuencia f, lo que sigue es esencialmente válido con respecto a la figura 2: $4 \cdot l \cdot f = c$; donde l es la longitud de la cámara y c es la velocidad del sonido.

La figura 3 muestra un ejemplo de funcionamiento en el que la frecuencia ha sido incrementada de tal modo que predomina una resonancia de tres cuartos de onda en el interior de la cámara 3 de resonancia. La variación de presión se ilustra con la curva 14 y sigue existiendo un nodo 16 de presión en el área de la entrada/salida 10. Igual que antes, existe un antinodo 15 de presión en el área del pistón 4 de impulsos. Además, en este caso existe asimismo un antinodo 17 de presión esencialmente a una tercera parte de la distancia desde el lado de entrada.

Los dos diagramas en el lado derecho de la figura 3 muestran la distribución de presión en la entrada y en el pistón 4 de impulsos. El diagrama F-t muestra la distribución de fuerza que afectará a la herramienta. Por lo tanto, en este caso la frecuencia de impulsos será tres veces mayor que la del ejemplo de la figura 2.

Para la frecuencia f, es válido lo siguiente con respecto a la figura 3: $4 \cdot l \cdot f = n \cdot c$; donde l es la longitud de la cámara, c es la velocidad del sonido y $n = 1, 3, 5, 7 \dots$. En la figura 3, $n = 3$.

En la figura 4 se muestra una variante que se diferencia de la mostrada en la figura 2 por el hecho de que ha sido situada una pared rígida intermedia 19 en la posición del pistón 4 de impulsos de la figura 2. Para ello, el pistón 4 de impulsos ha sido desplazado hacia la izquierda, tal como puede verse en la figura, y entre el pistón 4 de impulsos y la pared intermedia ha sido situada una cámara 20 de impulsos que, en las posiciones escogidas, está en conexión con la parte de la cámara 3 de resonancia que está más próxima a la pared intermedia 19.

De este modo puede controlarse la forma de los pulsos de presión que son transferidos a la cámara 20 de impulsos, de manera que correspondan a una propagación de onda de esfuerzo que se desea en la herramienta. Entre la cámara 3 de resonancia y la cámara 20 de impulsos existe un dispositivo 21 de válvula, que está dispuesto en un

medio de canal y es controlable para la conexión entre estas cámaras o para el corte de la conexión entre las mismas. Además, el dispositivo 21 de válvula es capaz de evacuar la cámara 20 de impulsos.

En el ejemplo mostrado, la cámara 3 de resonancia está conectada a la cámara 20 de impulsos durante una parte ascendente de la curva de presión, pero se desconecta poco después del pico de amplitud. Esto tiene como resultado una forma de la curva con una parte ascendente prolongada en el tiempo, tal como puede verse, pero con un corte abrupto, lo cual puede proporcionar una distribución de fuerzas muy apropiada en la herramienta con objeto de, por ejemplo, resistir reflexiones procedentes de la roca a trabajar. Debe observarse que, de este modo, la forma del pulso puede controlarse a cualquier clase de configuración. En particular, frecuentemente es deseable optimizar la forma para minimizar reflexiones en la herramienta. Por ello, los flancos ascendente y descendente pueden adaptarse para aproximarse a este objetivo. Otro aspecto es la posibilidad de tener una frecuencia de pulsos que es menor que la frecuencia de resonancia, para el ajuste a diferentes situaciones de trabajo.

Los dos diagramas de la derecha corresponden a los de la figura 2. En la parte superior de éstos se indica con líneas quebradas cuándo la válvula 21 deja abierta la conexión entre las cámaras.

El diagrama pequeño próximo la válvula 21 muestra un ejemplo de una forma de curva creada de este modo. El diagrama F-t muestra la forma de la onda de esfuerzo resultante.

La figura 5 muestra dos cámaras de resonancia 3' y 3" que están separadas por una pared 19' pero conectadas en serie, y que están interconectadas entre ellas sobre un canal que tiene una válvula 21', y que tienen cada una un dispositivo 9' y 9" de bombeo. Los detalles 19" y 20' corresponden a los detalles 19 y 20 de la figura 3, respectivamente. El canal entre las cámaras 3' y 3" es controlable con la válvula 21' de acuerdo, en general, con lo indicado para la válvula 21 anterior. Lo mismo aplica para la válvula 21". En este caso, a modo de ejemplo, y tal como se muestra en el diagrama F-t, se obtiene un pulso más abrupto. El significado de los diagramas se comprende fácilmente mediante la descripción de los diagramas discutidos previamente.

Mediante válvulas de control adecuadas, correspondientes a 21, 21' y 21", pueden obtenerse formas de pulsos y formas de ondas de esfuerzo adecuadas. Por ejemplo, las válvulas pueden controlarse de tal modo que funcionen con características controladas de apertura y cierre, respectivamente, para obtener de ese modo las formas deseadas. De este modo se pueden minimizar las reflexiones en la herramienta. A modo de alternativa o complemento, una conexión entre una cámara de resonancia y una cámara de impulsos, tal como en las figuras 4 y 5, puede incluir una serie de canales con longitudes y/o áreas diferentes. Mediante la elección del canal o canales a través de los cuales se establecerá la conexión, puede controlarse la progresividad del incremento de presión en la cámara de impulsos y por lo tanto la onda de esfuerzo en la herramienta, de tal modo que adopte una forma del flanco progresiva deseada. Esto proporciona la posibilidad de incrementar la eficiencia del dispositivo. En la práctica esto puede conseguirse, por ejemplo, mediante el recurso de disponer conductos paralelos entre las cámaras 3 y 20 de la figura 4, donde estos canales están adaptados tal como se ha indicado anteriormente. Los canales pueden abrirse/cerrarse con la ayuda de válvulas correspondientes a la válvula 21 de la figura 2. Como alternativas adicionales, los canales pueden ser de longitud ajustable. Esto puede conseguirse de diferentes maneras, por ejemplo mediante conductos en forma de U desplazables telescópicamente, manguitos desplazables en una cámara 3 y/o 4, etc.

La invención puede modificarse dentro del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo, puede influirse sobre el líquido de otras maneras diferentes a las mostradas. Un ejemplo de esto es tener una pared desplazable físicamente que se mueva con una frecuencia dada, en lugar de una disposición de bomba. Pueden plantearse asimismo otros tipos de bombas y válvulas. El nodo de presión puede disponerse separado de una pared de la cámara. No se descarta que, al mismo tiempo, la cámara de resonancia esté alimentada con/influida por frecuencias diferentes con objeto de obtener resonancias simultáneas a diferentes frecuencias para conseguir un efecto deseado en la herramienta.

La cámara puede fabricarse de forma variable de tal modo que la frecuencia de resonancia sea controlable. En su versión más simple, se fabrica de longitud variable teniendo una pared posterior desplazable en el interior de un tubo cilíndrico que forma la cámara.

Pueden utilizarse diferentes líquidos, en particular se prefiere un líquido del grupo de: agua, aceite de silicio, aceite hidráulico, aceite mineral.

REIVINDICACIONES

1. Método para producir impulsos en una herramienta de percusión que incluye una cámara (3) para recibir un volumen de líquido y un pistón (4) de impulsos que está dispuesto para transferir pulsos de presión en el volumen de líquido, como pulsos de ondas de esfuerzo a la herramienta, **caracterizado porque** se influye periódicamente sobre el líquido de la cámara (3) de tal modo que se hace que el líquido contenido en el volumen de líquido entre en resonancia de manera que se forma, por lo menos, un antinodo (11, 15, 17) de presión en la zona del pistón (4) de impulsos en la cámara (3).
2. Método acorde con la reivindicación 1, **caracterizado porque** se influye periódicamente sobre el líquido en la cámara (3) mediante la entrada y la salida de líquido en la cámara (3) con cierta frecuencia.
3. Método acorde con la reivindicación 1 ó 2,
caracterizado porque el líquido es alimentado a la cámara (3) y evacuado desde la misma a través de una serie de entradas/salidas (10) que están distribuidas sobre la circunferencia de la cámara (3).
4. Método acorde con la reivindicación 1, 2 ó 3,
caracterizado porque se dispone la formación de un nodo (12, 16) de presión en la zona de dicha entrada/salida (10) y de un antinodo (11, 15, 17) de presión con la amplitud de presión máxima en la zona del pistón (4) de impulsos.
5. Método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizado porque se genera una resonancia tal que en funcionamiento predomina una resonancia de cuarto de onda o de un múltiplo impar de la resonancia de cuarto de onda.
6. Método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5,
caracterizado porque se controla que la frecuencia esté entre aproximadamente 200 y 1000 Hz.
7. Método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6,
caracterizado porque el líquido es alimentado de forma distribuida sobre la circunferencia de la cámara (3).
8. Método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7;
9. Método acorde con la reivindicación 8, **caracterizado porque** se modifica la longitud de la cámara (3).
10. Método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9,
caracterizado porque los pulsos de presión son transferidos a una cámara (20) de impulsos que está situada en el pistón (4) de impulsos y que está separada de la cámara (3), sobre un medio de canal que está dispuesto entre la cámara (3) y la cámara (20) de impulsos.
11. Método acorde con la reivindicación 10, **caracterizado porque** se controla el flujo en dicho medio de canal.
12. Método acorde con la reivindicación 10, **caracterizado porque** se ajusta la longitud y/o el área de dicho medio de canal con objeto de controlar la forma de dichos pulsos de ondas de esfuerzo.
13. Método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12,
14. Método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13,
caracterizado porque se utiliza un líquido entre el grupo de: agua, aceite de silicio, aceite hidráulico, aceite mineral.





