



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112016016537-3 B1



(22) Data do Depósito: 20/11/2014

(45) Data de Concessão: 08/03/2022

(54) Título: MÉTODO PARA PERFURAÇÃO DE UM FURO EM ESPAÇOS DE PERFURAÇÃO DE ALTURA LIMITADA

(51) Int.Cl.: E21B 17/20.

(30) Prioridade Unionista: 17/01/2014 EP 14000169.4.

(73) Titular(es): SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION LYON SAS.

(72) Inventor(es): VERNUS QUENTIN; OLIVIER RIPPE; JÉRÔME POURCENOUX.

(86) Pedido PCT: PCT EP2014075154 de 20/11/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/106859 de 23/07/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 15/07/2016

(57) Resumo: HASTE DE PERFURAÇÃO FLEXÍVEL. A presente invenção se refere a uma haste de broca (10) para um equipamento (plataforma, sonda) de perfuração (1) compreendendo um tubo (19) compreendendo pelo menos um corte corrugado (20) se estendendo através de uma parede do tubo (19) em uma direção transversal (G). Em concordância com a presente invenção, cada corte corrugado (20) possui uma linha de base substancialmente espiral (21) e é disposta para se desviar a partir de sua linha de base sobre ambas as laterais da linha de base formando um corte de uma configuração substancialmente corrugada se espiralando ao longo do tubo (19). Tal tubo (19) é flexível para possibilitar encurvamento em uma direção transversal (G) da haste de broca (10) e rígido para possibilitar transmissão de torque e de impulso em uma direção longitudinalmente (E), transversalmente (G) e rotacionalmente (H) da haste de broca (10) quando rotacionada para perfuração.

**MÉTODO PARA PERFURAÇÃO DE UM FURO EM ESPAÇOS DE PERFURAÇÃO
DE ALTURA LIMITADA**

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção se refere à perfuração, e mais particularmente a uma máquina de perfuração e também se refere a um método para perfuração.

PANORAMA DO ESTADO DA TÉCNICA

[002] Furos podem ser perfurados em rocha por intermédio de várias máquinas de perfuração de rocha. Perfuração pode ser desempenhada com um método combinando percussões e rotação (perfuração percussiva), ou perfuração pode ser fundamentada sobre mera rotação sem uma função percussiva (perfuração de rotação). Adicionalmente, perfuração percussiva pode ser classificada em concordância com se o dispositivo percussivo é exterior ao furo de perfuração ou no furo de perfuração durante a perfuração. Quando o dispositivo de percussão é exterior ao furo de perfuração, a perfuração é usualmente chamada de perfuração de martelo de topo, em que os assim chamados martelos de topo são utilizados, e quando o dispositivo de percussão está no furo de perfuração, a perfuração é tipicamente chamada de perfuração para baixo (descendente) no furo [*down-the-hole (DTH)*] e a máquina de perfuração pode ser chamada de uma broca de **DTH** ou broca para baixo (descendente) no furo, por exemplo.

[003] Ambos estes tipos de broca podem compreender uma ou mais hastes de broca, que podem também ser chamadas de tubos de perfuração, para guiar uma broca

de perfuração para o furo e para suprir pelo menos a rotação proporcionada por uma unidade de rotação para a broca de perfuração. Especialmente em túneis de altura muito baixa, tais como minas de baixo perfil e de extra baixo perfil, a altura do túnel tipicamente limita o comprimento das hastes de broca. Isto provoca problemas especialmente quando a furo a ser perfurado é mais profundo do que a altura do túnel, o que é freqüentemente o caso, especialmente nestas minas de baixo perfil e de extra baixo perfil.

[004] Algumas aplicações são conhecidas, aonde este problema tem sido cuidado por utilização de hastes de extensão manuais, que são diversas hastes de broca, ou similares, que são unidas ou acopladas juntamente uma de cada vez. Em algumas aplicações, estes tipos de elementos podem ser dispostos em torno de uma mangueira. Entretanto, um problema com estas soluções é o de que as mesmas desaceleram o processo consideravelmente, na medida em que o trabalho de perfuração tem que ser interrompido para adicionar um novo elemento. O trabalho manual a ser feito por um operador, que é tipicamente necessitado nestas aplicações, provoca muitas espécies de problemas, incluindo riscos de segurança ocupacional, especialmente quando trabalhando em túneis de minas de baixo perfil e de extra baixo perfil, por exemplo. A publicação do documento de patente norte americano número **US 2.515.365** apresenta um tubo de broca com uma fenda se estendendo genericamente ao longo de um caminho de uma linha em espiral, um corte na parede do tubo de broca para formar um padrão de cauda de

andorinha que proporciona dentes do tipo de cauda de andorinha de entrosamento acima e abaixo da linha em espiral.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[005] O objetivo da presente invenção é o de proporcionar uma nova e aperfeiçoada máquina de perfuração e um método para perfuração de um furo. O objetivo da presente invenção é conseguido por um aparelho, por uma disposição e por um método que são caracterizados pelo que do que é definido nas reivindicações de patente independentes acompanhantes. Algumas concretizações preferidas da presente invenção são apresentadas nas reivindicações de patente dependentes acompanhantes.

[006] A presente invenção é fundamentada sobre a idéia de provisão através da superfície de haste de broca de pelo menos um corte corrugado se estendendo em torno da haste de broca de uma maneira assemelhada a espiral a partir da direção de uma primeira extremidade de haste de broca em direção de uma segunda extremidade de haste de broca, que é uma extremidade oposta para a primeira extremidade de haste de broca. Com tal/is corte/s, suficiente flexibilidade pode ser proporcionada em uma haste de broca feita de aço ou de outro material rígido para possibilitar encurvamento da haste de broca em uma direção transversal para a direção do eixo geométrico longitudinal da haste de broca.

[007] Uma vantagem da solução é a de que na medida em que a haste de broca é formada para ser flexível e rígida ao mesmo tempo, uma haste de broca contínua, em

outras palavras, uma haste de broca formada substancialmente como uma peça única, pode ser proporcionada, o que possibilita tanto perfuração substancialmente contínua sem fases de trabalho manuais por um operador unindo ou acoplando haste de extensão e perfuração de furos consideravelmente mais profundos do que a altura do túnel e na prática de qualquer profundidade até o comprimento de haste de broca ou quanto ainda mesmo além por conexão de diversas de tais hastes de broca umas para as outras. Adicionalmente, por formação da haste de broca de uma única peça, unitária, a altura de um túnel ou de um outro espaço de perfuração, pode sempre ser totalmente utilizada para conseguir uma seqüência otimizada de perfuração ininterrupta. A haste de broca é também muito bem adequada para perfuração percussiva, na medida em que a estrutura possibilita efetiva transmissão de suficiente força de alimentação na forma de torque e de impulso. Em adição, uma tal haste de broca flexível proporciona muitas possibilidades para armazenamento da haste de broca, por exemplo, em formação em linha reta, em curva ou enrolada (bobinada) e, por conseqüência, é mais fácil para entregar a haste de broca para o local de perfuração e para armazenar na máquina de perfuração e para manter enquanto não está em utilização.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[008] A seguir, a invenção irá ser descrita em maiores detalhes por intermédio de concretizações preferidas e com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A **Figura 1** mostra uma unidade de perfuração;

A **Figura 2a** e a **Figura 2b** ilustram uma parte de uma haste de broca em concordância com a solução corrente;

A **Figura 3** ilustra uma configuração de um corte corrugado;

A **Figura 4** mostra um equipamento de perfuração de rocha;

A **Figura 5a** e a **Figura 5b** ilustram uma haste de broca disposta em um tubo de guia;

A **Figura 6** ilustra um método para perfuração de um furo utilizando uma haste de broca;

A **Figura 7** ilustra uma outra concretização de um método para perfuração de um furo utilizando uma haste de broca; e

A **Figura 8** mostra adicionalmente um equipamento de perfuração de rocha.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[009] A **Figura 1** mostra uma unidade de perfuração (4) compreendendo equipamento de perfuração (9) proporcionado com um dispositivo de percussão (13). Uma unidade de rotação (7) pode ser suportada para um transportador (8), ou alternativamente a unidade de rotação (7) pode compreender partes de deslizamento ou os assemelhados membros de suporte com os quais é movivelmente suportada para o feixe de alimentação (5). A unidade de rotação (7) pode ser proporcionada com equipamento de perfuração (9) que pode compreender uma haste de broca (ou tubo de perfuração) (10), ou diversas hastes de broca/tubos de perfuração (10) conectados uns aos outros, e uma broca de perfuração (11) na extremidade a mais exterior do

equipamento de perfuração (9). O dispositivo de percussão (13) é proporcionado em uma extremidade oposta do equipamento de perfuração (9) e, por consequência, da haste de broca (10) em relação para a unidade de rotação (7). Durante a perfuração, a broca de furo para baixo (13) está no furo de broca e a broca (11) pode ser conectada diretamente para a broca de furo para baixo (13). Quando a furo de broca (12) tiver sido perfurado para uma profundidade desejada, o equipamento de perfuração (9) pode ser puxado por intermédio do dispositivo de alimentação (6) para fora do furo de broca (12) na direção de retorno (C).

[0010] A **Figura 1** é mostrada como um exemplo de uma unidade de perfuração, em que hastes de broca são utilizadas para perfuração de um furo, e a solução corrente (atual) não é de nenhuma maneira limitada para esta concretização em particular da presente invenção. Ao invés disso, a haste de broca descrita neste relatório descritivo, e bem como uma máquina de perfuração compreendendo uma tal haste de broca e assim como um método para perfuração de furos utilizando uma tal haste de broca, são aplicáveis para substancialmente todos os tipos de perfuração em que haste de broca convencionais tenham sido utilizadas. A solução corrente é especialmente bem adequada para perfuração em circunstâncias, aonde espaço é de certo modo limitado, como em túneis de altura limitada, tais como em minas de baixo perfil compreendendo uma altura na faixa de **1,6 m** até **2,2 m**; por exemplo, ou em minas de extra baixo perfil compreendendo uma altura de **0,6 m** até **1,1 m**; por exemplo, ou em equipamentos de perfuração de tamanho

limitado a assim por diante. Algumas concretizações neste relatório descritivo são esplanadas em conexão com um túnel devido para o fato de que estes benefícios especiais estão relacionados para túneis, tais como túneis subterrâneos, mas é evidente para uma pessoa especializada no estado da técnica que estas concretizações são adequadas para outras circunstâncias de perfuração como tais, tal como perfuração em minas abertas. Similarmente, pelo menos algumas das concretizações podem ser adequadas para outros tipos de perfuração em adição para perfuração de rocha.

[0011] Uma haste de broca (10) em concordância com a solução corrente é, por consequência, adequada para utilização em diferentes tipos de equipamentos de perfuração. É especialmente adequada para perfuração, onde a haste de broca (10) é rotacionada, em outras palavras, onde a haste de broca (10) é rotativamente conectável para um equipamento de perfuração (1). A **Figura 2a** e a **Figura 2b** ilustram uma parte de um exemplo de uma tal haste de broca (10). A **Figura 2a** mostra um detalhe da haste de broca (10) a partir de uma lateral e a **Figura 2b** em uma direção do corte [(A) - (A)] mostrado na **Figura 2a**. A haste de broca (10) compreende um tubo (19) e pelo menos um corte corrugado (20) se estendendo através da parede do tubo (19) em uma direção transversal (G), em outras palavras, em uma direção transversal para o eixo geométrico longitudinal (D) do tubo de broca (19) se estendendo em cada ponto substancialmente radialmente através da parede de tubo a partir do exterior do tubo (19) para o interior do tubo

(19). Na **Figura 2b** dois exemplos desta direção transversal (G) são mostrados, mas, naturalmente, a direção transversal (G) varia em diferentes pontos da parede e da superfície do tubo (19).

[0012] Cada corte corrugado (20) possui uma linha de base substancialmente espiral (21) se estendendo de uma maneira de circulação em torno do tubo (19) na direção longitudinalmente (E) do tubo (19) a partir da direção de uma primeira extremidade (22) da haste de broca (10) para uma direção de uma segunda extremidade (23) da haste de broca (10). A direção longitudinalmente (E) é, por consequência, uma direção do eixo geométrico longitudinal (D) da haste de broca (10) ou uma direção substancialmente paralela para o eixo geométrico longitudinal (D) da haste de broca (10). As extremidades efetivas (22) e (23) não são mostradas na **Figura 2a**, na medida em que somente mostra uma seção da haste de broca (10) e do tubo (19) que a haste de broca (10) compreende. A linha de base (21) é explanada em maiores detalhes em conjunção com a **Figura 3**, mas a linha de base (21) não é uma parte física do corte corrugado (20), mas proporciona um caminho assemelhado a espiral sobre ambas as laterais da qual o corte corrugado (20) se estende de uma maneira corrugada. Isto, também, é explanado em maiores detalhes em conexão com a **Figura 3**.

[0013] Em concordância com uma concretização da presente invenção, a haste de broca (10) pode compreender um tal corte corrugado (20) se estendendo na direção longitudinalmente (E) substancialmente a partir de uma vizinhança de uma primeira extremidade (22) da haste de

broca (10) para uma vizinhança de uma segunda extremidade (23) da haste de broca (10), segunda extremidade (23) que é uma extremidade oposta para a primeira extremidade (22). Em concordância com uma outra concretização da presente invenção, a haste de broca (10) pode compreender dois ou mais de tais cortes corrugados (20). Estes cortes corrugados (20) podem ser dispostos subsequenteemente, em outras palavras, uns depois dos outros, na direção longitudinalmente (E) da haste de broca (10) e/ou os mesmos podem ser dispostos pelo menos parcialmente paralelos uns para os outros. Concretizações da presente invenção aonde os cortes corrugados (20) se estendem substancialmente continuamente ao longo substancialmente da integridade do comprimento da haste de broca (10) e, por consequência, do tubo (19) proporcionam o benefício adicional de que a haste de broca (10) pode ser formada para ser muito flexível de maneira tal que a mesma pode ser facilmente disposta, por exemplo, em uma formação enrolada durante armazenamento e/ou utilização para a parte que não é correntemente utilizada para perfuração.

[0014] Em concordância com uma concretização da presente invenção, uma porção não cortada (24) de uma haste de broca (10) pode ser deixada entre dois cortes corrugados (20) dispostos subsequenteemente. Em concordância com uma concretização adicional da presente invenção, uma porção não cortada (24) pode ser, em adição a uma ou ao invés de uma porção não cortada (24) entre dois subseqüentes cortes corrugados (20), proporcionada em uma ou em ambas as extremidades (22, 23) da haste de broca (10). Estas

alternativas podem ser benéficas considerando a usinagem da haste de broca **(10)**, por exemplo, e as mesmas podem proporcionar suficiente flexibilidade para determinadas aplicações. Naturalmente, o comprimento de uma tal porção não cortada **(24)** deveria não exceder a altura do túnel, aonde a haste de broca **(10)** é para ser utilizada.

[0015] Em concordância com uma concretização da presente invenção, o tubo **(19)** compreende material de aço. Preferivelmente, o material de aço compreende aço inoxidável. Em concordância com uma concretização da presente invenção, o tubo **(19)** é formado como uma única peça, unitária. Por consequência, a haste de broca **(10)** pode também ser formada substancialmente como uma única peça, unitária. Isto torna a estrutura do tubo **(19)** e da haste de broca **(10)** simples de manufaturar, para armazenar e para transportar e nenhuns elementos de conexão, tais como objetos ou roscas de conector são necessitados. A ausência de elementos de conexão também significa que tais recursos não são perdidos, nem desgastados, e nem danificados durante transporte, armazenamento e utilização. Naturalmente, tais conexões também não necessitam ser firmemente apertadas.

[0016] Em concordância com uma outra concretização da presente invenção, o comprimento de tubo é de pelo menos **2,5 metros**, e mais preferivelmente de pelo menos **3 metros** de comprimento. O comprimento do tubo **(19)** e, por consequência, da haste de broca **(10)** é mensurado na direção longitudinalmente **(E)** da haste de broca **(10)**. Com uma única peça, unitária, tal como um tubo de metal **(19)**,

de um comprimento de pelo menos **2,5 metros**, sobre o qual o corte corrugado **(20)** é proporcionado, uma haste de broca **(10)** pode ser conseguida a qual pode ser utilizada para furos de broca **(12)** mais profundos do que a altura do túnel ou de outro ambiente de perfuração também em minas de baixo perfil e de extra baixo perfil, na medida em que a haste de broca flexível pode ser utilizada em ambientes mais baixos do que o comprimento da haste de broca **(10)**, a haste de broca **(10)** pode ser armazenada de uma maneira muito compacta e o tubo **(19)** da haste de broca **(10)** é rígido o suficiente para transmitir torque, pelo menos em uma direção substancialmente rotacional **(H)** da haste de broca **(10)**, e para impulsionar, pelo menos em uma direção substancialmente longitudinalmente **(E)** da haste de broca **(10)**, necessitadas para perfuração. Enquanto em utilização e sob o torque e o impulso, um tal tubo **(19)** é também rígido o suficiente em uma direção transversal **(G)** da haste de broca **(10)** para transmitir o torque e o impulso. Com a direção rotacional **(H)** da broca, uma direção direcionada em torno do eixo geométrico longitudinal **(D)** da haste de broca **(10)**, ou em outras palavras, em torno de uma direção longitudinalmente **(E)** da haste de broca **(10)**, é significativa. Por utilização de uma única peça, unitária, para formar o tubo **(19)** e/ou a haste de broca **(10)**, também as propriedades de encurvamento e de rigidez são mais uniformemente distribuídas ao longo do (sobre o) comprimento da haste de broca **(10)** que em soluções aonde diversas hastes de broca mais curtas, rígidas, são unidas ou acopladas juntamente para proporcionar o comprimento

necessitado para perfuração do furo.

[0017] A **Figura 3** ilustra um exemplo de uma configuração de um tal corte corrugado **(20)**. Cada corte corrugado **(20)** pode, por consequência, ser disposto para se desviar a partir de sua linha de base **(21)** sobre ambas as laterais da linha de base **(21)** formando um corte de uma configuração substancialmente corrugada. A linha de base **(21)** não é uma parte física do corte corrugado **(20)**, mas uma linha virtual sobre ambas as laterais da qual o corte corrugado **(20)** se estende em cada porção da haste de broca **(10)**. O corte corrugado **(20)** pode compreender porções encurvadas de um ou de diversos raios. O corte corrugado **(20)** pode também compreender porções retas conectando as porções encurvadas. Nas diferentes concretizações da presente invenção, as porções retas podem ser substancialmente paralelas para a direção da linha de base **(21)**, substancialmente perpendiculares para a direção da linha de base **(21)** e/ou dispostas em um ângulo com respeito para a linha de base **(21)**. Este corte corrugado **(20)** pode, então, espiralar ao longo do tubo **(19)**. Em outras palavras, o corte corrugado **(20)** pode circular em torno da haste de broca **(10)**, mais particularmente em torno do eixo geométrico longitudinal **(D)** da haste de broca **(10)** e, por consequência, do tubo **(19)**, e se estendendo através da parede do tubo **(19)** de uma maneira assemelhada a espiral e se estendendo a partir da direção de uma primeira extremidade **(22)** da haste de broca **(10)** em direção de uma segunda extremidade **(23)** da haste de broca **(10)** que é oposta para a primeira extremidade **(22)** da haste de broca

(10) na direção longitudinalmente (E) da haste de broca (10). Por provisão de um tal corte corrugado (20) sobre uma haste de broca rígida (10), a haste de broca (10) pode ser feita ao mesmo tempo flexível, de maneira tal que encurvamento da haste de broca (10) é possibilitado em uma direção transversal da haste de broca (10), e rígida, de maneira tal que transmissão de torque e de impulso necessitados para perfuração é possibilitada. O raio de encurvamento do tubo (19) é preferivelmente de menos do que **1 metro**, e mais preferivelmente abaixo de **0,5 metro**. Isto possibilita encurvamento da haste de broca (10) também em baixos espaços de perfuração e consecução de uma quantidade otimizada de perfuração ininterrupta em quaisquer circunstâncias utilizando tanto quanto possível da altura de perfuração disponível. Também possibilita armazenamento da haste de broca (10) em um espaço compacto quando a mesma ou parte da mesma não está em utilização, em uma formação encurvada ou enrolada (bobinada), por exemplo.

[0018] Em concordância com uma concretização da presente invenção, a configuração do corte corrugado (20) é a de uma configuração de gota. Com a configuração assemelhada a gota, se quer dizer uma configuração em que a extremidade (25) de cada corrugação, em outras palavras, a parte a mais ampla de uma configuração assemelhada a gota contínua definida pelo corte corrugado (20), é mais ampla na direção da linha de base (21) do que na largura da base (26) formada pela distância a mais curta entre duas corrugações adjacentes. Ao mesmo tempo, a base (26) é também a parte a mais estreita da configuração assemelhada

a gota contínua definida pelo corte corrugado **(20)** sobre a lateral oposta da linha de base **(21)** comparada com a lateral da linha de base **(21)** aonde a extremidade **(25)** da corrugação, que é a parte a mais ampla, é formada.

[0019] Em concordância com uma concretização da presente invenção, uma primeira distância **(27)** entre duas corrugações adjacentes na direção da linha de base **(21)** e mensurada a partir do ponto correspondente de cada corrugação está na faixa de **1 mm** até **10 mm**. Em concordância com uma outra concretização da presente invenção, a largura da extremidade **(25)** de cada corrugação e/ou da base **(26)** de cada corrugação está na faixa de **1 mm** até **10 mm**. Em concordância com uma concretização adicional da presente invenção, uma segunda distância entre a linha de base **(21)** e a parte a mais larga da configuração assemelhada a gota, em outras palavras, a extremidade **(25)** da corrugação, em uma direção perpendicular para a direção da linha de base **(21)** está na faixa de **1 mm** até **10 mm**. Isto auxilia a conseguir uma haste de broca **(10)** flexível o suficiente para possibilitar encurvamento em uma direção transversal **(G)** da haste de broca **(10)** e ao mesmo tempo rígida o suficiente para possibilitar transmissão de torque e de impulso necessitados para perfuração enquanto utilizando a haste de broca **(10)**.

[0020] Em concordância com uma concretização da presente invenção, uma terceira distância **(29)** entre duas voltas adjacentes, em outras palavras, o passo entre as voltas, da linha de base **(21)** na direção longitudinalmente **(E)** do tubo **(19)** é menor do que ou substancialmente igual a

50 mm. A terceira distância **(29)** deveria preferivelmente ser substancialmente igual a ou maior do que a soma da altura da corrugação, em outras palavras, a distância a maior entre os pontos de uma corrugação na direção perpendicular para a linha de base **(21)**, e a espessura da parede do tubo **(19)**. Isto auxilia a conseguir uma haste de broca **(10)** que é flexível o suficiente para possibilitar encurvamento em uma direção transversal da haste de broca **(10)** e ao mesmo tempo rígida o suficiente para possibilitar transmissão de torque e de impulso necessitados para perfuração.

[0021] Em concordância com uma concretização da presente invenção, o corte corrugado **(20)** pode ser formado por corte a *laser* e/ou por corte de jato de água de alta pressão.

[0022] A **Figura 4** mostra um equipamento de perfuração de rocha **(1)** que pode compreender um transportador móvel **(2)** proporcionado com uma longarina de perfuração **(3)**. Este tipo particular de um equipamento de perfuração de rocha **(1)** é especialmente adequado para túneis e para outros espaços de perfuração de altura limitada, tais como minas de baixo perfil. Similarmente, o equipamento de perfuração de rocha da **Figura 8** pode compreender partes e características similares, mas devido para o fato da diferente estrutura, o mesmo pode ser especialmente bem adequado para minas de extra baixo perfil.

[0023] A longarina de perfuração **(3)** é proporcionada com uma unidade de perfuração de rocha **(4)**

compreendendo um feixe de alimentação (5), um dispositivo de alimentação (6) e uma unidade de rotação (7). A unidade de rotação (7) pode ser suportada para um transportador (8), ou alternativamente a unidade de rotação (7) pode compreender partes de deslizamento ou os assemelhados membros de suporte com os quais é movivelmente suportada para o feixe de alimentação (5). A unidade de rotação (7) pode ser proporcionada com equipamento de perfuração (9) que pode compreender uma ou mais hastes de broca (ou tubos de perfuração) (10) conectada/os umas/uns para a/os outra/os, e uma broca de perfuração (11) na extremidade a mais exterior do equipamento de perfuração de rocha (1). A unidade de rotação (7) pode ser disposta para deslizar sobre o dispositivo de alimentação (6) por um cilindro de alimentação (32). A unidade de rotação (7) pode compreender um mandril de rotação (33) que pode se agarrar firmemente para a haste de broca (10) quando a unidade de rotação (7) começa a rotacionar e o dispositivo de alimentação (6) começa a empurrar a haste de broca (10) para o furo (12), de maneira tal que o torque e o impulso são transmitidos para a haste de broca (10) e adicionalmente para a broca de perfuração (11). O equipamento de perfuração de rocha (1) e/ou uma unidade de perfuração podem adicionalmente compreendem um retentor de haste (34) que mantém a haste de broca (10) no lugar quando o mandril de rotação (33) é retornado para a posição original e uma nova sequência de perfuração é iniciada.

[0024] Um equipamento de perfuração (1) pode compreender diversas unidades de perfuração (4)

compreendendo pelo menos um dispositivo de alimentação **(6)**, a unidade de rotação **(7)** compreendendo um mandril de rotação **(33)** e/ou uma broca de furo para baixo (descendente) (broca de **DTG**). O equipamento de perfuração **(1)** pode também compreender um ou diversos tubos de guia **(30)**, que podem compreender uma porção em linha reta, uma porção encurvada e/ou porção enrolada ou qualquer outra combinação das mesmas.

[0025] Em concordância com uma concretização da presente invenção, uma máquina de perfuração **(1)**, tal como uma unidade de perfuração da **Figura 1** ou um equipamento de perfuração da **Figura 4** ou da **Figura 8**, podem compreender uma haste de broca **(10)** descrita em conexão com as concretizações de haste de broca e correspondentes **Figuras** ou formadas como uma combinação das mesmas. Uma tal máquina de perfuração **(1)** pode adicionalmente compreender uma mangueira **(31)** para ar ou para água proporcionada no interior da haste de broca **(10)** e um tubo de guia fixado **(30)** para suporte e guia da parte da haste de broca **(10)** e da mangueira **(31)** que não é correntemente utilizada para perfuração. Com o tubo de guia **(30)** sendo fixado, se quer dizer que o tubo de guia **(30)** é rígido o suficiente para forçar a haste de broca flexível **(10)** para encurvar na direção transversal **(G)** da haste de broca **(10)**. A haste de broca **(10)** e a mangueira **(31)** são preferivelmente dispostas para rotacionar juntamente, de forma tal que desgaste da mangueira **(31)** pode ser grandemente reduzido desta maneira.

[0026] Em concordância com uma outra concretização da presente invenção, o tubo de guia fixado

(30) pode ser disposto para encurvar a haste de broca (10) pelo menos em um ponto da haste de broca (10). A **Figura 5a** ilustra um detalhe de um tubo de guia encurvado (30) e de um tubo (19) de uma haste de broca (10) disposta dentro do tubo de guia (30) observado a partir de uma lateral. A **Figura 5b** ilustra uma seção transversal de uma mangueira (31) disposta no interior de um tubo (19) da haste de broca (10) e de um tubo de guia (30). Em concordância com uma concretização adicional da presente invenção, o tubo de guia fixado (31) pode ser disposto para segurar uma parte da haste de broca (10) que não está correntemente em utilização em uma formação enrolada.

[0027] Em concordância com uma concretização da presente invenção, uma haste de broca descrita em conexão com as concretizações de haste de broca e/ou com a **Figura 3** e com a **Figura 4** e/ou com uma máquina de perfuração compreendendo uma tal haste de broca pode ser utilizada em um método para perfuração de um furo. Em concordância com uma concretização da presente invenção, o método pode compreender tração da haste de broca por um mandril de rotação sobre uma zona linear.

[0028] Em concordância com uma concretização da presente invenção, o método pode compreender laminação da haste de broca (10) em um tubo de guia (30) à montante a partir do mandril de rotação (33). Em outras palavras, o tubo de guia (30) pode compreender uma porção encurvada, no interior da qual uma parte da haste de broca (10) que não está correntemente em utilização, pode ser armazenada em uma posição encurvada. Em concordância com uma

concretização adicional da presente invenção, o tubo de guia (30) pode compreender pelo menos uma porção de uma configuração enrolada e, por consequência, pelo menos uma porção da parte da haste de broca (10) não correntemente em utilização para perfuração do furo (12) pode ser disposta dentro do tubo de guia (30), por consequência, enrolando a haste de broca (10) como tal. Este enrolamento da haste de broca (10) é possibilitado por pelo menos um corte corrugado (20) proporcionado sobre a haste de broca (10) como é explanado em conexão com as diferentes concretizações relacionadas para a haste de broca (10).

[0029] Em concordância com uma concretização da presente invenção, o método pode compreender translação da haste de broca (10) e do mandril de rotação para cima e para baixo por um cilindro de alimentação para rotacionar a haste de broca (10) e para alimentar a mesma para o furo (12). Por consequência, um comprimento da haste de broca (10) substancialmente até uma altura do túnel pode ser utilizado de cada vez sem interrupções para perfurar um furo, ou, em outras palavras, uma porção do furo (12) que se iguala substancialmente em profundidade para o comprimento da haste de broca (10) utilizado de cada vez e para a altura do túnel.

[0030] A **Figura 6** ilustra um exemplo de um método para perfuração de um furo utilizando uma haste de broca descrita em conexão com as concretizações de haste de broca e/ou com as correspondentes **Figuras** e/ou com uma máquina de perfuração compreendendo uma tal haste de broca. Um método para perfuração de furos em espaços de perfuração de altura

limitada, compreende utilização **(601)** de pelo menos uma haste de broca compreendendo um comprimento que é maior do que a altura disponível no espaço de perfuração, encurvamento **(602)** de referida pelo menos uma haste de broca em uma direção transversal, e perfuração **(603)** de um furo utilizando a haste de broca em uma direção substancialmente ascendente ou descendente.

[0031] A **Figura 7** ilustra uma concretização de um método para perfuração de um furo utilizando uma haste de broca descrita em conexão com as concretizações de haste de broca e/ou com as correspondentes **Figuras** e/ou com uma máquina de perfuração compreendendo uma tal haste de broca. O método pode compreender, em adição para as ou ao invés das etapas descritas na **Figura 6**, perfuração **(701)** de uma maneira passo a passo de um comprimento máximo possibilitado por uma altura de túnel ou por um outro limite pré-definido de cada vez; utilização **(702)** de um retentor de haste **(34)** para manter a haste de broca no lugar enquanto a unidade de rotação é retornada para uma posição de início de alimentação; liberação **(703)** do retentor de haste **(34)** uma vez que as mandíbulas de mandril de rotação venham a ser apertadas novamente na posição de início de alimentação para iniciar alimentação da haste de broca e para continuar a perfuração; e repetição **(704)** da perfuração passo a passo até que uma planejada profundidade do furo tenha sido alcançada.

[0032] A solução descrita neste relatório descritivo é particularmente benéfica, quando a profundidade do furo a ser perfurado excede a altura

disponível para mineração. Entretanto, a solução pode ser utilizada em outras espécies de circunstâncias e bem como a solução pode ainda proporcionar benefícios relacionados para armazenamento e para transportamento, por exemplo.

[0033] Todas as faixas apresentadas neste relatório descritivo também incluem os valores de limite superior e inferior, onde aplicáveis.

[0034] Irá ser óbvio para uma pessoa especializada no estado da técnica que, na medida em que a tecnologia avança, o conceito inventivo pode ser implementado de várias maneiras. A presente invenção e suas concretizações não são limitadas para os exemplos descritos anteriormente, mas podem variar dentro do escopo das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para perfuração de um furo em espaços de perfuração de altura limitada, **caracterizado pelo fato** de que compreende as etapas de:

- utilizar uma haste de broca compreendendo um comprimento que é maior do que a altura disponível no espaço de perfuração;

- encurvar a referida haste de broca em uma direção transversal; e

- perfurar um furo utilizando a haste de broca em uma direção ascendente ou descendente, em que uma haste de broca é rotativamente conectável ao equipamento de perfuração, a haste de broca compreendendo um tubo compreendendo um corte corrugado se estendendo através de uma parede do tubo em uma direção transversal, em que referido corte corrugado possui uma linha de base espiral se estendendo de uma maneira de circulação em torno do tubo na direção longitudinal da haste de broca a partir da direção de uma primeira extremidade da haste de broca para uma direção de uma segunda extremidade da haste de broca e referido corte corrugado é disposto para se desviar a partir de sua linha de base sobre ambas as laterais da linha de base formando um corte de uma configuração corrugada espiralando ao longo do tubo, de maneira tal que parte da haste de broca é flexível para possibilitar encurvamento em uma direção transversal da haste de broca e a haste de broca é rígida para possibilitar transmissão de torque e de impulso necessitados para perfuração.

2. Método para perfuração, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que compreende

a etapa de laminar a haste de broca em um tubo de guia à montante a partir do mandril de rotação.

3. Método para perfuração, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato** de que compreende as etapas de:

- perfurar passo a passo um comprimento máximo possibilitado por uma altura de túnel ou por um outro limite pré-definido de cada vez;
- utilizar um retentor de haste para manter a haste de broca no lugar enquanto a unidade de rotação é retornada para uma posição de início de alimentação;
- liberar o retentor de haste uma vez que as mandíbulas de mandril de rotação venham a ser apertadas novamente na posição de início de alimentação para iniciar alimentação da haste de broca e para continuar a perfuração; e
- repetir a perfuração passo a passo até que uma planejada profundidade do furo tenha sido alcançada.

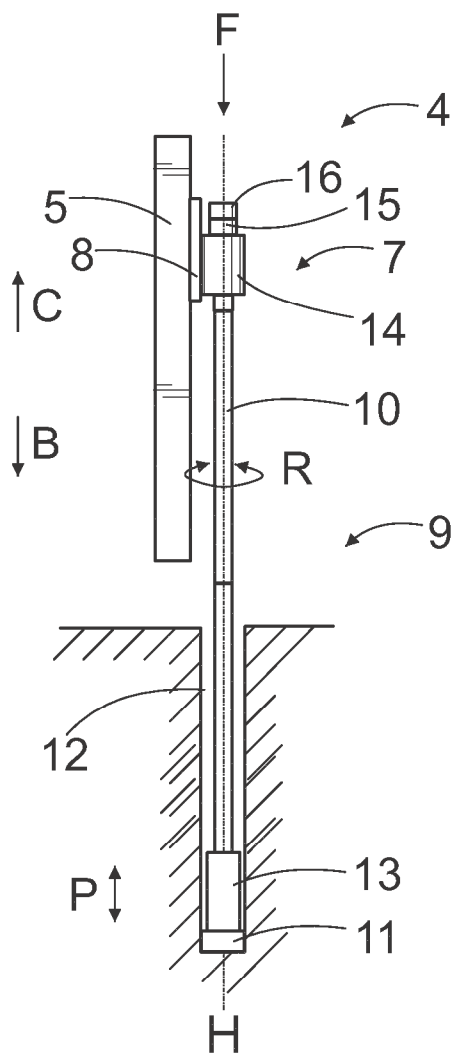


FIG. 1

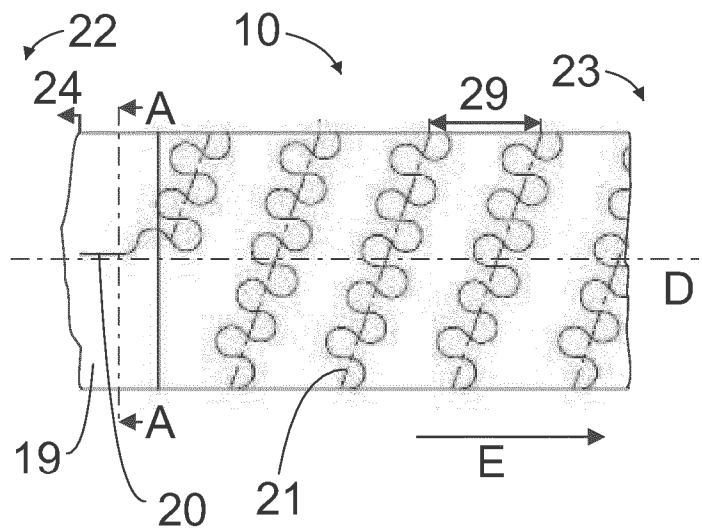


FIG. 2a

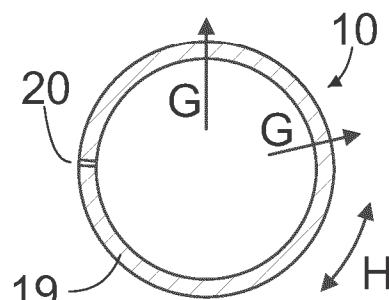


FIG. 2b

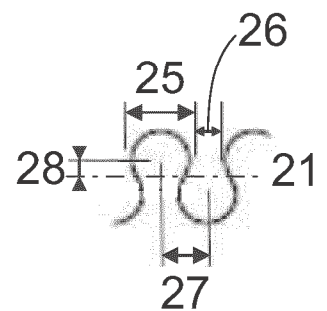


FIG. 3

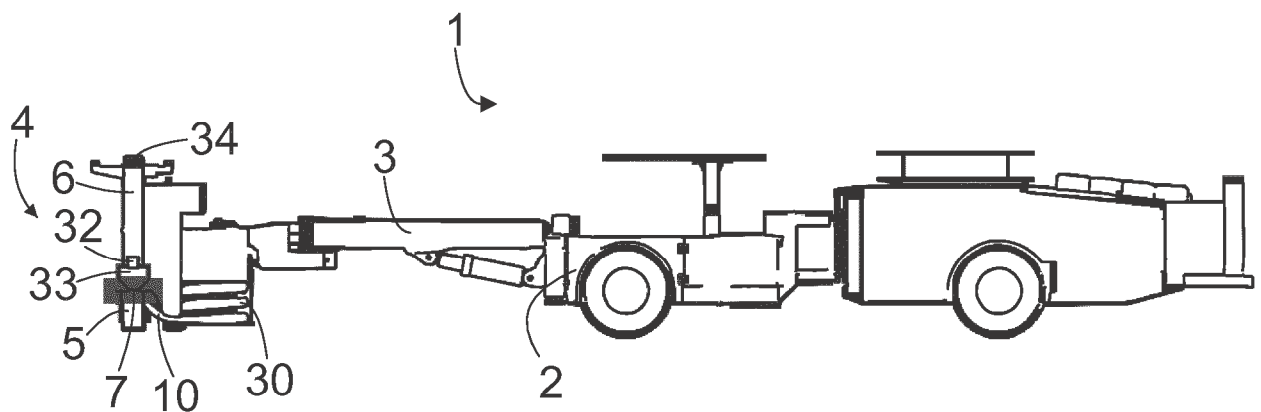


FIG. 4

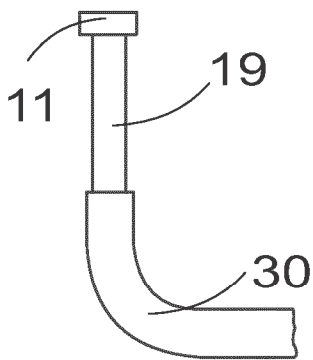


FIG. 5a

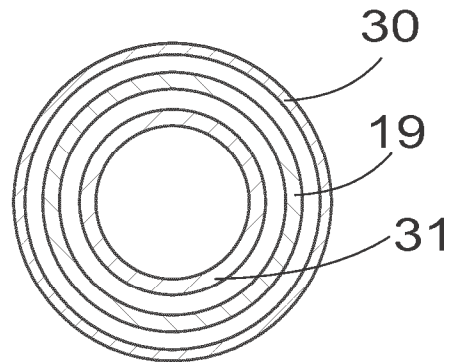


FIG. 5b

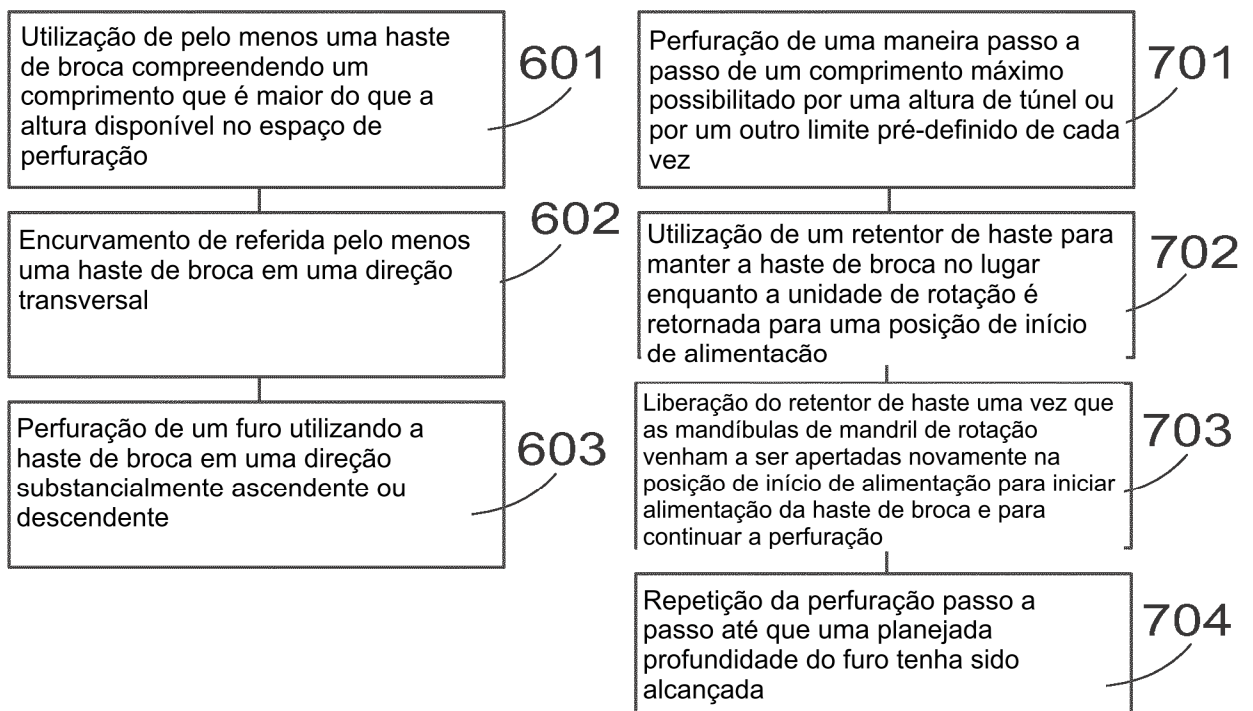


FIG. 6

FIG. 7

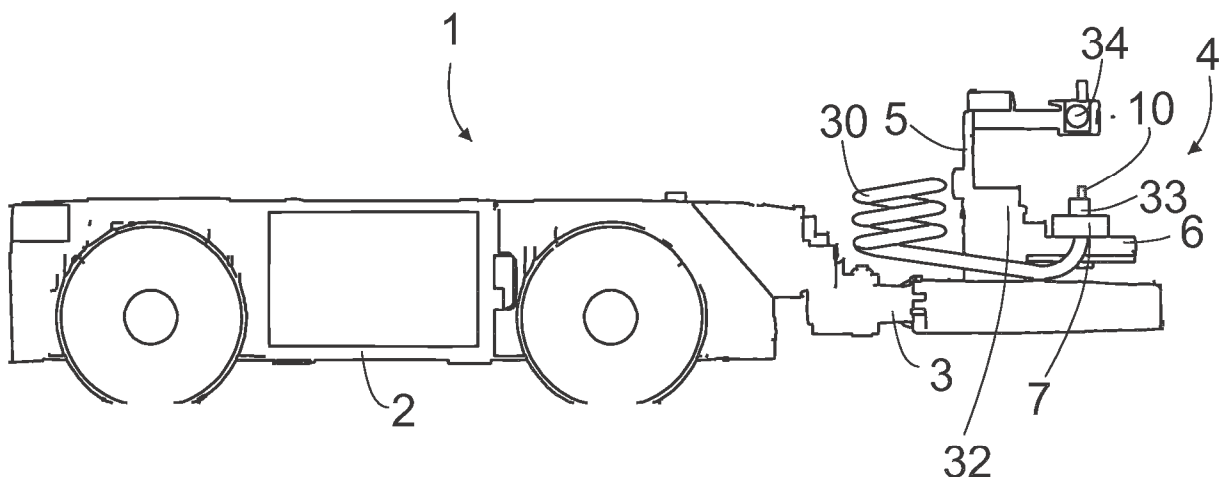


FIG. 8