

DESCRIPCIÓN

MANGUITO Y MÉTODO PARA AISLAR TÉRMICAMENTE UN AGUJERO PARA VOLADURA

Campo de la invención

La invención se refiere a un agujero para voladura. Más particularmente, pero no exclusivamente, la invención se refiere a un nuevo manguito y al método correspondiente para aislar térmicamente un agujero para voladura.

Antecedentes de la invención

En las operaciones modernas de minería o movimiento de tierras, tales como la minería de carbón a cielo abierto, la voladura se lleva a cabo típicamente perforando en primer lugar los así llamados agujeros para voladura (también conocidos como agujeros para voladura, hoyos o pozos de voladura) a profundidades predeterminadas en ubicaciones discretas o en patrones predeterminados en el suelo que se va a mover o en yacimientos que contienen recursos naturales como carbón o minerales. Los agujeros para voladuras perforadas se cargan luego con cargas predeterminadas de composiciones explosivas, típicamente en forma de lodo, emulsión o gel sólido, de partículas y hasta profundidades, volúmenes o masas predeterminadas. Esta predeterminación tiene como objetivo asegurar que el terreno se mueva o los cuerpos minerales se descompongan de la manera deseada, dejando tierra, escombros y/o fragmentación que se retiren fácilmente del lugar de movimiento de tierras o minería después de la detonación de las composiciones explosivas, facilitando así excavación eficiente de la tierra o recurso natural.

De las diversas composiciones explosivas que se utilizan en operaciones mineras, las composiciones explosivas basadas en nitrato de amonio (también denominadas ANFO) son una de las composiciones más comúnmente utilizadas en la actualidad. Sin embargo, la mayoría de las composiciones explosivas utilizadas en aplicaciones mineras, incluidos los nitratos de amonio, deben mantenerse libres de agua para garantizar que la calidad de la detonación al fragmentar la roca sea satisfactoria. La contaminación de las composiciones explosivas por agua, tal como el agua que se acumula en los agujeros para voladura de voladura, puede afectar y reducir el resultado de la voladura, causar fallos de encendido y/o dar como resultado una pérdida significativa y costosa de explosivos. Si bien la mayor parte del agua que normalmente se acumula en los agujeros para voladura normalmente se bombea antes de que se cargue un agujero con una carga predeterminada de las composiciones explosivas, algo del agua normalmente permanece o fluye de regreso hacia los agujeros para voladura, especialmente en los casos en los que hay retrasos o incluso períodos de tiempo prolongados entre las actividades de bombeo y carga y/o la detonación de las cargas explosivas después de cargar los agujeros para voladura.

Además del agua no deseada, se pueden formar fisuras en las paredes del agujero para voladura debido a explosiones adyacentes y/o causas naturales, causando que las composiciones explosivas se filtren o drenen a través de las fisuras, afectando así negativamente el resultado de la voladura y conduciendo a la pérdida de composición explosiva.

Los revestimientos de agujero para voladura resistentes al agua, con el fin de evitar la contaminación o pérdida de las costosas composiciones explosivas en las operaciones mineras, se utilizan comúnmente para revestir los agujeros para voladura. Los revestimientos de agujero para voladura generalmente comprenden un tubo simple de polímero o plástico en una variedad de longitudes y/o diámetros para adaptarse a agujeros para voladura de diferentes profundidades y diámetros y/o cargas explosivas de diferentes volúmenes o masas. Los revestimientos suelen tener una longitud predeterminada, están cerrados en un extremo y abiertos en el

extremo opuesto; alternatively, se proporcionan en un rollo sin fin, lo que permite al usuario determinar y cortar la longitud requerida y sellarlo en un extremo basándose en la longitud requerida profundidad específica del agujero para voladura y/o volumen o masa de la carga del explosivo. Los revestimientos normalmente se cierran o sellan con bridas o nudos, costuras y/o adhesivos.

- 5 Un revestimiento en uso se coloca con su extremo sellado o cerrado hacia abajo en el agujero para voladura, a menudo cargado con tierra y/o tacos para ayudar a localizar y retener el revestimiento a una profundidad suficiente o predeterminada en el agujero para voladura. Los revestimientos suelen estar además sellados, justo encima de la tierra o los tacos, para separar los tacos de la composición explosiva, antes de que se cargue la carga explosiva en el revestimiento. Sin embargo, los revestimientos conocidos a menudo son inadecuados para bloquear la entrada de agua por completo o durante períodos prolongados, o para proporcionar protección contra la pérdida de composiciones explosivas cuando se sobrecargan con una composición de taco y/o explosiva, debido a la rotura o ruptura de los sellos o a la división de las paredes laterales del revestimiento.

- 15 Además de las deficiencias anteriores de los revestimientos conocidos, también existe el riesgo de fallo del revestimiento cuando se utilizan los revestimientos conocidos en agujeros para voladuras con temperaturas elevadas, como en operaciones de minería de carbón a cielo abierto o cerca de formaciones volcánicas. En estas operaciones, las temperaturas elevadas en los agujeros para voladura generalmente son causadas por el calentamiento geotérmico (por ejemplo, actividad volcánica), gradientes geotérmicos y vetas de carbón quemadas. En la minería profunda, las temperaturas de la superficie de la roca también aumentan en relación con la profundidad del agujero para voladura en la superficie de la roca y la profundidad de la operación minera subterránea. Las temperaturas elevadas o los aumentos de temperatura dentro de un agujero para voladura pueden conducir a una detonación prematura e incontrolada de una composición explosiva en el agujero para voladura. Las detonaciones prematuras o incontroladas presentan un grave riesgo de seguridad para las operaciones mineras y las actividades circundantes.

- 25 Además, los agujeros para voladuras y los ambientes de las superficies rocosas pueden contener sulfuros que pueden formar condiciones reactivas del suelo a través de la oxidación en las que el material explosivo puede detonar inadvertidamente. En estos casos, la roca sufre una reacción exotérmica espontánea al entrar en contacto con los nitratos. Estas reacciones suelen implicar la oxidación química de sulfuros (normalmente de hierro o cobre) por nitratos. La reacción resultante puede provocar la liberación de cantidades potencialmente grandes de calor. Por lo tanto, incluso en condiciones donde se cree que las temperaturas de la superficie de la roca y/o de los agujeros para voladuras están por debajo del límite de temperatura umbral de seguridad para explosivos, las reacciones químicas dentro de la formación geológica pueden causar puntos calientes localizados dentro de la formación que exceden las temperaturas permitidas. La naturaleza impredecible de tales reacciones químicas hace que existan condiciones peligrosas sin ser detectadas y pueden resultar en una detonación prematura o incontrolada de explosivos.

- 35 Los revestimientos de agujero para voladura conocidos, tales como los discutidos anteriormente, por lo tanto no son adecuados para agujeros para voladura con temperaturas elevadas, o para agujero para voladura que tienen el potencial de fomentar reacciones exotérmicas, ya que estos revestimientos no aíslan suficientemente las composiciones explosivas de las elevadas temperaturas dentro del agujero para voladura. Esto, a su vez, puede afectar negativamente a la estabilidad de la carga explosiva en estos revestimientos y provocar detonaciones prematuras o incontroladas. Además, los revestimientos de los agujeros para voladura mencionados anteriormente a menudo pierden su rigidez estructural o incluso se funden, especialmente a temperaturas más altas, lo que aumenta el riesgo de detonación prematura e incontrolada.

Además, muchos de los revestimientos de agujeros para voladura conocidos en aplicaciones de minería a menudo simplemente no son lo suficientemente fuertes como para contener de forma segura la cantidad de composición explosiva requerida en ciertos agujeros para voladura más profundos, lo que provoca que el revestimiento se abra, estalle, se rompa o se parta cuando está completamente cargado con el volumen o masa de explosivos requerido. Además, las paredes laterales de los agujeros para voladura pueden ser relativamente irregulares, desiguales e incluso dentadas en ocasiones, con diversas protuberancias, bordes o partículas ubicadas de manera dispar a lo largo del agujero. A su vez, los revestimientos que se emplean comúnmente comprenden material de paredes delgadas para adaptarse sustancialmente a las irregularidades dentro del agujero para voladura, proporcionar una compactación adecuada de la composición explosiva contenida y cargar la mayor parte de los intersticios en la pared del agujero para voladura. Por consiguiente, estos revestimientos son susceptibles de rasgarse o perforarse cuando están asegurados dentro de los agujeros para voladura.

Objeto de la invención

Por consiguiente, un objeto de la invención es proporcionar un manguito de agujero para voladura térmicamente aislante, novedoso y relativamente económico, que supere o al menos reduzca las deficiencias anteriores de algunos de los revestimientos de agujero para voladura conocidos, o proporcionar una alternativa útil a los revestimientos existentes.

Resumen de la invención

De acuerdo con la invención, se proporciona un manguito de voladura para agujero caliente que comprende un cuerpo alargado, flexible y de paredes delgadas de material composite, que define una cámara interior de soporte de carga, el cuerpo dimensionado y configurado para su colocación en un agujero para voladura perforado convencionalmente, el cuerpo tiene:

una pared, que comprende:

una capa interior impermeable a los líquidos y de alta resistencia a la tracción;

25 una capa intermedia tejida y térmicamente aislante; y

una capa exterior impermeable a los líquidos y de alta resistencia a la tracción;

un primer extremo operativamente posterior;

una abertura de llenado, situada hacia el extremo posterior y adecuadamente configurada y dimensionada para permitir la carga de una carga explosiva a través de ella; y

30 un segundo extremo delantero operativo, opuesto, ubicado distal del extremo posterior y dispuesto operativamente para retener una carga explosiva mientras se bloquea la entrada de líquido y la correspondiente contaminación de dicha carga dentro del cuerpo tubular;

reforzándose la pared hacia al menos algunos de sus extremos para limitar el fallo del manguito antes de la detonación.

35 El extremo delantero se puede probar con un sello soldado hacia los extremos de al menos una de las capas impermeables a los líquidos y, preferiblemente, hacia los extremos de cada una de las capas impermeables a los líquidos, para crear un extremo de cuerpo cerrado, impermeable a los líquidos y proporcionar una

correspondiente cámara interior cerrada, impermeable a los líquidos, para retener la carga explosiva en su interior.

El extremo delantero, alternativamente, puede ser un extremo anudado para proporcionar un extremo de cuerpo cerrado, impermeable a los líquidos.

5 La pared del cuerpo puede comprender al menos un material laminar en capas alargado con al menos dos lados alargados opuestos, unidos sustancialmente a lo largo de los dos lados con una nervadura soldada de refuerzo para proporcionar una cámara interior de soporte de carga sustancialmente tubular, la nervadura soldada configurada para reforzar el cuerpo longitudinalmente cuando se carga con una carga explosiva preseleccionada.

10 El extremo posterior puede estar provisto de una nervadura de refuerzo, que se extiende y configura a lo largo de al menos parte de las extremidades de apertura para reforzar el cuerpo tubular cuando la cámara se carga con la carga explosiva.

El extremo posterior puede estar provisto además de al menos una formación de retención, configurada para recibir y retener medios de seguridad, seleccionados del grupo que comprende una cuerda, cordón, correa y
15 similares, para asegurar el manguito dentro de un agujero para voladura. La formación de retención puede comprender un ojal, bucles o similares.

La capa interior puede comprender un material resistente térmicamente, impermeable a los líquidos y de alta resistencia a la tracción seleccionado del grupo que incluye cloruro de polivinilo, polipropileno y similares.

La capa intermedia puede comprender un material tejido térmicamente aislante seleccionado del grupo que
20 incluye poliéster, nailon, elastano y similares. Preferiblemente, el material térmicamente aislante permitiría la voladura de pozos calientes a temperaturas externas de entre aproximadamente 80 y 150 grados Celsius (°C) y, más preferiblemente, hasta 150 °C, manteniendo al mismo tiempo una temperatura estable dentro de la cámara interior por debajo de aproximadamente 60 a 90 °C por periodos prolongados de tiempo.

La capa exterior puede comprender un material resistente térmicamente, impermeable a los líquidos y de alta
25 resistencia a la tracción seleccionado del grupo que incluye cloruro de polivinilo, polipropileno y similares.

El espesor conjunto de las tres capas puede estar entre aproximadamente 0.25 mm y 3 mm y, preferiblemente, entre aproximadamente 0.35 mm y 0.75 mm. El manguito puede tener un peso mínimo de entre aproximadamente 150 g/m² y 1500 g/m² y, preferiblemente, entre aproximadamente 300 g/m² y 850 g/m². El manguito puede tener una resistencia a la tracción mínima medida de acuerdo con la norma ISO 1421:1998 de
30 entre aproximadamente 750 N/50 mm y 4500 N/50 mm y, preferiblemente, entre aproximadamente 1500 N/50 mm y 3000 N/50 mm en la dirección de la urdimbre, y entre aproximadamente 500 N/50 mm y 4500 N/50 mm y, preferiblemente, entre aproximadamente 1000 N/50 mm y 3000 N/50 mm en la dirección de la trama. El manguito puede tener además una resistencia al desgarro mínima medida de acuerdo con ISO 4674-1:2016 (Método B) de entre aproximadamente 100 N y 550 N y, preferiblemente, entre aproximadamente 200
35 N y 400 N en la dirección de urdimbre, y entre aproximadamente 75 N y 500 N y, preferiblemente, entre aproximadamente 150 N y 350 N en la dirección de la trama. El manguito puede tener una resistencia de adhesión mínima medida de acuerdo con ISO 2411:2017 de entre aproximadamente 10 N/25 mm y 75 N/25 mm y, preferiblemente, entre aproximadamente 20 N/25 mm y 50 N/25 mm.

El manguito puede estar provisto de una disposición de sensor de temperatura, configurada para medir la temperatura al menos periódicamente dentro de la cámara interior una vez que se ha cargado con una carga explosiva durante el período previo a la detonación. Preferiblemente, el cuerpo puede estar provisto de una disposición de sensor de temperatura, configurada para medir la temperatura al menos periódicamente en ubicaciones preseleccionadas a lo largo de la longitud de la cámara interior. Más preferiblemente, la disposición de sensor de temperatura puede configurarse para medir la temperatura continuamente a intervalos de entre 2 m y 10 m a lo largo y, más preferiblemente a intervalos de aproximadamente 5 m a lo largo de la longitud de la cámara interior.

La disposición de sensor de temperatura puede comprender una pluralidad de sondas de medición de temperatura, espaciadas y conectadas eléctricamente a un cable eléctrico flexible, el cable preferiblemente asegurado hacia el extremo posterior y unido a la cámara interior a intervalos preseleccionados a lo largo de la longitud de la cámara interior. Más preferiblemente, el cable puede fijarse a la cámara interior a intervalos de entre 2 m y 10 m y, más preferiblemente a intervalos de aproximadamente 5 m a lo largo de la cámara interior.

Descripción detallada del invento

Ahora se describirá una realización no limitativa de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista lateral bidimensional de un manguito de voladura de material composite con un agujero caliente de acuerdo con la invención;

La Figura 2 es una vista en sección transversal del manguito de voladura del agujero caliente, cortado a lo largo de la línea A - A como se ilustra en la Figura 1;

La Figura 3 es una vista lateral en sección transversal del manguito de voladura de agujero caliente como se ilustra en la Figura 1, en donde el manguito está suspendido a una profundidad preseleccionada dentro de un agujero de voladura y cargado con una carga explosiva; y

La Figura 4 es una vista lateral en sección transversal del manguito de voladura de agujero caliente como se ilustra en la Figura 3, en la que el manguito está provisto de un sensor de temperatura de acuerdo con la invención.

Un manguito de voladura de agujero caliente 1, adecuado para su uso en voladura de agujero caliente de acuerdo con la invención y como se ilustra en las Figuras 1 y 2, comprende un cuerpo de pared delgada con una pared de material laminar flexible composite que comprende un capa exterior 2 flexible e impermeable a los líquidos, una capa intermedia 3 tejida flexible y térmicamente aislante, y una capa interior flexible impermeable a los líquidos 4 con capacidades respectivamente preseleccionadas, impermeables a los líquidos y térmicamente aislantes, teniendo el cuerpo una cámara de soporte de carga interior 5 que está dimensionada y configurada para retener una carga preseleccionada de una carga explosiva (no mostrada) en su interior. Se prevé que la carga explosiva (no mostrada) podría estar en forma de suspensión o gel, tal como nitrato de amonio - aceite combustible (ANFO).

La capa exterior 2 comprende un material termoplástico de cloruro de polivinilo (PVC) de alta resistencia a la tracción, aunque flexible, para bloquear la entrada de líquido a través de ella. El PVC tiene características de aislamiento térmico inherentes que permiten que la capa exterior 2 sea resistente a las temperaturas elevadas que están presentes en un agujero para voladura caliente. La capa exterior 2 es además resistente a las

abrasiones que son causadas por los bordes afilados, desiguales y dentados dentro del agujero una vez que el manguito 1 se baja dentro del mismo. La capa intermedia 3 comprende un material tejido de poliéster térmicamente aislante que es resistente a temperaturas elevadas. La capa intermedia 3 sirve para proporcionar mayor resistencia a las elevadas temperaturas presentes en un agujero para voladura caliente. La capa interior 4 comprende un material de cloruro de polivinilo (PVC) de alta resistencia a la tracción, aunque flexible, que bloquea la descarga sustancial de cualquier carga cargada dentro de la cámara 5 desde el manguito 1. Las propiedades de aislamiento térmico de las tres capas 2, 3, 4 permiten que el manguito de voladura 1 mantenga una temperatura estable dentro de la cámara interior por debajo de aproximadamente 60 °C, mientras se expone a temperaturas externas elevadas de entre aproximadamente 80 °C y 150 °C durante períodos de tiempo prolongados, sin comprometer su integridad estructural.

El espesor conjunto de las tres capas 2, 3, 4 está entre aproximadamente 0.35 mm y 0.75 mm. El manguito 1 está configurado además para tener un peso mínimo de entre aproximadamente 300 g/m² y 850 g/m². El manguito 1 está configurado para tener una resistencia a la tracción mínima medida de acuerdo con la norma ISO 1421:1998 de entre aproximadamente 1500 N/50 mm y 3000 N/50 mm en la dirección de la urdimbre, y entre aproximadamente 1000 N/50 mm y 3000 N/50 mm en la dirección de la trama. El manguito 1 está configurado además para tener una resistencia al desgarro mínima medida de acuerdo con la norma ISO 4674-1:2016 (Método B) de entre aproximadamente 200 N y 400 N en la dirección de la urdimbre, y entre aproximadamente 150 N y 350 N en la dirección de la trama. El manguito 1 está configurado adicionalmente para tener una resistencia de adhesión mínima medida de acuerdo con la norma ISO 2411:2017 de entre aproximadamente 20 N/25 mm y 50 N/25 mm.

El manguito 1 se extiende entre un primer extremo operativamente delantero 6 y un segundo extremo operativamente posterior 7, definido el extremo delantero por un cierre, típicamente ubicado hacia la parte inferior del manguito, mientras que el extremo de entrenamiento está definido por una abertura, normalmente ubicada hacia la parte superior del manguito. El cierre 6 está configurado para asegurar que no haya ingreso de líquido que pudiera estar presente en el agujero para voladura caliente, así como para bloquear la descarga de la carga explosiva que está retenida en la cámara 5. El cierre 6 se construye soldando el fondo del manguito 1. La soldadura en el cierre 6 tiene una anchura mínima de entre aproximadamente 20 mm y 60 mm. Alternativamente y debido a los materiales relativamente flexibles que comprenden el manguito 1, el cierre 6 se puede crear haciendo un nudo en la parte inferior del manguito 1.

La abertura 7 está configurada para recibir la carga explosiva una vez que el manguito se ha bajado lo suficiente al interior de un agujero de voladura caliente. La abertura 7 está configurada y dimensionada para recibir un dispositivo de carga tal como un extremo de manguera en su interior, y para que la carga de una carga explosiva se cargue directamente en la cámara 5.

El manguito 1 está provisto de un conjunto de formaciones de retención en forma de ojales 8, ubicados en la porción superior del manguito y configurados para retener medios de sujeción tales como cuerda, correa, cordón o similares de forma segura en su interior. Los ojales 8 tienen un diámetro mínimo de entre aproximadamente 5 mm y 25 mm. La abertura 7 del manguito 1 tiene un reborde 9, reforzado con una nervadura 10, que se extiende alrededor de la abertura para asegurar, en asociación con los ojales 8, que el manguito pueda soportar el peso de una carga de explosivos preseleccionada.

El manguito 1 está provisto además de una nervadura de refuerzo soldada 11, que se extiende longitudinalmente sustancialmente a lo largo del manguito para asegurar una mayor resistencia estructural. La soldadura de nervadura de refuerzo 11 tiene una anchura mínima de entre aproximadamente 20 mm y 60 mm.

En funcionamiento, el manguito 1 de una longitud preseleccionada se inserta primero en el extremo delantero 6 y se baja hasta una profundidad preseleccionada antes de suspenderlo de forma segura dentro de un agujero de voladura caliente 12 con su abertura 7 suficientemente expuesta para recibir una carga de explosivos a su través, respectivamente, como se ilustra en la Figura 3. En dicha operación, con el manguito 1 bajando al interior del agujero de voladura 12, se pasa una cuerda 13 (normalmente una cuerda de esquí de nailon con un diámetro de aproximadamente 6 a 10 mm) a través de los ojales 8 y se ata a una varilla de anclaje 14 (normalmente un palo de madera con un diámetro de aproximadamente 30 a 50 mm), teniendo la varilla una longitud más allá del diámetro del agujero para voladura. Una vez asegurada, la cámara interior 5 se carga con una carga preseleccionada de una composición explosiva 15 a través de la abertura 7, hasta un nivel, volumen o masa predeterminados de explosivos. Una vez que la cámara 5 se ha cargado según se requiere, típicamente se hace descender una disposición 16 de propulsor y detonador dentro de la composición explosiva 15 para su detonación.

Como se ilustra en la Figura 4, el manguito 1 está provisto además de una disposición de sensor de temperatura 17, configurada para medir la temperatura dentro de la cámara interior 5 a lo largo de la longitud del manguito 1 sustancialmente en tiempo real durante el período posterior al que ha sido cargada la carga de explosivo y antes de la detonación. La disposición de sensor de temperatura 17 comprende un módulo de visualización de temperatura 17a y una pluralidad de sondas de medición de temperatura 17b, espaciadas y conectadas eléctricamente a un cable eléctrico flexible 17c a intervalos de entre 2 m y 10 m y, típicamente, a intervalos de aproximadamente 5 m. El cable 17c está asegurado hacia el extremo posterior 6 y unido a la cámara interior a intervalos de entre 2 m y 10 m y, típicamente, a intervalos de aproximadamente 5 m a lo largo de la longitud de la cámara interior. La disposición de sensor de temperatura 17 está provista además de una alarma (no mostrada) capaz de generar una alerta, si la temperatura medida por cualquiera de las sondas excede un valor predeterminado.

Se apreciará que son posibles muchas variaciones en detalle sin apartarse del alcance y/o espíritu de las invenciones como se define en las declaraciones del consistorio y/o como se describe en la realización específica anterior en el presente documento, tal como aumentar uno cualquiera o más de las dimensiones y/o propiedades físicas anteriores de las capas para ajustar las capacidades de impermeabilidad a líquidos y/o aislamiento térmico del manguito.