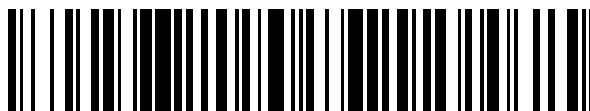


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 366**

51 Int. Cl.:

B01J 3/06 (2006.01)

B01J 3/08 (2006.01)

C01B 31/06 (2006.01)

C06B 33/00 (2006.01)

C06B 43/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2008** **E 08864208 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.05.2016** **EP 2222619**

54 Título: **Método para crear diamantes por detonación utilizando una formulación explosiva con un balance de oxígeno de positivo a neutro**

30 Prioridad:

21.12.2007 US 8632 P

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

05.10.2016

73 Titular/es:

SWANSON, DAREN NORMAND (100.0%)
2067 Prospect Street, Unit 406
Burlington, Ontario L7R 1Z3, CA

72 Inventor/es:

SWANSON, DAREN NORMAND

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 585 366 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

Método para crear diamantes por detonación utilizando una formulación explosiva con un balance de oxígeno de positivo a neutro

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un nuevo método de creación de material de diamante a partir de un proceso de detonación que implica un agente oxidante, preferiblemente dióxido de carbono, y un material que descompone el agente oxidante exotérmicamente (un agente reductor) y los métodos que aumentan la sensibilidad al choque de la mezcla. En particular, esta invención se refiere a un método de creación de material de diamante que emplea una formulación explosiva con un balance positivo de oxígeno.

10

Antecedentes

15

De acuerdo con el Informe Geológico de los Estados Unidos, Resúmenes de Productos Minerales de Enero de 2008, el consumo en los Estados Unidos de diamantes industriales en 2007 se estimó en más de 600 millones de quilates, valorados en más de 300 millones de dólares. Esto indica que en lugar del diamante natural se utiliza el diamante sintético para aproximadamente el 90 % de las aplicaciones industriales y la principal aplicación es en la industria de abrasivos. El material de diamante se fusiona con el metal para producir herramientas de corte especiales.

20

Cuando una presión lo suficientemente alta comprime los átomos de carbono entre sí, se forma el diamante. El procedimiento tradicional para crear diamantes industriales con explosivos se basa en utilizar la presión de una detonación para comprimir los átomos de carbono entre sí. Con este procedimiento, se añade físicamente el carbono a un explosivo o a un sistema que contenga explosivos, el explosivo se detona y la presión de la explosión convierte el carbón añadido en polvo de diamante.

25

Un explosivo es una mezcla detonable de un combustible, que generalmente consiste en carbono e hidrógeno y una fuente de oxígeno. Los productos de desecho de una detonación son principalmente dióxido de carbono, agua y diversos gases de nitrógeno.

30

La expresión "balance de oxígeno", describe la proporción entre el oxígeno y el combustible en un explosivo requerida para convertir los ingredientes en CO₂, H₂O, Al₂O₃ y otros óxidos. Una cantidad insuficiente de oxígeno en una formulación significa que no hay suficiente oxígeno para todo el combustible, o se dice que tiene un balance de oxígeno negativo. Dado que el procedimiento tradicional para la creación de diamantes con explosivos utiliza carbono extra, o una cantidad insuficiente de oxígeno, se considera que la mezcla tiene un balance negativo de oxígeno.

35

Los intentos anteriores han fracasado en resolver el problema de reducir los productos de desecho y la creación de productos de diamante industriales a partir de un procedimiento con explosivos con balance positivo de oxígeno. Por ejemplo, en la técnica anterior se ha divulgado la creación de diamantes industriales utilizando explosivos basados en balances negativos de oxígeno obtenidos mediante la adición de carbono a un explosivo y detonando la formulación.

40

La Patente de los Estados Unidos N.º 5.353.708 (Stavrev et al.) enseña un método de producción de un diamante ultradisperso que puede ser utilizado para la producción de materiales abrasivos. Si bien la invención enseñada por Stavrev permite la producción de un diamante, no resuelve el problema de crear un balance positivo de oxígeno porque el o los explosivos orgánicos tienen un balance de oxígeno estequiométricamente negativo.

45

La Patente de los Estados Unidos N.º 5.916.955 (Vereschagin et al.) enseña un método de producción de un material de diamante-carbono que contiene carbono, nitrógeno, oxígeno e impurezas incombustibles de una composición y la superficie contiene grupos metilo, carboxilo, lactona, aldehído, éter y quinona mediante la detonación de un explosivo deficiente en oxígeno. Si bien la invención enseñada por Vereschagin permite la creación de un material de diamante-carbono, no resuelve el problema de crear un balance positivo de oxígeno porque el explosivo tiene un balance negativo de oxígeno.

50

La Patente de los Estados Unidos N.º 5.482.695 (Guschin et al.) enseña un método de producción de materiales superduros. Si bien la invención enseñada por Guschin permite la producción de materiales que contienen productos de diamante, no resuelve el problema de usar un balance positivo de oxígeno porque la explosión tiene un balance negativo de oxígeno.

55

La solicitud de patente alemana N.º DE 199 33 648 divulga la producción de partículas finas de diamante dopadas con átomo(s) de impurezas que comprende la detonación de un explosivo que contiene carbono, con un balance negativo de oxígeno, en presencia de sustancia(s) que contienen el átomo(s) dopante en una cámara cerrada. Este documento también divulga: (1) la producción de partículas finas de diamante dopadas con átomo(s) de impurezas

60

65

mediante la detonación de un explosivo que contiene carbono y el átomo dopante, con un balance de oxígeno negativo, en una cámara cerrada y (2) partículas de diamante dopadas producidas por estos métodos.

Además, existen numerosos fabricantes de diamantes sintéticos en todo el mundo y sus productos incluyen pastas, suspensiones y lubricantes de diamantes y muchas más aplicaciones. Lo que se desea es un método accesible para crear diamantes industriales que consuma el gas de efecto invernadero dióxido de carbono y también se pueda utilizar para reducir el consumo de productos tales como gasolina, aceite y lubricantes, lo que reduciría los costos de producción y además beneficiará al medio ambiente.

10 Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, la presente invención proporciona una formulación detonable para un material que contiene diamante y un método de producción de un material que contiene diamante de distintos tamaños a partir de la detonación de una formulación explosiva con un balance de oxígeno de positivo a neutro, que comprende las siguientes etapas:

- (a) preparar una carga (1) mezclando dióxido de carbono (CO₂) y un agente reductor que comprende metal en polvo o atomizado que descompone dicho CO₂ exotérmicamente durante la detonación, en el que la carga (1) se prepara con al menos la cantidad exacta de CO₂ necesaria para que coincida con la demanda de oxígeno del agente reductor, de manera que la carga (1) tenga un balance de oxígeno de positivo a neutro, no estando incluido el carbono del CO₂ en el cálculo del balance de oxígeno;
- (b) detonar la carga (1) en un entorno que contenga un medio (3) que sea inerte al carbono, enfríe los subproductos de la detonación y proteja los subproductos (4) de carbono de la posterior descomposición química, en el que el agente reductor se oxida por el CO₂, quedando el carbono, el cual se comprime a diamante por la fuerza de la detonación y
- (c) separar los subproductos (4) de la detonación que contienen carbono de acuerdo con el tamaño de las partículas y la fase.

La filosofía del balance de oxígeno se basa en el conocimiento de que un explosivo con balance cero de oxígeno ofrece energía óptima debido al balance perfecto entre combustible y oxígeno. En el caso de la presente invención, la producción de energía óptima se logra con una relación en peso entre dióxido de carbono y agente reductor de aproximadamente 50:50. Aunque un cálculo tradicional del balance de oxígeno para la formulación de la presente invención podría sugerir uno extremadamente negativo, la mezcla más energética o estequiométricamente perfecta de dióxido de carbono y agente reductor también debe tener un balance de oxígeno de cero.

Debido al procedimiento de la presente invención de basar una formulación explosiva en una mezcla de dióxido de carbono y un agente reductor y también considerando la discrepancia de producción de energía máxima en relación a un balance de oxígeno tradicionalmente de cero, el carbono del dióxido de carbono, por lo tanto, no se debe incluir en el cálculo del balance de oxígeno para las formulaciones explosivas que utilizan cualquier relación entre dióxido de carbono y agente reductor como base para la liberación de energía. Debido al uso de esta invención de dióxido de carbono como un oxidante no tradicional, el balance de oxígeno se tendría que calcular de la manera tradicional, con la salvedad de que el carbono del dióxido de carbono no esté incluido en ese cálculo.

Puesto que el dióxido de carbono utilizado en las formulaciones de la presente invención en una realización preferida se encuentra en su estado sólido a presión atmosférica, el cual también existe a una temperatura de -78,5 °C como hielo seco, el campo de estudio de dichas formulaciones ha sido denominado "Física de Detonación en Frío", o CDP, por sus siglas en inglés.

50 Breve descripción de los dibujos

En los dibujos que ilustran a modo de ejemplo solamente una realización de la invención:

La Figura 1 muestra una vista lateral de un pozo de detonación cilíndrico, lleno de agua, con una carga colgante de acuerdo con una realización de un método de la presente invención.

La Figura 2 es una vista lateral de un mezclador de alta presión empleado para mezclar dióxido de carbono líquido con el agente reductor en polvo de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 3 es un diagrama de fases que ilustra las combinaciones de temperatura y presión para los diferentes estados del dióxido de carbono (sólido, líquido y gaseoso).

La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra la prueba de estabilidad y detonación de la presente invención.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra los parámetros variables disponibles en la presente invención.

En las diferentes figuras se utilizan números de referencia similares para designar los componentes similares.

Descripción detallada

La presente invención proporciona en general una formulación para explosivos y el método para detonarla que produce 10-15 % en peso de carbono. Las cargas se preparan, se detonan bajo el agua, y los subproductos se recogen. El material de diamante resultante, que está comprendido fundamentalmente de carbono en la fase de cristal de diamante y un pequeño porcentaje en la fase amorfa, es un subproducto de detonación de las formulaciones explosivas que utilizan dióxido de carbono como el agente oxidante y un combustible o agente reductor que descompone el dióxido de carbono exotérmicamente. El dióxido de carbono es considerado convencionalmente como el subproducto de una detonación y no una fuente de oxígeno.

En la reacción de detonación, el agente reductor extrae los átomos de oxígeno del dióxido de carbono, quedando el carbono. La fuerza de la detonación comprime este subproducto de carbono en diamante fino de diferentes tamaños en función de la composición de la formulación, su densidad, el diámetro de la carga, la velocidad de detonación, el tamaño del cebador utilizado para la detonación, el método de detonación que incluye cualquier medio eléctricos o térmico alternativos o técnicas que transfieran energía suficiente para iniciar una detonación, la velocidad de enfriamiento de los subproductos, el tipo o nivel de sensibilizador químico añadido, el balance de oxígeno, el tipo de confinamiento, la temperatura de la detonación, y la temperatura y presión externas en el momento de la detonación.

Los metales en polvo o atomizados, tales como el magnesio y el aluminio, son adecuados para su uso como combustible en las formulaciones de esta invención. Debido a que la naturaleza de la formulación de la presente invención se basa en la reducción energética del dióxido de carbono, los términos "combustible" y "agente reductor" se utilizan indistintamente. Algunas realizaciones de la presente invención pueden utilizar otros agentes reductores o combinaciones de agentes reductores, requieren el uso de un agente de volumen, tal como perlita, para controlar la densidad, así como un sensibilizador químico, tal como RDX, para afectar a la velocidad de reacción de la formulación, el rendimiento del explosivo y la sensibilidad al choque.

Un explosivo con balance de oxígeno equilibrado significa que la formulación tiene exactamente la cantidad de oxígeno suficiente para consumir por completo todo el combustible. En el procedimiento actual para producir material de diamante a partir de una detonación, se añade exceso de carbono a un explosivo o un sistema que lo contiene, creando así un sistema que es deficiente en oxígeno o tiene balance negativo de oxígeno.

La presente invención se refiere a las formulaciones explosivas que emplean dióxido de carbono como la fuente de oxígeno, al proceso de preparación y detonación de las cargas de la presente invención, y a la generación de diamantes a través de ese proceso. Las formulaciones de la presente invención se preparan al menos con la cantidad exacta de dióxido de carbono necesaria para cumplir con la demanda de oxígeno del combustible o el agente reductor, lo que significa que las formulaciones de la presente invención funcionan con un balance positivo a neutro de oxígeno.

Mediante la detonación de la formulación explosiva de la presente invención en un entorno que protege los subproductos de carbono de la descomposición química posterior, tal como una cámara de detonación llena de agua sin oxígeno, se obtiene una amplia gama de material con contenido de diamante con un alto grado de homogeneidad. Se pueden utilizar técnicas de difusión de ángulo pequeño y analíticas para determinar la distribución de las fases de carbono y las distribuciones del tamaño de las partículas. En la realización preferida, las cargas se hacen detonar bajo el agua y los residuos posteriores a la detonación se recogen. El agua actúa como un medio para transmitir las ondas de choque y enfriar los subproductos de la detonación rápidamente.

Independientemente de si los subproductos de la detonación de la presente invención se enfrían rápidamente o lentamente (a velocidades de 7000 grados por minuto frente a 200 grados por minuto, respectivamente), el diamante será el resultado del proceso de detonación.

Las formulaciones de la presente invención tienen un balance positivo a neutro de oxígeno y pueden incluir cualquier producto químico, compuesto o elemento que descomponga el dióxido de carbono exotérmicamente. Las formulaciones de la presente invención son detonadas en un entorno lleno de un medio que es inerte en relación con los subproductos de carbono, como el gas argón o el agua sin oxígeno. El empleo de agua como el medio inerte es ventajoso ya que funciona como un amortiguador de choque y un agente de enfriamiento que enfría los subproductos a una velocidad que optimiza sus características físicas. Las formulaciones de la presente invención, o sistemas que detonan o responden a la detonación de dichas formulaciones, también pueden contener polvo de diamantes, níquel o cualquier otro material que mejore la capacidad del material con contenido de diamantes, resultante para unirse a otros materiales tales como el acero para elaborar herramientas de corte.

El material que contiene diamante producido tiene un intervalo de densidad de aproximadamente 2,0 a 3,0 g/cm³. La química superficial del material que contiene diamante producido mostrará diversos grados de comportamiento higroscópico en relación con la cantidad de grupos funcionales orgánicos alquilo que se forman en las superficies de las partículas durante y después de la detonación. Un grupo funcional predominante de metilo, por ejemplo, da al material una propiedad repelente al agua.

La superficie de los materiales que contienen diamante presentará diferentes porcentajes en peso de carbono amorfo. El material que contiene diamante tendrá una amplia distribución de tamaño de las partículas más grande que y no limitada a las nanopartículas en el intervalo de 40 a 50 Angstroms. El material que contiene diamante estará comprendido en cierta medida de partículas de diamante integrado y no diamante y diamante policristalino.

5 Una realización del método para producir el material que contiene diamante de acuerdo con la presente invención consiste en las siguientes etapas:

10 a. Preparar una carga mediante la mezcla de dióxido de carbono, combustible y potencialmente, un sensibilizador y llenar un recipiente de forma cilíndrica, tal como un tubo metálico o tubo de cartón con esa mezcla. La mezcla puede facilitarse de la siguiente manera:

15 i) a presión atmosférica mezclando físicamente el dióxido de carbono triturado (hielo seco) con otros ingredientes, o

ii) a presión atmosférica mezclando el dióxido de carbono líquido recién obtenido con otros ingredientes (cuando se bombea desde un recipiente a alta presión, el dióxido de carbono existe como un líquido por un corto período antes de convertirse en hielo seco sólido), o

20 iii) bajo alta presión donde los ingredientes se añaden al dióxido de carbono en su estado líquido. Una suspensión de dióxido de carbono líquido a alta presión y otros ingredientes se despresurizan a presión atmosférica en un mezclador a alta presión (ver Figura 2), lo que provoca el endurecimiento de la formulación con todos los ingredientes uniformemente dispersos. El control de la velocidad de despresurización se puede usar para manipular la densidad de carga final.

25 b. Detonar la carga en un entorno que contiene un medio que es inerte al carbono y enfría los subproductos de la detonación.

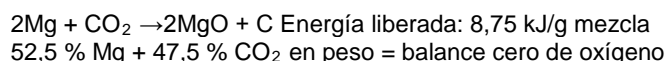
30 c. Separar los subproductos de la detonación que contienen carbono de acuerdo con el tamaño de las partículas y la fase (diamante frente amorfo y sus combinaciones).

Etapas y justificación de la unidad de carga de la presente invención (Cargas CDP)

35 1. Formulación

Las formulaciones de magnesio y aluminio CDP de la presente invención se ajustan a los criterios de energía para una mezcla explosiva, la cual puede ser químicamente sensibilizada para mejorar la velocidad de reacción si es necesario.

40 a) Basada en magnesio:



45 b) Basado en aluminio:



45 % Al + 55 % CO₂ en peso

50 Comparaciones: Energía liberada por el TNT: 4,10 kJ/g;
Energía liberada por la nitroglicerina: 6,38 kJ/g

55 Las formulaciones CDP de acuerdo con la presente invención ofrecen más energía por gramo de formulación que los explosivos tradicionales tales como la nitroglicerina y el TNT. La capacidad para detonar formulaciones CDP, por lo tanto, depende de si la proporción de energía liberada es suficientemente rápida como para mantener una onda de choque de detonación. La velocidad de reacción está fuertemente influenciada por el diámetro de carga, la cantidad de iniciación (tamaño de cebo o de refuerzo), el confinamiento de carga, densidad, temperatura y sensibilidad química. La adición de un sensibilizador, tal como un explosivo parecido a RDX, aumenta la velocidad de reacción. La adición de agentes de volumen, tales como perlita o globos de vidrio, se puede utilizar para controlar la densidad. Las formulaciones de CDP también pueden incluir ingredientes que afectan a la viscosidad del dióxido de carbono líquido o afectan a su capacidad de disolver o emulsionar completamente otros ingredientes.

2. Dimensiones de carga y confinamiento

La exploración del rendimiento explosivo de las formulaciones de CDP se iniciará con el llenado de un tubo de calibre extra grueso (EH, por sus siglas en inglés) de 10,16 cm x 6,3 cm (4" x 2,5"). En un cilindro extremadamente confinado, tal como un tubo de metal de calibre extra grueso, una carga con diámetro interno de 5,08 cm x 10,16 cm (2" - 4") de explosivo de minería detonaría con éxito con la iniciación adecuada.

Una buena regla para determinar la longitud de la carga necesaria para una detonación adecuada es de 8 diámetros (Dr. Katsabanis - " Explosives Technology"). Así, para un diámetro interno de 7,62 cm (3"), la longitud de la carga debe ser al menos de 8 x 7,62 cm = 60,96 cm (8 x 3" = 24" o 2 pies). Si se usa un tubo EH de 10,16 cm (4"), que tiene un diámetro interno de 8,38 cm (3,3"), las longitudes de carga serán por lo menos de 76,2 cm (2,5 pies). El confinamiento extremo ofrecido por el tubo de calibre extra grueso disminuye el diámetro crítico necesario para soportar una detonación cuando se compara con recipientes alternativos tales como calibres más ligeros del tubo o tubo de cartón.

3. Detonación

Un tubo lleno con las formulaciones de la presente invención se denominará como una carga de CDP. Una realización de un medio para detonar una carga de CDP es dotar a la carga con un refuerzo de tamaño adecuado y un detonador. El objetivo con una carga de CDP es impartir en ella una onda de choque suficientemente fuerte como para iniciar la detonación y el máximo impacto se suministra por un refuerzo suficientemente grande, cuyo diámetro casi corresponde con el de la carga.

La detonación de una carga de CDP también se puede iniciar por otros medios tales como la descarga eléctrica a través de cualquier parte de la carga, la ignición térmica, el disparo de un proyectil en ella, sometiéndola a alta presión de una prensa hidráulica, por ejemplo, o el uso de explosivo adicional añadido a la formulación o usado junto con el procedimiento de la detonación, como en el revestimiento de la pared interna del tubo con explosivo o rodeando un explosivo con la formulación de CDP.

En el caso de la utilización de explosivo adicional, las formulaciones CDP emplearían un explosivo con un balance neutro a negativo de oxígeno y el balance global de oxígeno se calcularía utilizando todos los ingredientes esperados para el carbono en el ingrediente de dióxido de carbono.

4. Velocidad de detonación o VOD

La determinación de la presión de la detonación de cargas de CDP requiere la medición de la VOD. La determinación y registro de la VOD por prueba proporciona datos que pueden ser utilizados para determinar el efecto de preparación de la carga y la técnica de detonación sobre el rendimiento de los explosivos y la composición de los subproductos.

Se puede utilizar un dispositivo portátil, tal como el registrador de VOD continua de explosivos HandiTrap II de MREL (véase www.mrel.com) con un ordenador con sistema operativo Windows para medir y registrar esta información. Se inserta una sonda en el tubo de una carga de CDP antes del llenado y la sonda se consume en la detonación.

5. Análisis de subproductos para el diamante

Una realización de la presente invención requiere un pozo de detonación para recoger subproductos y acceso a un laboratorio analítico para el análisis de las muestras. Con este procedimiento, las cargas de CDP, en general indicadas en 1, en un recipiente de detonación se subtienden en el centro de un pozo cilíndrico 2 lleno de agua 3 y después se detonan, como se ilustra en la Figura 1. Los subproductos 4 se hunden hasta el fondo del pozo, donde serán recogidos mediante el lavado y filtración de parte del agua. Se puede utilizar un floculante, tal como un polímero aniónico soluble en agua, para facilitar la precipitación del subproducto. Las muestras pueden ser analizadas utilizando una técnica de reflexión láser, un servicio que puede proporcionarse a través de cualquier institución con el equipo necesario, tal como la Universidad de Queen's.

6. Preparación de la carga CDP - bajo alta presión

Una realización de la presente invención en el área de la preparación de la carga es mezclar los ingredientes bajo alta presión. El prototipo propuesto ilustrado en la Figura 2 se puede usar tanto para mezclar como para ajustar la densidad.

Las cargas se preparan mediante la adición de los ingredientes sólidos a un mezclador de alta presión 5 enfriado con hielo seco, tapándolo, bombeando CO₂ líquido a alta presión en el recipiente 6 y a continuación, agitando el contenido con un agitador magnético 7. Una vez que el material ha sido convenientemente mezclado, se abrirá una válvula 8 para reducir la presión en el mezclador a la presión atmosférica, lo que hará que la suspensión se

solidifique y se suspendan los ingredientes de manera homogénea.

Una vez que la mezcla haya solidificado por completo, la tapa 9 se puede abrir con seguridad y retirar la carga 1 como una pieza sólida. La inserción de un tubo de cartón antes de la mezcla facilitará la extracción de una carga recién preparada que puede ser detonada a continuación tal cual o insertarse en un tubo de metal (recipiente de detonación) del confinamiento deseado. El control de la velocidad de despresurización puede ser usado para fijar la densidad de la carga final.

El objetivo del mezclador es crear un entorno en donde el CO₂ esté en su estado líquido de modo que los ingredientes se puedan mezclar con éxito. El diagrama de fases de temperatura visto en la Figura 3 ayuda a la determinación de las combinaciones de temperatura y presión que licúan el CO₂.

El ensayo de las formulaciones CDP es un proceso iterativo que se ilustra en las Figuras 4 y 5. El uso de un sensibilizador, tal como RDX, se explorará en una única etapa, si las pruebas revelan que la velocidad de reacción necesita ser aumentada. En función de la naturaleza similar a un disolvente del CO₂ líquido, el RDX y otros sensibilizadores orgánicos mostrarían grados variables de solubilidad. La solubilidad de los sensibilizadores orgánicos puede ser mejorada mediante la adición de un tensioactivo adecuado.

Las formulaciones CDP pueden incluir agentes que afecten a la viscosidad total del dióxido de carbono líquido con el fin de asegurar una distribución homogénea de los ingredientes sólidos en la fase de mezcla.

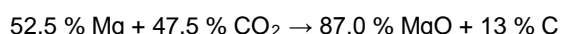
7. Aplicaciones alternativas de CDP

La formulación de la presente invención puede ser utilizada para aplicaciones distintas de la creación de material de diamante industrial. Como explosivo, las formulaciones CDP tendrían su uso en la industria de la minería del carbón como un "explosivo permisible". Una realización de un método para emplear formulaciones CDP para aplicaciones permisibles de explosivos sería preparar cargas para su uso inmediato o para bombear la formulación CDP directamente en perforaciones donde el material se endurece y queda listo para la voladura.

Otro procedimiento con formulaciones CDP está en el área de los propelentes. Cuando se encienden con una chispa o llama, las formulaciones CDP se queman muy agresivamente y a una temperatura elevada. Añadir un exceso de dióxido de carbono a la formulación o forrar un núcleo sólido con la formulación CDP con dióxido de carbono sólido ofrecería un impulso sustancial que podría aprovecharse para hacer el trabajo porque el calor producido por la calcinación de la formulación CDP evaporaría cualquier dióxido de carbono adicional, lo que generaría una presión muy alta.

EJEMPLOS DE FORMULACIONES CDP

Ejemplo n.º 1: Reacción y formulación a base de magnesio como un combustible



Obsérvese que las formulaciones CDP igualan o superan la cantidad requerida de CO₂ para consumir el combustible, lo que da por resultado un balance de oxígeno neutro a positivo.

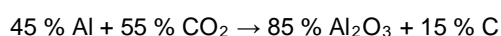
Formulación CDP básica equilibrada en oxígeno:

Ingrediente	Por ciento en peso
Dióxido de carbono	48 %
Magnesio atomizado	52 %

Se puede añadir un sensibilizador de explosivo a lo anterior, en proporciones que oscilan del 10 % al 70 % del peso total de la mezcla. Un sensibilizador añade la energía requerida para propagar el proceso de detonación a través de toda la mezcla. Se prefieren los sensibilizadores con un balance cero de oxígeno, tal como el RDX, ya que no afectan al balance global de oxígeno.

La cantidad de sensibilizador requerido depende de la composición y del tamaño de las partículas de la fuente de combustible. Por ejemplo, en el caso del uso de magnesio como un combustible en la formulación de la presente invención, el magnesio molido más grueso origina una mayor demanda de energía en la reacción, que necesita ser compensada por la energía proporcionada por el sensibilizador.

Ejemplo n.º 2: Reacción y formulación a base de aluminio como un combustible



ES 2 585 366 T3

Obsérvese que las formulaciones CDP igualan o superan la cantidad requerida de CO₂ para consumir el combustible, lo que da por resultado un balance de oxígeno neutro a positivo.

Formulación CDP básica equilibrada en oxígeno:

5

Ingrediente	Por ciento en peso
Dióxido de carbono	55 %
Aluminio atomizado	45 %

Prueba CDP

Todas las cargas se probaron con el siguiente procedimiento:

10

- a) Tubo EH de 10,16 cm x 76,2 cm (4" por 2,5 pies); formulación no sensibilizada
- b) Prueba de la densidad de la mezcla (~1,5 g/cc) y en las siguientes densidades: 1,25 g/cc y 1,0 g/cc
- c) Basado en las mediciones de la VOD, probar las densidades de respuesta más energética con distintos niveles de RDX en caso necesario, a partir del 10 % y aumentando en incrementos del 5 %.
- d) Determinar la VOD en función del porcentaje de sensibilizador
- e) Determinar las fases de carbono y la distribución de tamaño en función del porcentaje de sensibilizador

15

Las muestras se prepararán, detonarán, y se medirán sus VOD. Las primeras pruebas se llevarán a cabo con el tubo EH de 10,16 cm x 6,35 cm (4" x 2,5"), que tiene un diámetro interno de 8,38 cm (3,3"). Los resultados iniciales revelarán el rendimiento explosivo a través de un espectro de formulaciones CDP que no incluyen sensibilizador. Los resultados de la VOD ofrecerán orientación sobre la marcha conforme se completen las pruebas e indicarán cómo proceder mejor.

20

La densidad de carga se manipulará mediante el control de la velocidad de solidificación y la velocidad de mezcla. Si las pruebas revelan que se requiere un mayor control de la densidad, entonces se agregará un agente de volumen adecuado como perlita a la formulación para reducir la densidad. Una desventaja de la adición de un agente de volumen es la disminución proporcional de la energía por gramo de formulación, que podría posteriormente disminuir la VOD y la presión de detonación.

25

Si la prueba de las formulaciones iniciales indica la necesidad de aumentar la velocidad de reacción, las pruebas se pueden repetir con otros agentes reductores alternativos, un tubo de diámetro más grande, y con porcentajes más altos de RDX o un sensibilizador completamente diferente. El explosivo RDX ofrece un nivel deseable de energía por gramo y se vuelve más sensible a temperaturas más bajas, lo que le convierte en un candidato atractivo como sensibilizador (Wikipedia - RDX, Propiedades). Debido a la naturaleza similar a un disolvente orgánico del CO₂ líquido, los sensibilizadores a base de carbono tales como RDX deberían ser fácilmente solubles especialmente con la ayuda de un tensioactivo. La solubilidad completa del sensibilizador aumenta la sensibilidad general de las cargas CDP debido a un mayor contacto entre los ingredientes.

35

REIVINDICACIONES

1. Un método de producción de un material que contiene diamante de distintos tamaños a partir de la detonación de una formulación explosiva con un balance de oxígeno de positivo a neutro, que comprende las siguientes etapas:
- 5 (a) preparar una carga (1) mezclando dióxido de carbono (CO₂) y un agente reductor que comprende metal en polvo o atomizado que descompone dicho CO₂ exotérmicamente durante la detonación, en el que la carga (1) se prepara con al menos la cantidad exacta de CO₂ necesaria para que coincida con la demanda de oxígeno del agente reductor, de manera que la carga (1) tenga un balance de oxígeno de positivo a neutro, no estando incluido el carbono del CO₂ en el cálculo del balance de oxígeno;
- 10 (b) detonar la carga (1) en un entorno que contenga un medio (3) que sea inerte al carbono, enfríe los subproductos de la detonación y proteja los subproductos (4) de carbono de la posterior descomposición química, en el que el agente reductor se oxida por el CO₂, quedando el carbono, el cual se comprime a diamante por la fuerza de la detonación y
- 15 (c) separar los subproductos (4) de la detonación que contienen carbono de acuerdo con el tamaño de las partículas y la fase.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el metal en polvo o atomizado es aluminio.
- 20 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el metal en polvo o atomizado es magnesio.
4. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el dióxido de carbono se selecciona del grupo que consiste en dióxido de carbono triturado o granular (hielo seco), dióxido de carbono líquido o una suspensión de dióxido de carbono líquido a alta presión.
- 25 5. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la carga (1) se prepara mezclando físicamente, a presión atmosférica, hielo seco triturado con otros ingredientes.
- 30 6. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la carga (1) se prepara mezclando, a una presión superior a la presión atmosférica, CO₂ líquido recién adquirido con otros ingredientes.
7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la carga (1) se coloca en una cámara de detonación llena de agua libre de oxígeno (3).
- 35 8. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que se añade un sensibilizador explosivo a la carga (1).
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sensibilizador explosivo es RDX.
- 40 10. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la carga (1) se detona en agua (3) y se emplea un floculante para facilitar la precipitación del subproducto (4).
11. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que la carga (1) se detona en un tubo de metal de calibre extra grueso.
- 45 12. Una formulación detonable para un material que contiene diamante que comprende dióxido de carbono (CO₂) y un agente reductor que comprende metal en polvo o atomizado que descompone dicho CO₂ exotérmicamente durante la detonación, en el que la formulación detonable se prepara con al menos la cantidad exacta de CO₂ necesaria para que coincida con la demanda de oxígeno del agente reductor, de manera que la formulación detonable tenga un balance de oxígeno de positivo a neutro, no estando incluido el carbono del CO₂ en el cálculo del balance de oxígeno.
- 50 13. Una formulación detonable de acuerdo con la reivindicación 12 que puede resistir una onda de choque y que utiliza el CO₂ con el agente reductor como base para la liberación de energía y la generación de la presión explosiva.
- 55 14. Una formulación detonable de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en la que el metal en polvo o atomizado es aluminio o magnesio, o una aleación de aluminio y magnesio.
- 60 15. Uso de la formulación detonable de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14 para producir un material que contiene diamante de diferentes tamaños, que comprende:
- 65 (a) preparar una carga (1) que comprende la formulación detonable;
- (b) detonar la carga (1) en un entorno que contenga un medio (3) que sea inerte al carbono, enfríe los subproductos de la detonación y proteja los subproductos (4) de carbono de la posterior descomposición química, en el que el agente reductor se oxida por el CO₂, quedando el carbono, el cual se comprime a diamante

por la fuerza de la detonación y
(c) separar los subproductos (4) de la detonación que contienen carbono de acuerdo con el tamaño de las partículas y la fase.

5

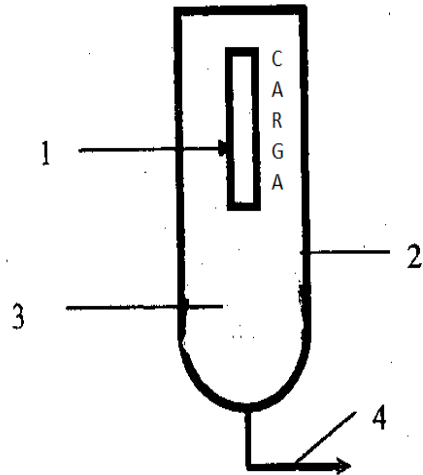


Figura 1. Vista lateral del pozo de detonación con la eliminación del subproducto del fondo.

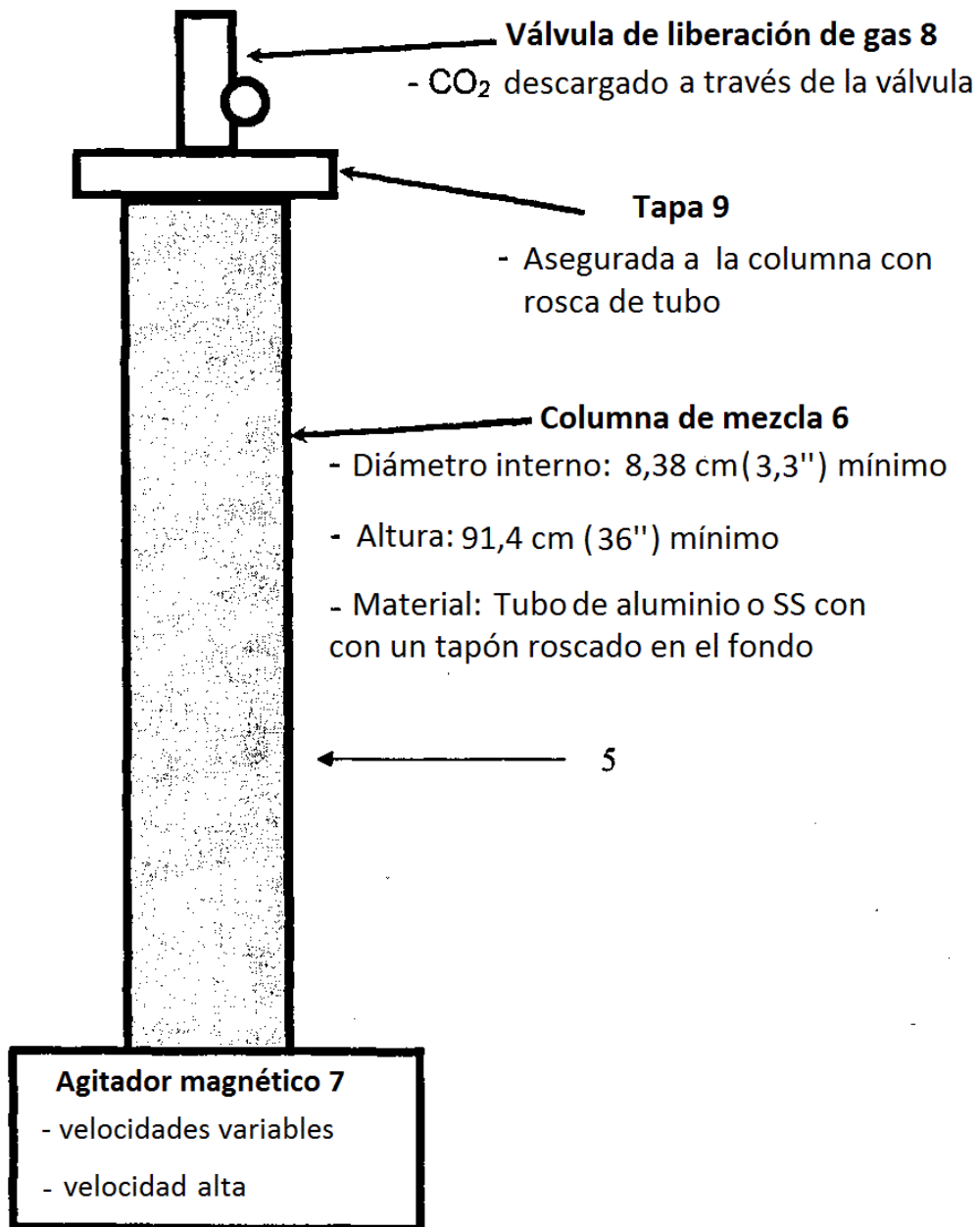


Figura 2: Mezclador de alta presión

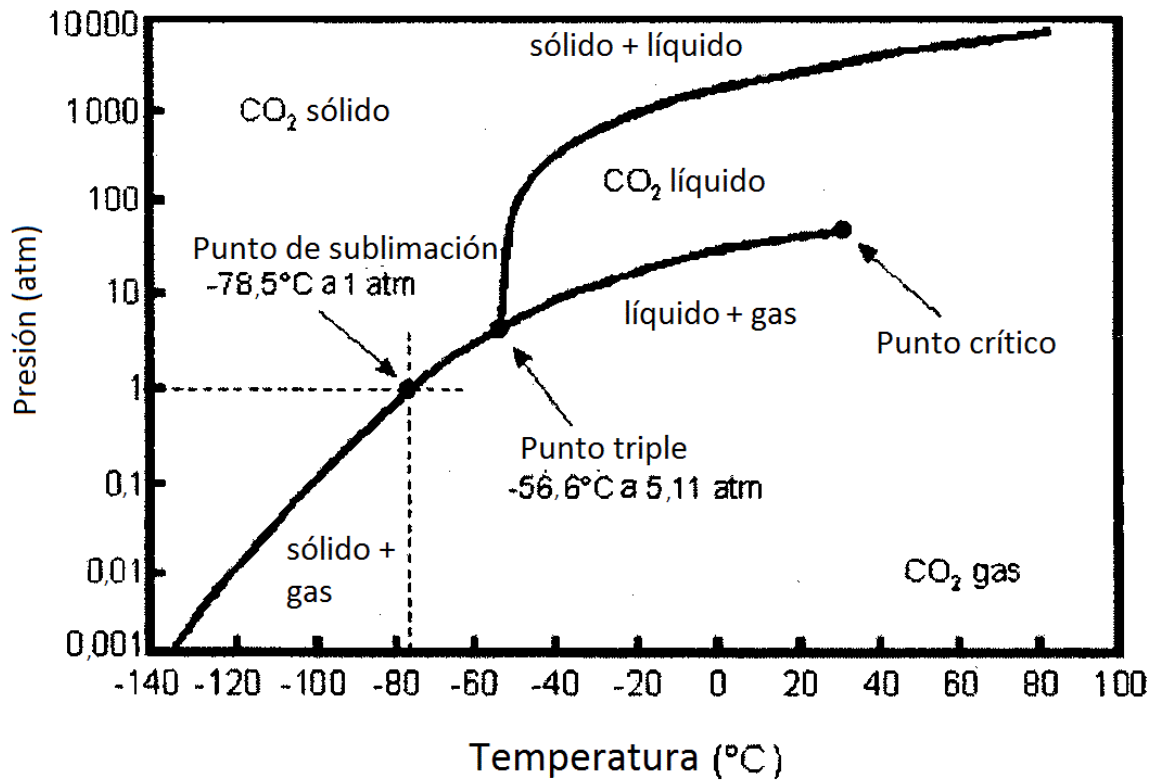


Diagrama de fases de presión - temperatura para el CO₂

Figura 3 (Técnica anterior)

Esquema de flujo CDP: Prueba de Estabilidad y Detonación

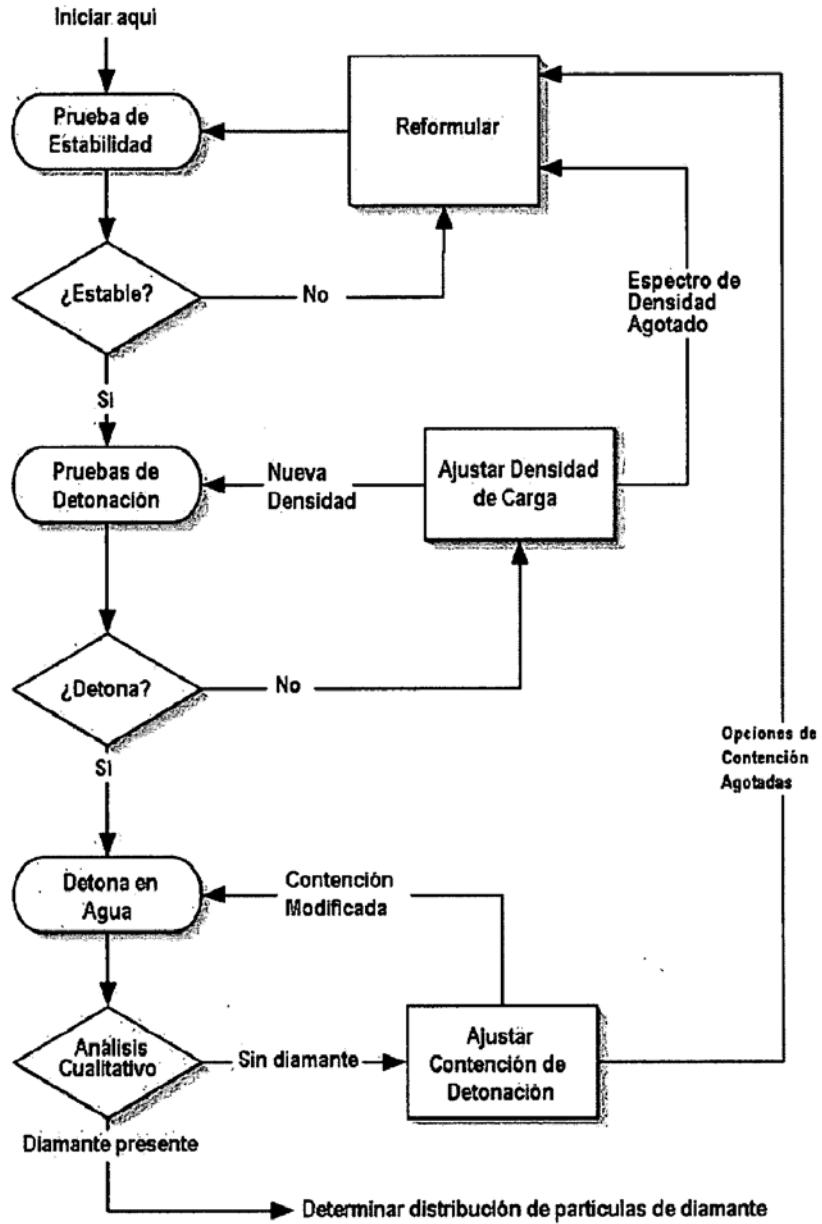


Figura 4: Prueba de Estabilidad y Detonación

CDP - Parámetros variables

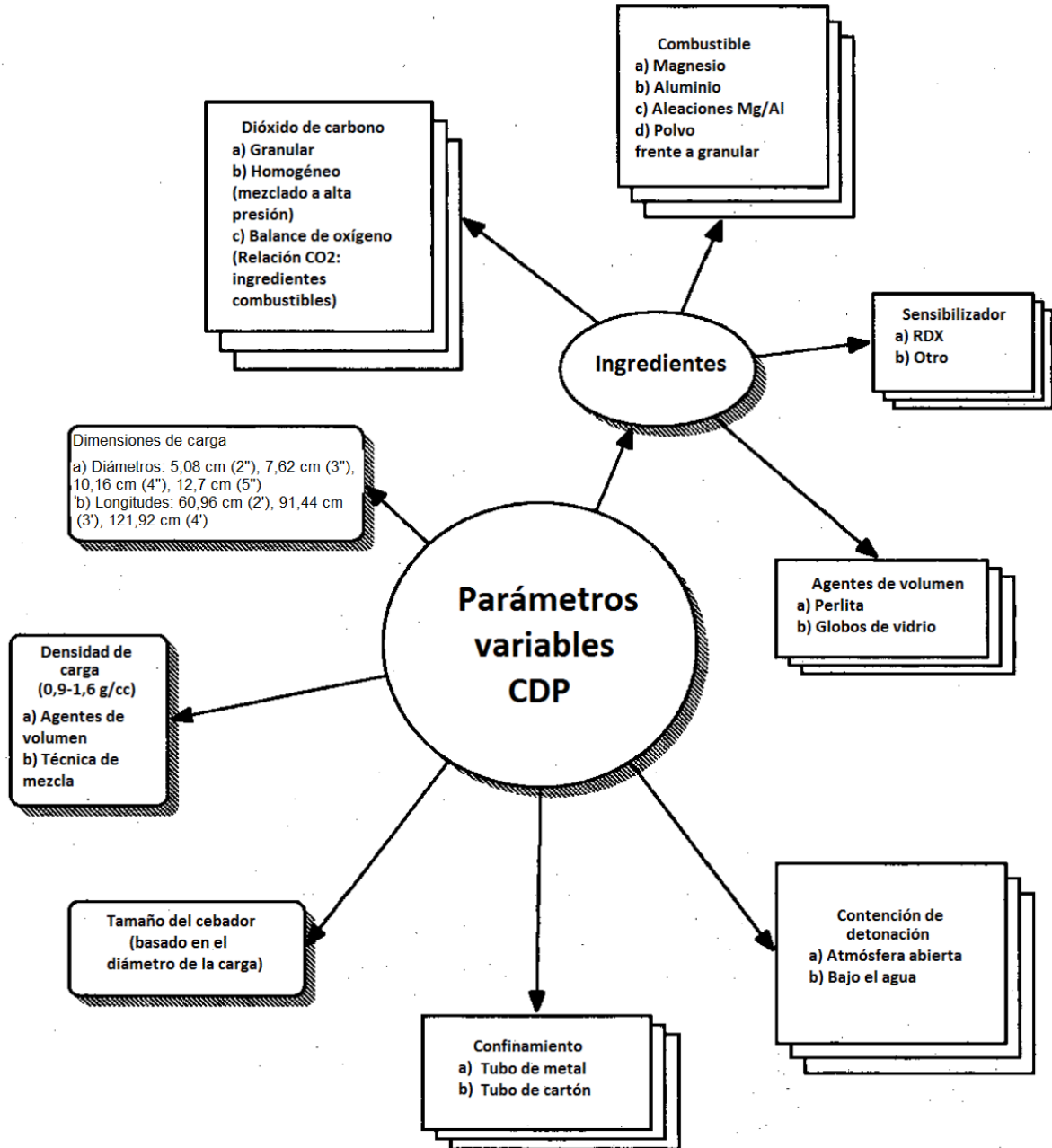


Figura 5