

P - 20.588

J. 2802.54

263935



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 12 de Enero de 1961, con el Núm. 263.935

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de THAYER LINDSLEY, de nacionalidad norteamericana, residente en 710 Park Avenue, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:

"UN METODO PARA UTILIZAR LA ENERGIA TERMICA LIBERTADA POR LA DETONACION DE UN DISPOSITIVO EXPLOSIVO NUCLEAR".

La presente invención se refiere a la utilización de la energía nuclear y, más particularmente, a la utilización de la energía térmica liberada por la detonación de un dispositivo explosivo nuclear para la recuperación de productos valiosos de un depósito o yacimiento subterráneo de mineral no metálico mediante conversión, al menos parcial, del mismo, en productos gaseosos de pirólisis.

Durante una reciente prueba atómica subterránea, en la cual se hizo detonar una pequeña bomba de escisión o fisión

263935



5 en el interior de una montaña de origen volcánico, se observó que la explosión nuclear subterránea quedaba casi completamente contenida por la masa de la tierra que había encima, y que la energía térmica liberada por la detonación daba lugar a un importante caldeo de una zona más o menos esferoidal que rodeaba la región de la explosión. Virtualmente todos los elementos radiactivos liberados o formados como consecuencia de la explosión quedaban localizados en o cerca del lugar de la explosión, y disminuían a niveles insignificantes, a escasa distancia de

10 éste. Debido a la relativamente débil conductividad térmica de la roca, era muy lento el equilibrio térmico entre la zona altamente caldeada, próxima a la explosión, y las regiones exteriores.

15 La presente invención proporciona un método para utilizar la energía térmica, liberada por la detonación de un dispositivo explosivo nuclear, para gasificar al menos parcialmente un depósito subterráneo de mineral no metálico, susceptible de descomposición pirolítica. (El término "mineral" se utiliza en toda esta Memoria descriptiva en el sentido de incluir materiales carbonosos o carboníferos y bituminosos, así como sustancias térreas.) La invención se basa en la conversión de la enorme cantidad de energía liberada por una explosión nuclear en calor sensible que queda encerrado o encapsulado en una formación geológica del mineral no metálico. La energía térmica

20 liberada por la explosión nuclear ocasiona la descomposición pirolítica del mineral no metálico que rodea la región de la explosión, dando una mezcla gaseosa que contiene diversos productos de pirólisis.

25 Para lograr una eficaz utilización de la energía térmica liberada por una explosión nuclear subterránea, la inven-

30

263935



ción prevé las etapas de preparar una cámara subterránea de explosión en una formación geológica del mineral no metálico, siendo la profundidad de esta cámara suficiente para que la masa de tierra que hay encima contenga la fuerza de una explosión nuclear de magnitud predeterminada, y hacer detonar luego un dispositivo nuclear en esta cámara subterránea. La detonación del dispositivo nuclear en la cámara subterránea de detonación ocasiona el caldeo de una zona más o menos esferoidal, a una temperatura lo bastante alta para efectuar al menos parcialmente la descomposición pirolítica del mineral en producto gaseoso. Al mismo tiempo, el efecto percutiente de la explosión crea unas fisuras y fracturas en toda una amplia región que se extiende hacia fuera desde el lugar de la explosión. Los productos gaseosos y otros de la pirólisis se recogen en estas fisuras y fracturas, lográndose su recuperación por perforación de uno o más pozos a una profundidad suficiente para penetrar en las fisuras y fracturas.

La composición de estos productos gaseosos depende, naturalmente, de la naturaleza geoquímica de la formación mineral en la cual se produce la explosión; la invención prevé la recuperación de una amplia variedad de productos procedentes de una diversidad de minerales, tales como trióxido de azufre o ácido sulfúrico procedentes del yeso, dióxido de carbono procedente de la piedra caliza, y azufre procedente de depósitos de piritas (o de azufre nativo); pero su mayor utilidad y más prometedoras perspectivas han de encontrarse en la recuperación de hidrocarburos procedentes de materiales tales como esquistos o pizarras de gas, arenas de alquitrán y otros materiales carbonosos o bituminosos de los cuales no ha resultado económicamente práctica, hasta ahora, la recuperación de los pro-

263935



ductos valiosos que contienen.

La descomposición pirolítica de un depósito carbonoso o bituminoso da lugar a la formación de una mezcla gaseosa cuyos productos predominantes son hidrocarburos volátiles, generalmente de bajo peso molecular. Al hacerse estallar un dispositivo nuclear en un depósito subterráneo de pizarra bituminosa tal como por ejemplo, una pizarra gaseosa tal como la que se encuentra ampliamente repartida por toda la región de los Apalaches, la enorme cantidad de energía térmica contenida en la bolsa de magma resultante ocasiona la descomposición pirolítica de la pizarra en una extensa región, lo que da lugar a la liberación de un gran volumen de mezcla gaseosa en la cual predominan los hidrocarburos, altamente volátiles, de bajo peso molecular.

Resultados semejantes se obtienen haciendo que la explosión nuclear ocurra en una arena alquitranosa, en la cual se encuentra diseminado un betún incapaz de fluir. La mezcla de hidrocarburos gaseosos producida contendrá no solamente metano sino también gases insaturados, tales como etileno y acetileno, porque las elevadas temperaturas de pirólisis favorecen la escisión de enlaces entre carbono y carbono y, por tanto, la formación de compuestos de bajo peso molecular que tienen un elevado calor de formación.

La recuperación de la mezcla de hidrocarburos gaseosos se logra por perforación de uno o más pozos que penetran en las fisuras y fracturas en las cuales se recogen los gases (y los líquidos). La presión de gases desarrollada como consecuencia de la descomposición de la pizarra o el betún pueden bastar para impulsar el gas a través del pozo; o bien, si es necesario, puede ser extraído por bombas.

263935



La detonación de un dispositivo nuclear en una formación de arenas alquitranosas origina principalmente una gasificación pirolítica muy cerca del lugar de la explosión. Las regiones periféricas o exteriores de la formación asimismo removidas de la zona de magma derretido (pero no por ello menos próximas térmicamente a éste), sufren una licuefacción, así como una gasificación, pirolíticas, convirtiéndose los alquitranes poliméricos y de alto peso molecular de estas formaciones, al menos en parte, en una mezcla de hidrocarburos líquidos, capaces de fluir, de un peso molecular relativamente bajo. Para obtener una máxima compensación económica de la explosión nuclear subterránea, este aceite crudo ligero (que puede contener apreciables cantidades de alifáticos) se recupera por medio de pozos estratégicamente perforados.

También pueden obtenerse diversos productos gaseosos no hidrocarburoados, mediante el empleo del método de la invención, dependiendo la composición de la mezcla gaseosa de la naturaleza geoquímica de la formación subterránea en la cual se hace detonar el dispositivo nuclear. Por ejemplo, cuando la explosión se produce en un lecho de piedra caliza, el principal producto gaseoso es dióxido de carbono, que se puede recuperar a través de unos pozos perforados en la región de la explosión.

En algunos casos, el calor liberado de la explosión nuclear subterránea puede emplearse para volatilizar la formación mineral no metálica. A título de ilustración, la explosión de un dispositivo nuclear en un depósito subterráneo de azufre o en un lecho de piritas, dará lugar a la vaporización de azufre de la formación que rodea la región de la bolsa creada por la explosión. Este vapor de azufre puede

263935



recuperarse mediante unos pozos estratégicamente perforados, y ser condenado en la superficie.

5 En algunos casos la descomposición pirolítica efectuada por el calor de la reacción nuclear puede ser solamente una etapa de un proceso de readaptación química. Por ejemplo, cuando se hace detonar un dispositivo nuclear en el interior de un depósito subterráneo que contiene un sulfato inorgánico, el principal producto gaseoso de pirólisis es el trióxido de azufre. El sulfato inorgánico más común que se encuentra en la
10 corteza terrestre es el yeso, que consiste en un sulfato cálcico hidratado. La gasificación pirolítica de depósitos subterráneos de yeso por el método de la invención da una mezcla gaseosa que contiene, como producto principal, trióxido de azufre. El trióxido de azufre se combinará ávidamente con el agua formando ácido sulfúrico, pero pueden recuperarse rendimientos im-
15 portantes de trióxido de azufre por medio de pozos perforados cerca del lugar de la explosión, y convertirse en ácido por absorción en agua en la superficie.

20 En cada una de estas diversas modificaciones, ya se conduzca la gasificación pirolítica en una formación subterránea de pizarra gaseosa, arena alquitranosa, yeso, azufre o piedra caliza, la preparación de la cámara subterránea de detonación debe hacerse a una profundidad suficiente para contener la fuerza explosiva de la explosión nuclear. Esta profundidad depende
25 de la magnitud de la explosión, así como de la densidad y carácter de las formaciones geológicas de la región. En general, la cámara subterránea de detonación ha de encontrarse al menos a 300 metros por bajo de la superficie, y usualmente a una profundidad bastante mayor. Pueden prepararse varias cámaras de
30 detonación, taladrando pozos o haciendo perforaciones a distan-

263935



5 cias horizontales adecuadamente próximas, o bien cargándolas con dispositivos nucleares a profundidades adecuadamente espaciadas, para permitir la detonación de un número de dispositivos nucleares subterráneos muy cerca unos de otros. De preferencia, tal serie de dispositivos de baja fuerza de explosión han de hacerse detonar sucesivamente para reducir al mínimo la fuerza disruptiva de la explosión sobre la estructura geológica en la cual se produce.

10 En la gasificación del depósito subterráneo de mineral no metálico pueden emplearse dispositivos explosivos tanto de fisión como de fusión (termonucleares), viniendo la elección limitada tan sólo por el problema de contener la fuerza de la explosión, ya que cualquiera que sea la radiactividad creada por la detonación, quedará confinada a la zona inmediatamente
15 circundante a la explosión subterránea, muy por bajo de la superficie. Por cuanto casi toda la energía liberada por la detonación del dispositivo nuclear se convierte en calor sensible que queda retenido muy cerca del lugar de la explosión, el tamaño y el contenido de calor del acumulador térmico creado
20 por ella puede calcularse con una razonable exactitud antes de la detonación.

A continuación y con fines ilustrativos se describe una forma preferida de realización del invento, con referencia al dibujo adjunto que representa en forma esquemática una sección
25 recta de una parte de la corteza terrestre a continuación de una serie de dos explosiones nucleares subterráneas sucesivas, incluyendo la situación de bolsas de magma derretido y pozos adyacentes para la recuperación de productos gaseosos y otros de pirólisis, formados a consecuencia de las explosiones.

30 El lugar de emplazamiento elegido por las explosiones



263935

nucleares se ilustra como conteniendo un gran depósito subterráneo 2 de material carbonífero, tal como esquisto o pizarra gaseosa o arenas alquitranosas, situado a una profundidad de, por ejemplo, 900 a 1500 metros por bajo de la superficie. La capa superior 3 o de carga incluye ventajosamente una o más capas consistentes, en esencia, en roca dura y densa. La profundidad de la formación debe ser tal que cada explosión nuclear subterránea quede eficazmente contenida, y la capa de carga es tal, de preferencia, que impide toda difusión y disipación de los productos gaseosos.

El lugar de emplazamiento se prepara, antes de la explosión, perforando varios pozos o agujeros verticales 4 desde la superficie a unos puntos del depósito. Las partes inferiores de estos agujeros constituyen las cámaras de detonación 5. En cada una de estas cámaras de detonación se emplea un dispositivo nuclear explosivo, y cada agujero se tapa o rellena hasta su boca con arena o fragmentos procedentes de la perforación.

Como se indica en el dibujo, la detonación subterránea sucesiva de dos dispositivos nucleares (colocados originalmente en los lugares señalados con el número 5) en el interior del depósito de pizarra bituminosa 2, ha dado lugar a la formación de dos bolsas aproximadamente esferoidales de magma derretido 6 alrededor de la región de cada explosión, así como a numerosas fisuras y fracturas 7 a través una región que se extiende hacia fuera desde ambos lugares de detonación. De preferencia, se hace detonar un número de dispositivos nucleares de relativamente baja potencia explosiva, en lugar de uno o de unos pocos dispositivos de gran potencia explosiva, y preferiblemente se hacen detonar en sucesión a intervalos apreciables, y no simultáneamente o en sucesión rápida, a fin de reducir al mínimo la

263935



fuerza disruptiva de las explosiones sobre la estructura geológica en la cual se producen. La mayor parte de la enorme cantidad de energía térmica liberada por las detonaciones se convierte en calor sensible, el cual queda retenido en el interior y en las proximidades de las bolsas de magma derretido 6. Los productos radiactivos que se forman a consecuencia de las explosiones quedan confinados muy cerca de las bolsas 6.

Cómo consecuencia de la explosión, el depósito de pizarra o material bituminoso que rodea de modo inmediato la zona de magma derretido sufre una descomposición pirólítica, formándose, al menos en parte, una mezcla gaseosa que contiene hidrocarburos volátiles. Esta mezcla gaseosa se recoge en las fisuras y fracturas 7 creadas por las explosiones. La pirólisis que da lugar a una gasificación y licuefacción del contenido bituminoso del depósito continúa durante todo el tiempo posible, por conducción o convección, para que el calor sensible de la bolsa 5 se traslade a los betunes descomponibles, caldeándolos hasta alcanzar una temperatura superior a su punto de descomposición.

Después de las explosiones, se perfora una serie de pozos 9, utilizando aparejos usuales de perforación 10, hasta la región de las fisuras y fracturas llenas de gas; y se traen a la superficie los productos gaseosos, a través de estos pozos. En la boca de cada pozo puede instalarse, si las condiciones lo aconsejan, una válvula usual 11 para regular el caudal de paso al cual se recupera la mezcla gaseosa (que contiene metano e hidrocarburos insaturados). Al menos algunos de los pozos 9 se perforan hasta una profundidad suficiente para permitir la recuperación de productos líquidos de pirólisis capaces de fluir, y que son llevados a la superficie bien por la presión desarrollada en la formación por los gases formados, o bien



263-35

5 por bombeo si es necesario. A los fines de la ilustración, cada uno de los pozos 9 se representa conectado por medio de una tubería 12 a uno o más depósitos esféricos 13 de almacenamiento, en los cuales se guardan los productos de salida del pozo.

10 Si bien se necesita un considerable trabajo preparatorio de desarrollo, antes de utilizar el calor de una explosión nuclear para obtener la gasificación de un depósito subterráneo de mineral no metálico, por el método de esta invención, el coste de aquel trabajo queda justificado por el bajo
15 coste unitario del calor que por este procedimiento puede obtenerse. Aún suponiendo unos rendimientos bajos tanto de la reacción de fusión (o fisión) como de utilización de la energía térmica liberada, la cantidad de calor que se libera es tan grande que justifica un considerable trabajo de desarrollo hasta llegar a obtenerla para su utilización práctica.

20 Una particular ventaja del método de esta invención es que hace posible la recuperación de valiosos hidrocarburos y otros productos procedentes de la formación, de la cual no podrían obtenerse económicamente de otro modo, tales como gas procedente de las pizarras gaseosas, e hidrocarburos gaseosos y líquidos de arenas alquitranosas. Ambos materiales de origen
25 indicados, aun cuando se presenten en extensos depósitos, están actualmente fuera del alcance de explotación económica por los métodos conocidos hasta ahora.

30 Aun cuando como consecuencia de la explosión nuclear se forma una cantidad considerable de material radiactivo, éste queda confinado en una pequeña región muy próxima al punto de detonación. Por este motivo, los productos de pirólisis o de vaporización preparados por el método de este invento se en-

263035



cuentran en general exentos de contaminación radiactiva.

NOTA

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1º. - Un método para utilizar la energía térmica liberada por la detonación de un dispositivo explosivo nuclear, para la recuperación de componentes valiosos de un yacimiento subterráneo de mineral no metálico por conversión de los mismos, al menos parcial, en productos gaseosos de pirólisis, que comprende preparar una cámara subterránea de detonación en una formación geológica que comprende un mineral no metálico que puede ser llevado a descomposición pirolítica, estando la cámara subterránea de detonación preparada a una profundidad suficiente para que la masa superyacente de tierra contenga la fuerza de una explosión nuclear de magnitud predeterminada, hacer detonar un dispositivo nuclear en la cámara subterránea de detonación, calentando de este modo una zona aproximadamente esferoidal en torno de la cámara de detonación, hasta una temperatura lo bastante alta para efectuar una descomposición pirolítica por lo menos parcial de dicho mineral a un producto gaseoso y formar fisuras y fracturas en las cuales se acumulan dichos productos de la pirólisis, perforar una serie de pozos hasta una profundidad suficiente para penetrar en dichas fisuras y fracturas y recuperar a través de dichos pozos productos de la pirólisis.

2º. - El método del punto 1º, caracterizado porque la



263035

formación geológica comprende un depósito carbonáceo.

3º. - El método según los puntos 1º y 2º, caracterizado porque el depósito comprende petróleo.

5 4º. - El método según los puntos 1º y 2º, caracterizado porque el depósito comprende esquisto gaseoso.

5º. - El método según los puntos 1º y 2º, caracterizado porque el depósito comprende arenas alquitranosas bituminosas.

10 6º. - El método según el punto 5º, caracterizado porque el componente bituminoso de las arenas alquitranosas se convierte al menos en parte en hidrocarburos líquidos capaces de fluir.

7º. - El método según el punto 1º, caracterizado porque el depósito comprende un sulfato inorgánico y se convierte al menos en parte en trióxido de azufre.

15 8º. - El método según el punto 7º, caracterizado porque el depósito comprende yeso.

9º. - El método según el punto 1º, caracterizado porque el depósito comprende caliza y se convierte al menos en parte en dióxido de carbono.

20 10º. - El método según el punto 1º, caracterizado porque el depósito comprende azufre y se convierte al menos en parte en vapor de azufre.

11º. - Un método para utilizar la energía térmica liberada por la detonación de un dispositivo explosivo nuclear.

25 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

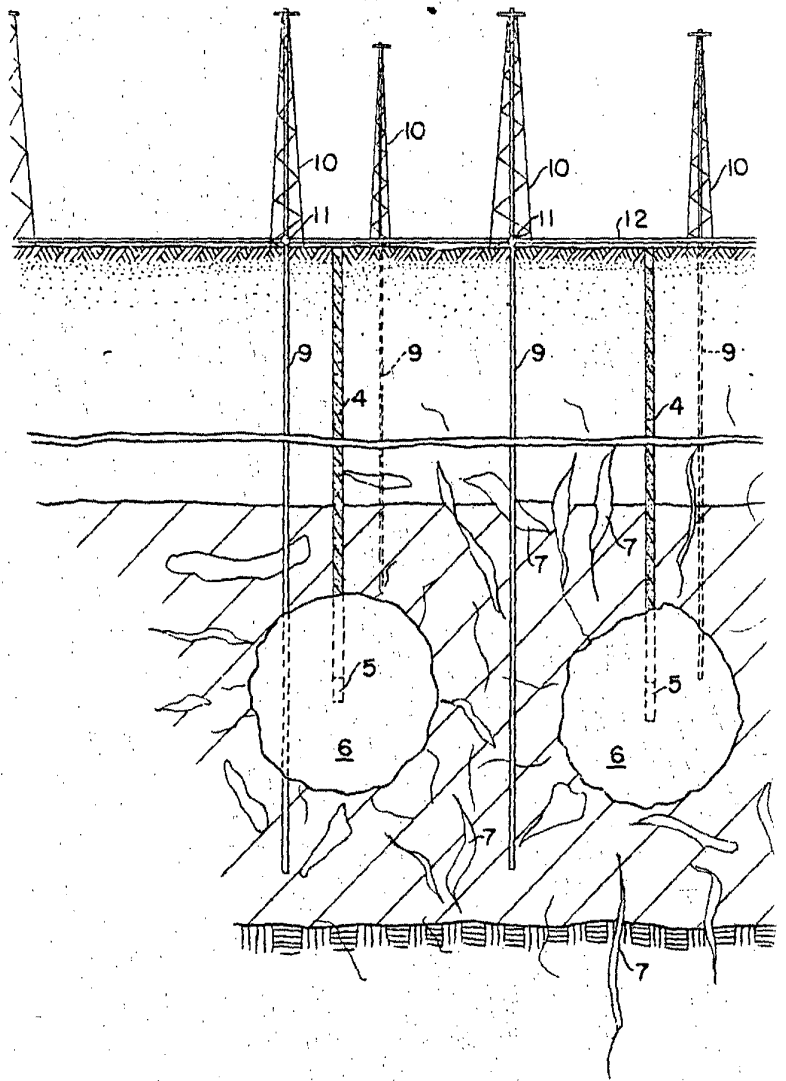
263 35

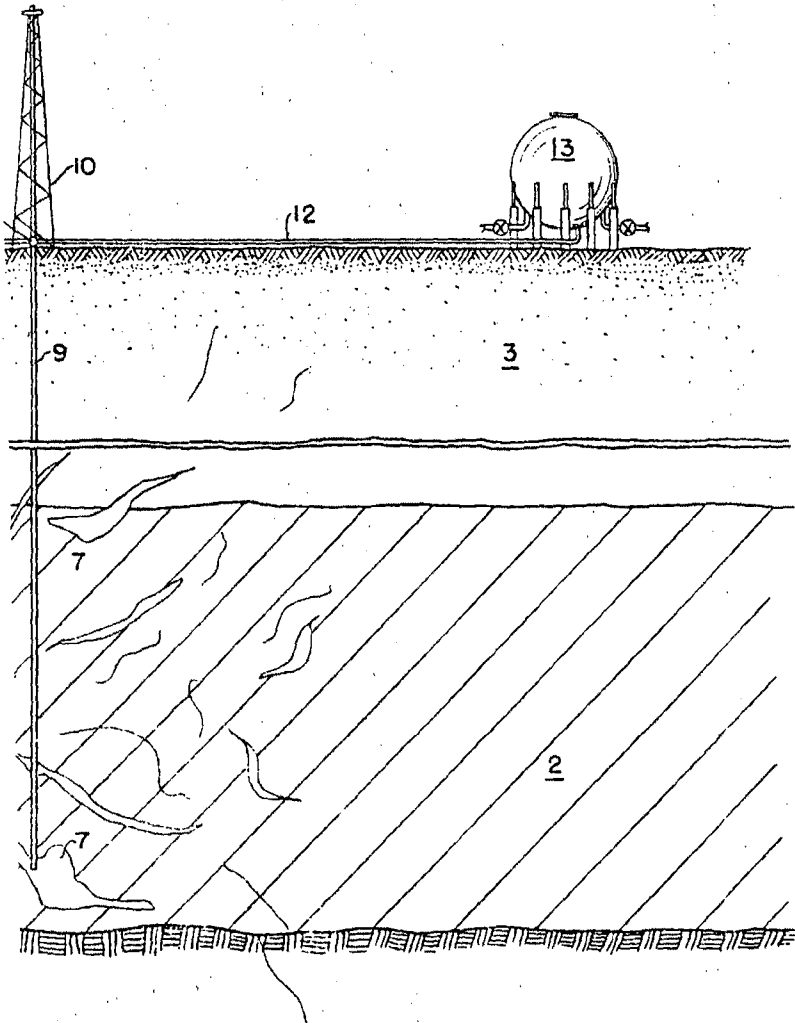


Esta Memoria consta de trece hojas escritas a máquina
por una sola cara.

Madrid,

P. A. /
[Handwritten signature]





263935