

13 OCT 1969

REGISTRACION DE PATENTES
CLASIFICACION
C. 06
SUBCLASIFICACION B

372465

MEMORIA DESCRIPTIVA
DE
PATENTE DE INVENCION
EN
ESPAÑA

por veinte años

a favor de INTERMOUNTAIN RESEARCH AND ENGINEERING CO., INC.

con domicilio en 3000 West 8600 South, West Jordan, Utah 84084
de nacionalidad Norteamericana.

por "PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DE COMPOSICIONES
SEMIFLUIDAS EXPLOSIVAS, DE DENSIDAD VARIABLE Y REGULADA".

de la que es inventor, los Sres. Stephen M. Brockbank, Robert
B. Clay, y Harvey A. Jessop.

37240



Esta solicitud se refiere a composiciones semi-flúidas explosivas, para voladuras, y se relaciona especialmente con métodos para su preparación. Estos productos, comunmente, están constituidos por una solución líquida de oxidante, tal como una solución acuosa de nitrato amónico, en la que se halla suspendido material árido en forma de partículas, en general con un "espesador o agente de gelación, añadido para impedir que las partículas de material suspendido se separen de la fase líquida. En la Patente Norteamericana a Clay y otros, del 14 de Febrero de 1.967, número 3.303,739, se describe un aparato y se describe un procedimiento para mezclar líquidos y partículas del tipo citado para bombear a un punto determinado el explosivo semiflúido resultante, susceptible de someterse a esta operación inmediatamente después de preparado por que, sin pérdida de tiempo, al introducirse en un barreno, (o en un envase) experimenta la coagulación hasta formar una substancia viscosa o casi sólida de tal modo que los ingredientes en forma de partículas no pueden depositarse por la acción de la gravedad. La composición es también resistente al agua freática o subterránea que frecuentemente aparece en los barrenos.

En el procedimiento de preparación, quedan incluidas a menudo algunas cantidades de aire o de otros gases, en dichos explosivos semiflúidos. Como se hace constar en la Patente Norteamericana nº 3.382,117, concedida a Cook, esto puede ser ventajoso, y este gas puede reducir hasta en un 25% la densidad del pro-

37276



ducto semifluido. A menudo es conveniente regular la estructura y la densidad de esos productos, por la inclusión voluntaria de aire u otros gases, en forma de finas burbujas. Estas inclusiones afectan no sólo a la densidad, sino también a la potencia y a la sensibilidad de detonación del agente de voladura. Este invento proporciona un control más conveniente, más activo y más exacto sobre la aireación, espumado, y al preparar dichos productos semifluidos pueden realizarse inclusiones de otros gases. Por esta regulación, puede graduarse exactamente la sensibilidad del producto en fabricación, pudiendo ajustarse como se desee, la sensibilidad y algunas otras características. Se emplean medios o etapas sencillos, por los cuales una parte del líquido, o todo él, si se desea, puede airearse adecuadamente, o sea, espumarlo y darle estado alveolar, en presencia de aire o de algún otro gas insoluble, a fin de incluir reducidas burbujas de gas, suficientes para conseguir el resultado necesario. Este es un objeto principal del invento. otro objeto es fomentar y estabilizar la espuma o aireación.

La fig. 1 es una vista en alzado, en parte esquemática, de un modelo preferido del invento. La fig. 2 es un alzado de un sistema distinto, con algunos elementos en corte y otros suprimidos, para mayor sencillez, y las figs. 3 'a 6, son gráficas representativas, respectivamente, de la velocidad de detonación con respecto a la densidad, de ésta en relación con la presión, del diámetro crítico con respecto a la

372105



densidad, y de la resistencia sísmica en relación con la densidad, de un explosivos semifluido clásico.

Con referencia a la fig. 1, en un depósito 11 provisto de un paso de entrada 13 en la parte superior, y de una salida 15 en el fondo, se introduce un suministro de líquido tal como una solución acuosa concentrada, o prácticamente saturada, de nitrato amónico o de nitrato amónico y nitrato sódico, u otras sales oxidantes, tales como nitratos, cloratos, perclorados, o cualquier combinación adecuada de los mismos, de amonio o metal alcalino o alcalino-térreo. Una bomba 17, con preferencia del tipo de calibrado o desplazamiento positivo, se halla dispuesta para impulsar el fluido por la tubería 19, para obtener una corriente ininterrumpida, independiente de la elevación del depósito 11 o de su proporción de llenado. Puede introducirse agua caliente o fría, o un combustible orgánico líquido, etc. y usar agua a finde inundar el sistema, después de inactivar la bomba, a través de la tubería de entrada de líquido 21 que lleva la indicación "Agua", dotada de una válvula de cierre 23. Una válvula 25 eléctricamente accionada, de la tubería 19, con mando por solenoide, indicado en 26, interrumpe la circulación. Para controlar el suministro u obtener un completo del líquido; puede usarse en lugar del solenoide, un pistón accionado neumática o hidráulicamente.

Por debajo de la válvula 23, la tubería 19 se une a una tubería principal 27 controlada por una válvula 29 y a una tubería de derivación regulada por una vál-

372 35



vula 33. Para accionar estas válvulas puede utilizarse un dispositivo único de control, tal como una empuñadura 35, siendo el acoplamiento preferido el que permita abrir una de ellas al cerrar la otra. De este modo se consigue fácilmente el control de las proporciones de corriente en las dos tuberías. Si se desea un total de C libras de líquido, la corriente combinada de A libras por la tubería 27 y la válvula 27, con B libras por la válvula 33 ha de igualar a C. Además, A o B puede variar des 0 hasta C. La palanca de control 35 puede accionarse a mano o por medios mecánicos, eléctricos, neumáticos, hidráulicos u otros. Puede regularse por un "programador" de tipo convencional, no representado, para graduar el tipo de pasta semiflúida suministrada a un punto de voladura. Así, en el fondo del agujero de un barreno donde se necesita una potencia máxima eficaz de explosión, para la voladura más completa, puede no desearse una aireación nula, y la válvula 33 puede cerrarse por completo. En la sección media del taladro, puede necesitarse un explosivo menos denso de tipo moderadamente energético, y la válvula 33 puede abrirse parcialmente. Más cerca de la boca, puede precisarse una mezcla ligera y espumosa; la válvula 33 puede abrirse algo más, hasta por completo.

El fluido que circula en la cantidad A por la tubería 37, suponiendo la válvula 29 abierta en cierto grado, entra en un elemento anular o embudo 37, dispuesto en la parte superior de una cámara de mezcla 39, en la que todos los ingredientes de la lechada ex-



5 plosiva se mezclan y acoplan entre sí. Estos ingredientes pueden comprender C libras por minuto de líquido y D libras por minuto de material sólido en partículas, constituido por combustible y materiales sensibilizadores, etc. a menudo denominado "mezcla previa", para formar un total de E libras por minuto de lechada. Una válvula convencional de 3 conductos puede substituir a las válvulas 29, 33, y su control, y la parte B de líquido que atraviesa la válvula 33 o, en otro caso, 10 por la línea 31, se dirige a un dispositivo mezclador de gas-líquido, o "espumador" que comprende la cámara 41 y una lámina mezcladora 43 accionada por un motor 45. Por la tubería 47 se admite tanto gas como sepre- cise para batirse, en forma de pequeñas burbujas, en 15 el líquido. La solución líquida del depósito 11, con preferencia, contiene, al principio, una pequeña cantidad de espesador o agente de gelación, por ejemplo menos del 1% de goma "guar", o una proporción ligeramente superior almidón o fécula sometido ya a tratamiento 20 térmico. Esto aumenta la viscosidad del líquido lo suficiente para que retenga las partículas más finas contra la coalescencia o escape, lo bastante para producir un producto aireado. El gas preferido es el aire puro pueden usarse el nitrógeno y también el dióxido de carbono, (que es soluble, no tan adecuado). Desde el aireador o mezclador 41, el líquido aireado pasa, por la tubería de salida 49, al interior del embudo 37 donde puede mezclarse con el líquido, relativamente sin airear, de la tubería 27. La mezcla de 25 líquido aireado atraviesa luego la salida central 51 30



372105

del embudo 37, entrando en el mezclador 39 en el que está montado un agitador 53, y otro suplementario 55 si se desea, sujetos a un árbol 57 accionado por el motor 59.

5 Los materiales "previamente mezclados, el oxidante árido, o ambos, caen" por la tubería 65 al interior de la parte superior del mezclador 39, desde donde se desvían, por una pared superior 67 del embudo 37, al interior de la abertura central 51 para mezclarse con
10 el líquido. Se desea una dispersión bien homogénea de los sólidos no-disueltos en el líquido. Algunos de los sólidos pueden ser insolubles por naturaleza, por ejemplo, los ingredientes de la mezcla previa; partículas finas de aluminio metálico, azufre gilsonita, carbón
15 pulverizado. Otros pueden ser insolubles por estar ya saturada la solución, tales como nitrato amónico seco, nitrato sódico, etc. mientras que otros tales como la goma "guar" se dispersan coloidalmente, sin ser verdaderamente solubles en el líquido. Es importante
20 que estas partículas, completa o parcialmente solubles, o completamente insolubles, permanezcan suspendidas y homogéneamente dispersadas en la lechada. Para este objeto es importante el efecto de espesamiento o gelación del agente de aumento de la viscosidad en el
25 líquido primitivo. Este agente puede ser goma "guar" u otras gomas de origen natural, con o sin agentes de degradación, o pueden consistir en, o contener, harinas, féculas o almidones, con o sin dichos agentes, y combinaciones de esos materiales. Las partículas sus-
30 pendedas pueden permanecer en suspensión en lechadas



37245

de viscosidad relativamente escasa, mientras se mantengan agitadas, y las lechadas pueden bombearse fácilmente. Después de depositarse en el taladro del barreno y de quietarse, el espesamiento ulterior impide la segregación por acción de la gravedad, de las partículas suspendidas que difieren del líquido de suspensión, en cuanto a densidad. Este espesamiento puede obtenerse mediante la elección y el periodo de introducción del espesador, o el control de los periodos de mezcla y suministro, o por una combinación de dichos factores. En la fabricación de lechadas en caliente, el líquido caliente puede circular bastante libremente y bombearse con facilidad, mientras que, al enfriarse tal como cuando se pone en contacto con la roca fría del taladro (y el agua fría que puede hallarse presente,) la precipitación resultante de sal oxidante disuelta (por ejemplo nitrato amónico) de la solución saturada, hará que la lechada se espese apreciablemente. Esto puede evitar la segregación gravitacional con o sin "espesador".

Los materiales mezclados, ya en forma de lechada, circulan a continuación, a través del fondo de la zona de mezcla, por una tubería de salida 69, a una bomba 71 de suministro de lechada, esquemáticamente representada de forma sencilla, en todas las figuras. Con preferencia se utiliza una bomba volumétrica para que pueda medir o suministrar lechada a un ritmo controlado. De este modo, la cantidad de lechada suministrada a cada receptor o taladro para barreno, puede medirse exactamente y registrarse o totali-



372105

zarse por medios registradores, no representados.

Una válvula 73 de control de la corriente, del tipo de dosificación, se dispone también con preferencia, en la tubería 75 de salida de la bomba. Si la válvula 73 se cierra o sólo se abre parcialmente, y la capacidad de la bomba 71 es mayor que el caudal de lechada, permitido a la tubería 75, se dispone una tubería de derivación 76, dotada de una válvula ajustable 77. Las válvulas 73 y 77 pueden accionarse manual o automáticamente por medios comunes de actuación 79 o del mismo modo general que las válvulas 29, 33.

La fig. 2 representa una modificación que incluye un depósito 11 de suministro de líquido con dos tuberías de salida 80 y 81, controladas, respectivamente, por válvulas 82 y 83. La línea de salida 80 va directamente a una bomba 85 desde la cual el líquido puede bombearse, por la tubería 86, al embudo 37 de la cámara de mezcla, como en la fig. 1. El aparato mezclador 57 puede ser idéntico al de la fig. 1. La otra tubería de salida 81 se dirige a una cámara de aireación 88 en la que un dispositivo 89 de agitación y aireación está acoplado a un árbol 90 verticalmente montado en cojinetes 91 por debajo del mecanismo de aireación. El árbol 90 del aireador u homogeneizador 89 se acciona por una correa 93 en sobre su polea 94, desde un motor no representado. El grupo puede ser análogo o idéntico al de la fig. 1 o pueden usarse otros tipos. La tubería de salida 95, desde la cámara de aireación 88, se dirige al interior de la cámara de mez-

379-25



5
10
15
20
25
30

La 39. Variando el ajuste de las válvulas 82 y 83, pueden variarse las proporciones relativas entre los líquidos espumoso y sin espuma en cualquier relación deseada, desde cero hasta la infinidad. Si se desea una composición muy espesa, puede ser necesario que todo o casi todo el líquido se convierta en espuma antes de entrar en la cámara de mezcla 39. Por regla general, sin embargo, será bastante adecuada una pequeña proporción, típicamente de 10 a 50%, o algo así. En la Fig. 2 no se representan controles para las válvulas pero, si se desea, pueden interconectarse de tal modo que una sola operación regule la circulación por las tuberías 80 y 81 para variarla infinitamente de 0 a 100% en cualquiera de ellas. Así, la mezcla que pasa a través de la salida 86 de la bomba dirigida hacia el dispositivo de mezcla, no representado pero equivalente al 39 de la fig. 1, puede tener cualquier grado razonablemente deseado de aireación o espumado.

20
25
30

En estos dos tipos, el dispositivo aireador 43 u 89 es, con preferencia, un conjunto aireador u homogeneizador de velocidad elevada. Puede ser análogo a los que se usan en los mezcladores de víveres o bebidas. Es esencial que el dispositivo de aireación tenga energía suficiente para incorporar en el líquido un gran número de burbujas muy pequeñas. La cantidad de éstas parece ser más importante que su tamaño, por lo menos en cuanto se refiere a la sensibilización de la leche para la detonación. El recipiente 88, con el mezclador 89, está dispuesto para poder separarse de su mecanismo de impulsión y de la vasija 39, etc.



372105

Se dispone un tubo 98 para el aire de ventilación, para el aporte del aire que ha de batirse en el interior del líquido, por el mezclador o aireador 89 que, con preferencia funciona a gran velocidad. La solución de oxidante no es explosiva en esencia de modo que no existe peligro de explosión como podría ocurrir si toda la lechada producto se batiera vigorosamente.

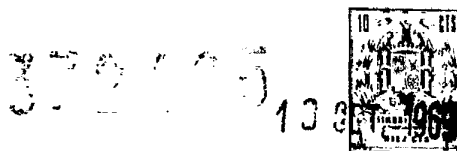
En la fi. 2, los sólidos en partículas se suministran desde una o más tolvas 99 por un dispositivo de carga 100, al interior de un tubo 101 que desemboca dentro de la cámara 39 de mezcla de la lechada. Estos sólidos pueden comprender aluminio en partículas finamente divididas, con o sin otros combustibles, combustibles carbonosos, etc. tales como carbón machacado gilsonita, o similares. Pueden usarse o incluirse auto-explosivos en partículas, tales como TNT, pólvora sin humo, etc. Los sólidos pueden incluir también azufre en forma finamente dividida y pueden incluir uno o más ingredientes de espesado o formadores de gel, tales como almidón o fécula, goma "guar" o equivalente, además de los espesadores o fomentadores de espuma ya incluidos en la solución líquida. Pueden incluirse materiales de degradación para facilitar la acción de espesado de la goma en solución, especialmente borax, dicromato potásico o sódico.

Un espesador preferido para la solución, es una de las gomas "galactomannan" tal como las gomas guar hidratadas. Un material deseable para la espuma aireada, es una goma esencialmente exenta de aditivos



metálicos o salinos, a la que, por algún tratamien-
to, se le han añadido grupos hidróxilo. Fomenta la
aireación del líquido y es un buen estabilizador pa-
ra la espuma producida en el mezclador. Una pequeña
5 cantidad de una goma de este tipo por ejemplo de 0,01
a 0,2% en la solución líquida (tal como en el depósi-
to 11) es suficiente para estabilizar esta espuma. Es-
tas son proporciones ponderales, sobre la base de la
lechada total. En la "mezcla previa" árida del depósi-
10 to 61, fig. 1, etc. pueden incluirse goma o espesador
adicional del mismo tipo o de algún otro, tal como al-
midón o fécula, etc. cuando se desee aumentar la visco-
sidad de larga conservación, aunque a menudo no se pre-
cisará cuando la lechada haya de detonar antes de po-
15 cas horas.

Como variante, pueden añadirse al líquido, por
ejemplo en el depósito 15, fomentadores de espuma, -es-
pecialmente los que son eficaces en soluciones enérgi-
cas de sales oxidantes- en proporciones muy reducidas,
20 por ejemplo de 0,005 a 0,1% aproximadamente. Un mate-
rial adecuado para estabilizar la espuma y "sujetar"
las pequeñas burbujas de gas en su sitio, aunque dota-
do de reducidas propiedades de humectación, es un espu-
mador líquido para agua salada o salmuera, un sulfato
25 de etoxilato alifático lineal. Otro material apropia-
do es un fomentador aniónico de espuma para agua sala-
da, tenido por ester de fosfato orgánico, satisfactorio
en soluciones que contengan sal, en presencia de otros
materiales, en pequeñas proporciones análogas. Pueden
30 usarse otros agentes de superficie activa, eficaces en



agua que contenga sales.

Es importante que el estabilizador de espuma carezca de propiedades enérgicas de humectación, ya que resulta conveniente ocluir aire en los productos suspendidos, en partículas, tales como el aluminio. Los
5 detergentes son comunmente indeseables, en especial cuando se hallan presentes partículas finas de aluminio.

La goma guar modificada, antes citada, resulta especialmente apropiada en pequeñas proporciones. Fomenta el espumado y, al parecer, tiene menos tendencia a la sinéresis que las gomas corrientes. Parece ser menos susceptible al deterioro causado por las bacterias; se
10 hincha en soluciones acuosas de pH elevado y también en la mayoría de los disolventes orgánicos, especialmente los que contienen grupos hidróxilo, tales como alcoholes, glicoles, éteres glicólicos, etc. Un método muy satisfactorio para incorporar una de estas gomas
15 en la solución oxidante concentrado-agua es dispersarla primero en un glicol.

Los materiales espumados pueden mezclarse con otros que no lo estén, si se desea, haciéndolos penetrar en una corriente principal de líquido sin airear, a través de un venturi, que desde luego es ineficaz si todo
20 ha de airearse.

El líquido al que los sólidos han de mezclarse para formar una lechada homogénea, incluye, con preferencia, por lo menos un ingrediente de retención de las burbujas o estabilizador de la espuma. Una pequeña cantidad de goma en solución, llevará a cabo esta función,
30



en cierto grado. Este ingrediente puede ser un fo-
mentador o incluso un generador de espuma por acción
química. La naturaleza del verdadero espesador puede
ser tal, como se da el caso en la goma de espumado
5 ya citada, de que primero promueva la espuma, hasta
un grado reducido por lo menos, y luego sujete las fi-
nas burbujas en su sitio. En las reivindicaciones fi-
nales, un ingrediente de esta índole puede denominar-
se estabilizador de espuma, agente de espumado, o de
10 ambos modos. La zona de mezcla no precisa incluir siem-
pre un mezclador mecánico, mientras el líquido y los
sólidos se mezclen con una energía razonablemente ele-
vada durante su estancia en el mezclador o al entrar
en él. La bomba de suministro de la lechada puede ser-
15 vir, en algunos casos, para completar la mezcla y ha-
cerla razonablemente suave, uniforme y homogénea en su
contextura. Con aireación adecuada, la bomba de lecha-
da puede usarse para controlar la densidad. Sin embar-
go hay que cuidar de no introducir grandes masas de bur-
20 bujas de aire exageradas que darían origen a disconti-
nuidades en la lechada producto.

Las figs. 3 a 6 inclusive, representan gráficamente
algunos de los resultados de la aireación controla-
da y los cambios deliberados en la densidad de la lecha-
25 da. La fig. 3 en especial, representa un notable aumen-
to de la velocidad de detonación D, cuando la densidad
de dos lechadas típicas se reduce por aireación. En es-
tas lechadas determinadas se obtuvo una velocidad má-
xima de detonación, cuando la densidad primitiva de unos
30 1,2 g/cc se redujo a 1,1 aproximadamente. A continua-



375125

ción, la ulterior reducción dió origen a una disminución de D. Se obtuvieron los datos siguientes:

Una mezcla primitiva estaba constituida por una solución acuosa de 15 partes de agua, 42 partes de nitrato amónico y 15 partes de nitrato sódico, con una pequeña cantidad de goma guar, tupo espumante, y 0,2 parte de goma no espumante incluida. La solución, en un caso se hizo atravesar una bomba, antes de agregar ingredientes secos o áridos, esto incorporó a aquella una pequeña cantidad de espuma. A continuación se añadió una mezcla de combustibles (4 partes de azufre y 6 partes de gilsonita con una pequeña cantidad de goma guar seca) y se introdujeron 17,7 partes adicionales de nitrato amónico para formar una espuma espesa. Esta composición ligeramente aireada, tenía una densidad de 1,6. En una columna de 254 mm tenía una velocidad de detonación (detonación a 32°C) de 3320 m/seg. En una columna de 127 mm, la velocidad de detonación era de 3620 m/seg. Ver fig. 3.

Luego, la goma no espumante se substituyó por una goma espumante tipo "XG-492"; la lechada tenía una densidad de 1,08 después de pasar la solución a través de la bomba, las velocidades de detonación aumentaron a 3520 y 3660 m/seg, respectivamente, para columnas de 101,6 y 127 mm. La única aireación era la de la bomba de solución.

Las composiciones que acaban de describirse, se trataron luego haciendo pasar la solución líquida a través de un mezclador del tipo doméstico corriente, durante 15 segundos, además de hacerlas pasar a tra-



37-2-100

13 OCT 1969

vés de la bomba, después de mezclar los sólidos. Esta lechada tenía una densidad de 1,01 solamente, y las velocidades de detonación eran de 3150 y 3250 m/seg. respectivamente.

5 Finalmente, se preparó una composición como en los dos últimos ejemplos, sin hacer pasar la solución a través de la bomba ni del mezclador. Su densidad era de 1,20. La detonación en la columna de 101,6 mm, aparentemente, fué incompleta. La columna de 127 mm
10 detonó a 38°C con una velocidad D de 3150 m/seg. Incluso esta lechada tenía probablemente una pequeña cantidad de aireación, introducida al mezclar los sólidos. De otro modo la densidad habría sido algo superior, probablemente alrededor de 1,25 a 1,3.

15 Dado que la presión de detonación es proporcional al cuadrado de la velocidad de detonación D, suponiendo que la densidad ρ es constante, resulta conveniente hacer que el producto ρD^2 sea máximo. Un descenso moderado de densidades puede aumentar este producto. Sin embargo, existen otros factores que deben
20 tomarse en consideración, tales como la relación entre sensibilidad y densidad.

Se preparó otra solución exactamente como antes, que contenía 0,3 parte de goma espumante del tipo mencionado. Los sólidos contenían alrededor de 9% de combustible (gilsonita y azufre) y aproximadamente 0,2
25 parte de goma guar árida no espumante, con pequeñas cantidades de algunos agentes de degradación especialmente seleccionados tales como 0,1 parte de dicromato
30 sódico y 0,02 parte de ácido tánico. Se agregaron tam-



37905

bién 17,7 partes de nitrato amónico. La solución se hizo atravesar una bomba centrífuga de solución y luego se le incorporaron los sólidos, por agitación. Se airearon más o menos, muestras separadas de la lechada, para obtener las densidades deseadas, sin otro cambio en la composición. Los resultados fueron los siguientes:

TABLA I

	<u>Densidad</u>	<u>Diámetro columna mm</u>	<u>Temperatura °C</u>	<u>Resultados</u>
10	1.19 g/cc	50,8	33	fallo 101,6mm
	"	76,2	33	detonó
	0,88	38,1	33	fallo 101,6mm
	"	50,8	33	detonó
	"	76,2	33	detonó
15	1,02	50,8	33	fallo 50,8
	"	76,2	33	detonó

Cuando las lechadas aireadas se colocan en columnas largas, en taladros para barrenos profundos, y especialmente cuando en su parte superior se pone material para el atacado, la carga de presión así creada tiende a comprimir el gas y a aumentar la densidad de la lechada. En estas condiciones puede presentarse el fallo de la detonación si no se tiene en cuenta el aumento de densidad. Estos fallos pueden evitarse, desde luego, bien utilizando una mezcla más sensible, o bien aumentando la aireación, para compensar la compresión del gas. La relación entre densidad y presión de lechadas típicas aireadas, se representa gráficamente en la fig. 4. Sabiendo la altura de la columna y el grado

372-10



de aireación, pueden calcularse fácilmente los valores deseados, para cualquier lechada. La cifra de aireación primitiva no es casi nunca correcta, sin embargo, dado que la mayoría de las lechadas aireadas perderán al principio parte de su aireación. Además, muchas lechadas contienen algo de gas añadido involuntariamente, Hasta que las lechadas alcanzan un nivel razonablemente estable, dejándolas en reposo un cierto período, los cálculos sencillos de aireación pueden ser desorientadores.

El efecto directo de la desaireación sobre la sensibilidad, se representa en la fig. 5 en la que una lechada que era sensible a la detonación en una columna de 76,2 mm (o sea, $d_c = 76,2$ mm) a una densidad de aproximadamente 1,0 hubo de aumentar su diámetro crítico hasta 177,8 mm, al ascender su densidad a 1,3 por desaireación. Una lechada preparada con aluminio fino como sensibilizador, tenía un diámetro crítico de 76,2 mm y, por desaireación, su densidad se redujo a 1,0. A una densidad de aproximadamente 1,14, su diámetro crítico aumentó a 127 mm y, la densidad de 1,3, el diámetro crítico era de 177,8 mm. Las temperaturas de detonación fueron de 15°C en estos ensayos. Otra lechada sensibilizada con gilsonita y azufre, que no contenía aluminio, e incluía un total de aproximadamente 30% de nitrato sódico, parte en solución y parte añadido seco, tenía una densidad de 1,1 en condición aireada para un diámetro crítico de 50,8 mm. A una densidad de 1,17, el diámetro crítico aumentó a 101,6 mm, y a 1,26, fué de 177,8 mm. La solución, aireada antes de



añadir los sólidos, era esencialmente igual a las anteriores. La temperatura de detonación para esta mezcla era de 20°C. Los datos a y b, fig. 5, representan respectivamente una relación esencialmente lineal para estas dos lechadas. Indican claramente que la sensibilidad puede controlarse muy exactamente a voluntad, dentro de límites bastante amplios. Este control es un logro importante y útil que este invento hace posible y practicable.

El resultado de un explosivo, corrientemente, se mide mejor, en realidad, por su esfuerzo sísmico, suponiendo que cumple con las exigencias prácticas de sensibilidad, velocidad de propagación, etc. Las gamas óptimas de esfuerzo sísmico con respecto a densidades variables, difieren con las varias composiciones de los explosivos. La fig. 6 representa un gráfico de la misma lechada sensibilizada sin aluminio de la línea b, fig. 5. Comparada con el "pelletol" sobre la base de peso, el esfuerzo sísmico de esta lechada relativamente muy económica, era de alrededor de 0,8 en toda una gama bastante amplia de densidad. Esto evidencia la posibilidad de variar la densidad en alto grado para atender requerimientos de sensibilidad, diámetros críticos, esfuerzo sísmico, resultados a bajas temperaturas, etc. sin cambiar los ingredientes del explosivo, distintos de la cantidad y el tipo de aireación o espumado. Con esta lechada especial, se observó una acusada disminución de esfuerzo térmico para densidades de alrededor de 1,24, pero desde alrededor de 0,8 a 1,15 de densidad, el esfuerzo sísmico era notablemen-



te elevado y uniforme, teniendo en consideración el coste de los ingredientes. La formulación completa, en este caso, era la siguiente:

<u>5</u>	<u>Solución (partes en peso)</u>	<u>Mezcla previa</u>	<u>Oxidante añadido</u>
	42 Nitrato amónico	4 Azufre	15 Nitrato sódico
	15 Nitrato sódico	6 Gilsonite	
	0.25 Guar	2.1 Harina de tapioca	
	0.5 Glicol etilénico	0.2 Guar	

10

Para el objeto de este invento es importante que el líquido, o parte de él, se airee antes de llegar a la zona de mezcla, en la que se añaden los sólidos. Como antes se indicó, los detergentes "per se" no son deseables, especialmente si están presentes en cantidades notables. Para conseguir esto, es necesario que el líquido contenga uno o más ingredientes adecuados para retener la estructura aireada, por lo menos las burbujas más finamente divididas, que son importantes para comunicar sensibilidad a la mezcla. Por inclusión en el líquido, antes de añadir los sólidos normales, de una pequeña cantidad de espesador, tal como 0,01 hasta tanto como el 1% en casos raros, pero comunmente no más de 0,5% de goma guar "per se", o de cantidades inferiores de un agente de espumado, "per se", o de goma con una pequeñísima cantidad de agente de espumado, pueden obtenerse los resultados deseados.

15

20

25

30

Durante cualquier operación de mezcla, entre sí, de partículas sólidas secas y del líquido, se realiza necesariamente algo de aireación. Los sólidos ocuyen

372455



el aire, u otro gas, y atudad a su introducción.
En este caso, sin embargo, se combina con ellos un
líquido preaireado. Esto es mucho más satisfactorio;
se consigue una mezcla aireada más estable que la
5 conseguida por aireación solamente en el punto en que
se mezclan los áridos con el líquido. Este tipo de
aireación previa puede controlarse más exactamente
para obtener la estructura de burbujas finas que co-
munica la sensibilidad precisa. La sensibilización
10 de este modo conseguida es muy superior a la que se
logra introduciendo el gas con los sólidos. Puede con-
trolarse mejor. Reduce al mínimo las cantidades preci-
sas de agentes de sensibilización costosos, tal como
partículas de aluminio muy finamente divididas, tipo
15 pintura, y similares. La mezcla de los sólidos con la
solución después de la aireación, desintegra y elimi-
na todas las burbujas grandes indeseables. Esta ai-
reación inicial y deliberada, del líquido, antes de
añadirl los sólidos, proporciona un mejor control so-
20 bre la sensibilización que cuando se intenta la intro-
ducción de la estructura de burbujas finas deseada, es
una lechada terminada.

La composición ha de contener líquido bastante
para establecer una fase líquida prácticamente conti-
25 nua, excepto para la aireación, comunmente alrededor
de 10 a 25% del peso de la lechada. Por "aireación"
se indica la incorporación de 2% o más , hasta 80%
en volúmen, en algunos casos, de gas en exceso del
que normalmente se incluiría involuntariamente, a cau-
30 sa de la oclusión con los sólidos o de la agitación

372009



necesaria para la mezcla de los sólidos en el líquido. Una proporción total, en peso, de líquido y sal oxidante inorgánica, varía entre el 50 y el 95% de la lechada, y la sal puede, o no, hallarse completamente disuelta en el líquido, según la temperatura de la solución. El nitrato amónico, con preferencia, se incluye como oxidante, en proporciones de 25% por lo menos, con respecto al peso de la lechada total.

La goma guar, en proporciones de 0.01 a 2% en peso es el mejor espesador o coagulante. Puede tratarse especialmente para fomentar el espumoso del líquido, y se considera un agente de espumado y un estabilizador del mismo, en cualquier caso, con o sin dicho tratamiento, cuando se introduce en el líquido antes de añadir los combustibles áridos, en partículas, etc. Las combinaciones de goma guar con espumadores de salmuera, son excelentes para la creación de la espuma y, a la vez, para estabilizarla.

Se incluye combustible suficiente para llevar el resto del oxígeno total a un valor comprendido entre +15 y -40%; el valor negativo numéricamente superior es permisible especialmente cuando el aluminio se halla incluido en una forma que reacciones con el agua. El líquido puede comprender materiales tales como glicoles, alcoholes compatibles con el agua, formida, etc. pero con preferencia contiene 5% o más de agua, sobre la base del peso total de la lechada.

Una composición preferida es una lechada aireada para incluir por lo menos 2% en volumen de gas voluntariamente añadido, 10 a 25% de líquido, que predomi-



nantemente es agua, 25 a 75% en peso de sal oxidante, parte de la cual es nitrato amónico, y 5 a 40% de combustible en partículas que pueden estar constituidas por: (1) aluminio finamente dividida, (2) materiales carbonosos, tales como carbón pulverizado, gilsonite, serrín de madera, azúcar, derivados de lignina, etc. (3) azufre. La solución líquida puede incluir combustibles líquidos, como ya se dijo. Aunque el empleo de pequeñas cantidades de aluminio finamente dividido, como componente del combustible, es deseable cuando se precisa la máxima potencia de voladura, los combustibles carbonosos con o sin azufre y sin aluminio pueden ser suficientes, en proporciones de 5 a 15% o más, en peso. Los ingredientes áridos en partículas pueden incluir también sales oxidantes inorgánicas.

Ademas del espesador o agente de gelación, estos pueden incluirse también en los ingredientes áridos. La aireación que, en total, reduce la densidad de la lechada solo ligeramente, por ejemplo un 2% nada más, puede ser muy eficaz para aumentar la sensibilidad, si las burbujas son muy pequeñas y muy numerosas. Las lechadas de este invento, si se preparan sin aireación deliberada o intencionalmente, pueden tener densidades normales comprendidas entre los límites de 1,3 a 1,9 g/cc aproximadamente, corrientemente, entre 1,4 y 1,7. Las lechadas la introducirse en el taladro de un barreno, por ejemplo, pueden tener densidades tan reducidas como alrededor de 0.8 o tan elevadas como alrededor de 1,85. En casos extremos puede excederse



cualquiera de estos límites. Ppara voladuras en presencia de agua, las densidades corrientemente excederán de 1,0 para que la lechada no flote en aquella. En general, este invento prevé una reducción de densidad de por lo menos el 2% por debajo de la densidad sin airear.

Las cantidades de fomentador de espuma pueden variar bastante. Cuando se utilizan materiales de goma guar o galact-mannan equivalentes, la goma incorporada en la solución será en general, de 0,01 a 0,5% en peso de la composición total. Con el material árido en partículas y después de airear el líquido en cierto grado, puede añadirse goma u otro espesador convencional tal como almidón, fécula, harina, etc. Los demás fomentadores o estabilizadores de espuma, especialmente los espumadores de agua salada, pueden usarse en proporciones tan reducidas como 0,001 a 0,25% aproximadamente. En algunos casos pueden usarse una proporción más elevada, a condición de no ser de superficie energicamente activa o de naturaleza detergente o en cantidades para dar lugar una humectación indebida del combustible o del sensibilizador, en partículas. Este es muy importante cuando como sensibilizadores se usan pequeñas cantidades de partículas metálicas activas, finamente divididas, aluminio de grado fino por ejemplo.

N O T A

Descrita suficientemente la naturaleza y alcance de la invención, así como la forma de llevarla a la práctica, esta Patente resaca sobre las particularidades características de las siguientes reivindicaciones



37245

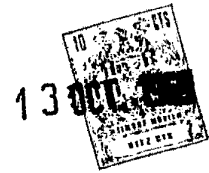
nes:

1.- Procedimiento para la preparación de composiciones semifluidas explosivas, de densidad variable y regulada, que contienen partículas sólidas no disueltas suspendidas en líquido, que comprende el incluir primero un agente fomentador de espuma en una solución líquida del sal oxidante inorgánica; el mezclar íntimamente dicho líquido con un gas, para producir en el primero burbujas finas de gas, y en mezclar luego el líquido que contiene gas, con sólidos en partículas que comunican sensibilidad a la composición y se sostienen, en forma de lechada homogénea, por el líquido.

2.- Procedimiento para la preparación de composiciones semifluidas explosivas, de densidad variable y regulada, según 1, en el que el agente fomentador de espuma comprende una pequeña cantidad de espesador que tiende a estabilizar dichas burbujas finas de gas.

3.- Procedimiento para la preparación de composiciones semifluidas explosivas, de densidad variable y regulada, según 1, en el que una corriente de solución líquida que se dirige al punto de mezcla con los sólidos se divide y solo parte de ella se mezcla con dicho gas.

4.- Procedimiento para la preparación de composiciones semifluidas explosivas, de densidad variable y regulada, según 1, en el que parte del suministro líquido se vierte en el punto de mezcla con los sólidos en partículas en estado no aireado, y otra



3

parte se mezcla con gas separadamente y luego se re-combina con la parte no aireada.

5 5.- Procedimiento para la preparación de composiciones semifluidas explosivas, de densidad variable y regulada, según 1, en el que el agente fomentador de espuma comprende un espumador de agua salada.

10 6.- Procedimiento para la preparación de composiciones semifluidas explosivas, de densidad variable y regulada, según 1, en el que el agente fomentador de espuma comprende una goma fomentadora de espuma.

15 7.- Procedimiento para la preparación de composiciones semifluidas explosivas, de densidad variable y regulada, según 1, en el que el agente fomentador de espuma comprende de 0,1 a 0,5% en peso, sobre la base de la composición total de lechada, de goma guar, y menos de 0,3% de otro promotor de espuma.

20 8.- Procedimiento para la preparación de composiciones semifluidas explosivas, de densidad variable y regulada, según 7, en el que de 0,001 a 0,25% de un espumador de salmuera se incorpora en la solución antes de mezclar en el gas.

25 9.- Procedimiento para la preparación de composiciones semifluidas explosivas, de densidad variable y regulada, según 1, que incluye el introducir una serie de corrientes de líquido en una zona de mezcla; el incorporar burbujas finas de gas en por lo menos una de dichas corrientes, para obtener el espumado de ella, y el variar los ritmos de circulación, en
30 una de dichas corrientes como mínimo, para cambiar

37



las proporciones relativas de líquido espumado y sin espumar, para controlar así selectivamente la densidad de la composición final.

5 10.- Procedimiento para la preparación de composiciones semifluidas explosivas, de densidad variable y regulada, según 4, en el que la lechada se introduce en el taladro de un barreno, y la relación entre líquido aireado y sin airear se varía o cambia durante dicho suministro, para controlar la densidad de la lechada en función de la posición de dicha lechada en el taladro.

11.- PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DE COMPOSICIONES SEMIFLUIDAS EXPLOSIVAS, DE DENSIDAD VARIABLE Y REGULADA.

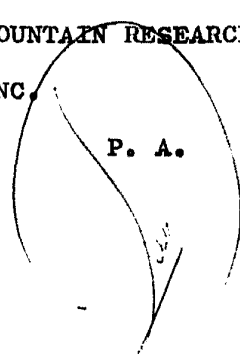
15 Todo conforme se describe en la Memoria que antecede, se ilustra como ejemplo de ejecución en los planos unidos a ella y se reivindica en su Nota.

Esta Memoria consta de veintisiete hojas foliadas y escritas a máquina por una sólo cara y planos que la acompañan.

Madrid, 13 de Octubre de 1.969

INTERMOUNTAIN RESEARCH AND ENGINEERING
CO., INC.

P. A.



370105



Fig. 1

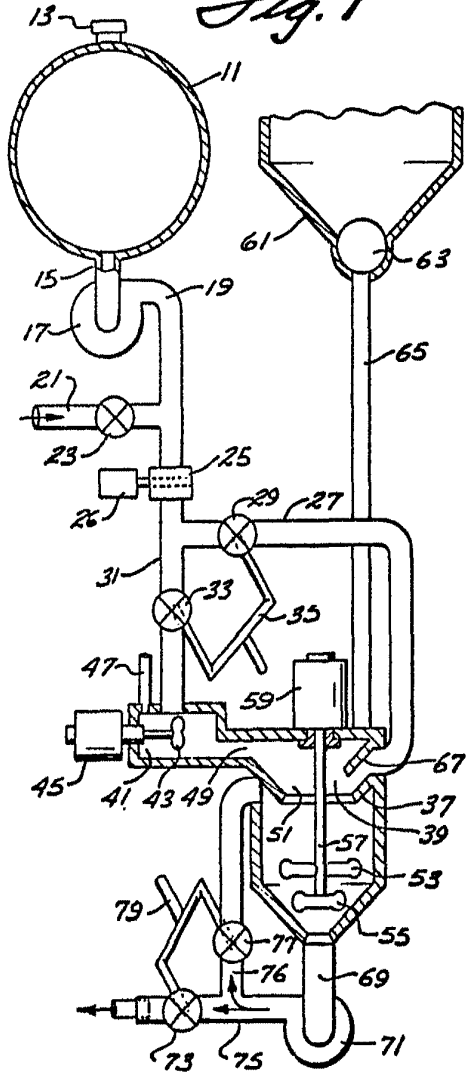
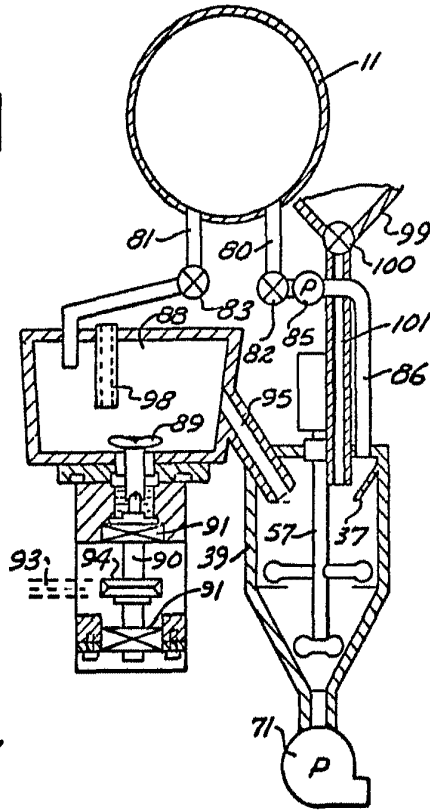


Fig. 2



ESCALA VARIABLE
Módulo 1.3 OCT 1968
R.A.



370465

1.

39

Fig. 3

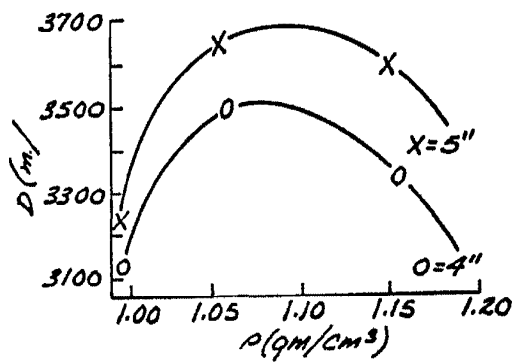


Fig. 4

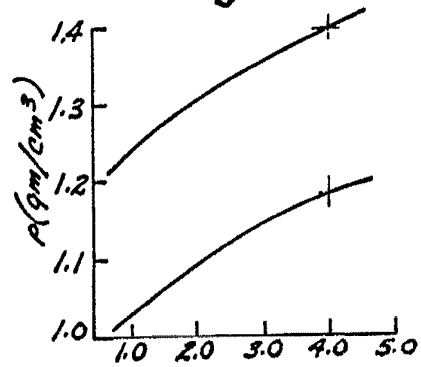


Fig. 5

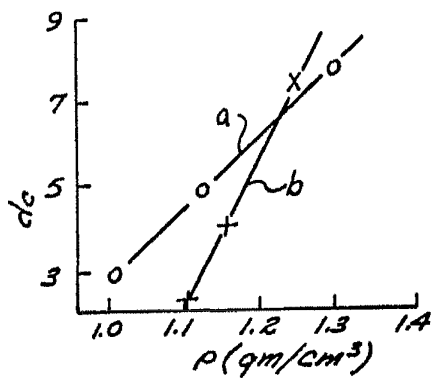
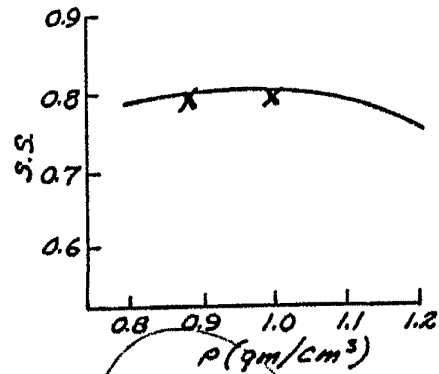


Fig. 6



ESCALA VARIABLE
 Madrid 43 OCT. 1969
 E. A.