

Señores
DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Bogotá, D.C.

Re.: Expediente No. NC2021/0000114
Fase nacional de Solicitud PCT
BAKER HUGHES HOLDINGS LLC

En relación con el expediente de la referencia y dando cumplimiento a la última providencia recaída sobre este asunto por medio del presente escrito me permito manifestarles lo siguiente:

1. La sociedad solicitante acepta la sugerencia del Examinador en el sentido de modificar al título de esta solicitud como sigue:

**METODO PARA CEMENTAR UN POZO QUE PENETRA EN UNA
FORMACION SUBTERRANEA, INYECTANDO UN FLUIDO ESPACIADOR
DE CEMENTO**

2. Se adjunta un nuevo capítulo reivindicatorio, el cual ha sido modificado y corregido.

La reivindicación original 1 se ha modificado para definir mejor el fluido portador, el apuntalante, el surfactante cuaternario, el viscosificante y las cantidades de los mismos. La base de antecedentes para la enmienda se puede encontrar en las reivindicaciones originales 5, 6, 9 y los párrafos [0017] y [0021] de la solicitud PCT correspondiente tal como se presentó.

La reivindicación original 4 se ha modificado para mejorar la claridad.

La reivindicación original 12 se ha modificado para ser coherente con la reivindicación 1.

Las reclamaciones originales 5, 6 y 9 han sido canceladas

3. Igualmente se acompañan los folios correspondientes en los cuales se han corregido las unidades de medidas de conformidad con lo requerido por el examinador.
4. Ahora bien, con respecto a las objeciones y observaciones del Examinador por supuesta falta de novedad de la materia reclamada, mi representada desea hacer las siguientes observaciones y argumentaciones.

La reivindicación instantánea 1 se refiere a un método para cementar un pozo que penetra en una formación subterránea.

La reivindicación 1 requiere que el fluido espaciador de cemento comprenda, entre otras cosas, del 1 al 65% en peso de un apuntalante que comprende partículas de cerámica, arena, cáscara de nuez, grava, vidrio o una combinación que comprende al menos uno de los anteriores.

El fluido espaciador tiene una densidad lo suficientemente baja como para suspenderse sobre el fluido del pozo. Además, el fluido espaciador se convierte en gel una vez que se inyecta en el fondo del pozo. El gel tiene una estructura lo suficientemente fuerte para soportar la lechada de cemento. Por lo tanto, el fluido espaciador de cemento puede minimizar efectivamente el intercambio de densidad entre la lechada de cemento y el fluido del pozo.
(Párrafo [0007])

D1 (US 2011/0278004) divulga métodos para limpiar un pozo antes de la cementación. (Título) El método comprende bombear un espaciador de

microemulsión de una sola fase en el pozo, donde el espaciador comprende un solvente, un cosolvente, una mezcla de surfactante humectante de agua o un surfactante no iónico, un cosurfactante, un surfactante de aceite. tensioactivo solubilizante y un fluido acuoso. (Afirmación 1)

En ninguna parte D1 enseña que el espaciador de microemulsión monofásico descrito en el mismo contiene un apuntalante que comprende partículas de cerámica, arena, cáscara de nuez, grava, vidrio o una combinación que comprende al menos uno de los anteriores según lo requiere la presente reivindicación 1. Es contrario a la intuición. para agregar partículas de cerámica, arena, cáscara de nuez, grava, vidrio a un fluido que se usa para limpiar un pozo. Además, debido a que D1 enseña específicamente que el espaciador es una microemulsión monofásica, no se usaría un apuntalante en tal espaciador. De lo contrario, no se puede obtener una microemulsión monofásica.

Además, D1 revela varios componentes opcionales, como surfactantes y viscosificantes. Sin embargo, no hay nada en D1 que hubiera llevado a un experto en la técnica a elegir entre varios componentes opcionales revelados para llegar a la combinación específica del viscosificador, el apuntalante y el tensioactivo como se indica en la reivindicación 1 modificada, y mucho menos en las cantidades que allí se indican. Al menos por estas razones, D1 no revela ni sugiere el objeto de la presente reivindicación 1 y las reivindicaciones que dependen de la misma. Al menos por las mismas razones, D1 no revela ni sugiere el objeto de la reivindicación 10 o las reivindicaciones que dependen de la misma.

En consecuencia, de las modificaciones introducidas al capítulo reivindicatorio y los argumentos arriba expuestos se puede concluir que la materia reclamada en esta solicitud cumple con los requisitos de patentabilidad exigidos por la Decisión 486.

Renuncio al término faltante de traslado, y les solicito conceder el privilegio de patente de invención aquí tramitado.

De Ustedes Atentamente,

LUIS FELIPE CASTILLO GIBSON
T.P. No. 68.995 del C.S.J.

REIVINDICACIONES MODIFICADAS

1. Un método para cementar un pozo que penetra en una formación subterránea, el método caracterizado por:

inyectar en el pozo un fluido espaciador de cemento que comprende un fluido portador, un surfactante cuaternario, un viscosificante, y un apuntalante;

inyectar una lechada de cemento en el pozo; y

dejar que la lechada de cemento fragüe,

en el que el vehículo comprende agua;

el apuntalante comprende partículas de cerámica, arena, cáscara de nuez, grava, vidrio o una combinación que comprende uno de los anteriores;

el surfactante cuaternario tiene un catión de $R_1 R_2 R_3 R_4 N^+$ y un anión, en el que R_1 , R_2 , R_3 y R_4 son cada uno independientemente un grupo alquilo C_{1-30} lineal o ramificado, un grupo alquilbencilo C_{7-30} , un grupo arilalquilo C_{7-30} , un grupo alquenilo C_{3-30} lineal o ramificado, un grupo hidroxialquilo C_{1-30} , un grupo hidroxialquilbencilo C_{7-30} o un grupo polioxialquilenos; y el anión comprende un haluro, un perclorato, un tiocianato, un cianato, un carboxilato, un sulfato de alquilo, un sulfonato de alquilo, PF_6^- , AsF_6^- , SbF_6^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^- o BX_4^- , y X es un haluro;

el viscosificante comprende gomas de guar, derivados de guar, polisacáridos hidratables, goma xantana, gomas de galactomanano, gomas de glucomanano, celulosa, derivados de celulosa, poli(ácidos (met)acrílicos), poli(met)acrilamidas, copolímeros de (met)acrílico ácido y (met)acrilamida, poli(met)acrilatos de alquilo C_{1-8} , arcillas o una combinación que comprende al menos uno de los viscosificantes anteriores; y

el fluido espaciador de cemento comprende del 30 al 100 % en peso del vehículo, del 0,05 al 10 % en peso del surfactante cuaternario, del 0,05 al 10 % en peso del viscosificador y del 1 al 65 % en peso del apuntalante, cada uno basado en el peso del agua en el fluido espaciador de cemento.

2. El método de la reivindicación 1, en donde la inyección de la lechada de cemento es posterior a la inyección del fluido espaciador de cemento.

3. El método de la reivindicación 1, en donde el fluido espaciador de cemento forma un gel después de inyectarse en el pozo.

4. El método de la reivindicación 1, en donde el fluido espaciador de cemento evita la mezcla entre la lechada de cemento con un fluido de pozo.

5. El método de la reivindicación 1, en donde R_1 , R_2 , R_3 , y R_4 son cada uno independientemente un grupo alquilo C_{1-20} recto o ramificado o un grupo hidroxialquilo C_{1-20} .

6. El método de la reivindicación 1 en donde uno de R_1 , R_2 , R_3 , y R_4 es un grupo hidroxialquilo C_{1-5} .

7. El método de la reivindicación 1, en donde el catión es N,N,N-trimetiletanolamonio.

8. El método de la reivindicación 4, en donde el fluido del pozo es un fluido de perforación.

9. El método de la reivindicación 1, que comprende además inyectar el fluido de pozo antes de inyectar el fluido espaciador de cemento.

10. Un fluido espaciador de cemento caracterizado por:

30 a 100 % en peso de un portador acuoso que comprende agua;

0,05 a 10 % en peso de un surfactante cuaternario que tiene un catión de R_1 , R_2 , R_3 , R_4N^+ y un anión, en donde R_1 , R_2 , R_3 , y R_4 son cada uno independientemente un grupo alquilo C_{1-30} recto o ramificado, un grupo alquilbencilo C_{7-30} , un grupo arilalquilo C_{7-30} , un grupo alquenilo C_{3-30} recto o ramificado, un grupo hidroxialquilo C_{1-30} , un grupo hidroxialquilbencilo C_{7-30} , o un grupo polioxialquilenos; y el anión comprende un haluro, un perclorato, un tiocianato, un cianato, un carboxilato, un sulfato de alquilo, un sulfonato de alquilo, PF_6^- , AsF_6^- , SbF_6^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^- , o BX_4^- , X es un haluro;

0,05 a 10 % en peso de un viscosificante que comprende gomas de guar, derivados de guar, polisacáridos hidratables, goma de xantano, gomas de galactomanano, gomas de glucomanano, celulosa, derivados de celulosa, poli(ácidos (met)acrílicos), poli(met)acrilamidas, copolímeros de ácido (met)acrílico y (met)acrilamida, poli(met)acrilatos de alquilo C_{1-8} , o arcillas o una combinación que comprende al menos uno de los viscosificantes anteriores; y

1 a 65 % en peso de un apuntalante, el apuntalante que comprende partículas de cerámica, arena, cáscara de nuez, grava, vidrio o una combinación que comprende al menos uno de los anteriores,

cada uno basado en el peso de agua en el fluido espaciador de cemento.

11. El fluido espaciador de cemento de la reivindicación 10, en donde R_1 , R_2 , R_3 , y R_4 son cada uno independientemente un grupo alquilo C_{1-20} recto o ramificado o un grupo hidroxialquilo C_{1-20} .

12. El fluido espaciador de cemento de la reivindicación 10 en donde al menos uno de R_1 , R_2 , R_3 , y R_4 es un grupo hidroxialquilo C_{1-5} .

13. El fluido espaciador de cemento de la reivindicación 10, en donde el catión es N,N,N-trimetiletanolamonio.

14. El fluido espaciador de cemento de una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en donde el viscosificante comprende diutano.

En una modalidad, al menos uno de R_1 , R_2 , R_3 , y R_4 es un grupo hidroxialquilo C_{1-5} . Preferentemente, R_1 , R_2 , y R_3 son cada uno independientemente un grupo hidroxialquilo C_{1-5} , y R_4 es un grupo alquilo C_{1-5} recto o ramificado, o R_1 , R_2 , y R_3 son cada uno independientemente un grupo alquilo C_{1-5} recto o ramificado, y R_4 es un grupo hidroxialquilo C_{1-5} .

En una modalidad ilustrativa específica, el surfactante cuaternario es una sal de amonio cuaternario como cloruro de colina y preferentemente contiene el catión N,N,N-trimetiletanolamonio. Tales sales de amonio cuaternario incluyen el estabilizador de arcilla Claytreat-3C (CT-3C) o Claymaster-5C ambos de Baker Hughes, una empresa de GE, LLC.

Los fluidos espaciadores pueden contener aproximadamente 0,01 a 5,0 kilogramos por litro de surfactante cuaternario de los fluidos espaciadores, preferentemente, aproximadamente 0,1 a aproximadamente 2,56 kilogramos por litro, con mayor preferencia aproximadamente 0,2 a aproximadamente 1,25 kilogramos por litro del surfactante cuaternario.

Además del surfactante cuaternario, los fluidos espaciadores de cemento pueden comprender además un viscosificante. El viscosificante puede ser polímeros naturales tales como gomas guar, derivados guar tales como hidropopil guar (HPG), carboximetil guar (CMG) y

carboximetilhidroxipropil guar (CMHPG), polisacáridos hidratables de alto peso molecular, goma xantana (que opcionalmente puede reticularse), gomas de galactomanano, gomas de glucomanano, celulosa, derivados de celulosa tales como hidroxietilcelulosa (HEC), carboximetilcelulosa (CMC), hidroxipropilcelulosa (HPC) y carboximetilhidroxietilcelulosa (CMHEC), polímeros sintéticos tales como poli(ácidos (met)acrílicos), poli((met)acrilamidas), copolímeros de ácido (met)acrílico y (met)acrilamida, y poli(met)acrilatos de alquilo C₁₋₈, o arcillas tales como bentonita, sepiolita y atapulguita, y lo similar, o una combinación que comprende al menos uno de los viscosificantes mencionados anteriormente.

Los fluidos espaciadores de cemento pueden contener aproximadamente 1,2 gramos a 7,8 kilogramos del viscosificante por litro de los fluidos espaciadores de cemento, preferentemente aproximadamente 0,12 a aproximadamente 3,6 kilogramos por litro, con mayor preferencia aproximadamente 0,12 a aproximadamente 1,12 kilogramos por litro del viscosificante

Los fluidos espaciadores de cemento incluyen además un apuntalante. Los inventores han descubierto que la presencia del apuntalante estabiliza los fluidos espaciadores. Las partículas apuntalantes incluyen una cerámica, arena, un mineral, una cáscara de nuez, grava,

melocotón, cereza, albaricoque, y lo similar; cáscaras de semillas de otras plantas tales como maíz (p. ej., mazorcas de maíz o granos de maíz); materiales de madera tales como aquellos derivados del roble, nogal americano, nogal, álamo, caoba, y lo similar. Tales materiales son partículas formadas por trituración, molienda, corte, descascarado, y lo similar.

Los fluidos espaciadores pueden contener aproximadamente 1,2 gramos a 60 kilogramos del apuntalante por litro de los fluidos espaciadores, preferentemente, aproximadamente 0,01 a aproximadamente 12 kilogramos por litro, con mayor preferencia, aproximadamente 0,12 kilogramos por litro a aproximadamente 2,4 kilogramos por litro del apuntalante.

Los fluidos espaciadores de cemento pueden comprender además un fluido portador para transportar el surfactante cuaternario, el viscosificante, y el apuntalante a la ubicación deseada en el pozo. El portador acuoso puede ser agua dulce, salmuera (que incluye agua de mar), un ácido acuoso (por ejemplo, un ácido mineral o un ácido orgánico), una base acuosa o una combinación que comprende al menos uno de los mencionados anteriormente. Se apreciará que en el fluido portador se pueden usar otros líquidos polares tales como alcoholes y glicoles, solos o junto con agua.

Un biocida evita la inyección de un microbio (p. ej., bacteria) en el fondo del pozo al eliminar o reducir las bacterias en el espaciador de cemento, lo que reduce la producción de, p. ej., gas ácido.

Las diversas propiedades de los fluidos espaciadores de cemento se pueden variar y ajustar de acuerdo con los parámetros de compatibilidad y control del pozo asociados con el fluido de pozo particular y la lechada de cemento con la que se asocia. Ventajosamente, los fluidos espaciadores de cemento forman un gel, antes, durante, o después de su inyección en el pozo. La viscosidad de los fluidos espaciadores se puede variar en un amplio rango, tal como una viscosidad aparente (AV, por sus siglas en inglés) de aproximadamente 0 a aproximadamente 600 milipascales-segundo (mPa-s) o aproximadamente 0,01 a aproximadamente 300 mPa-s, cuando se mide con un viscosímetro de mesa, tal como un reómetro Ofite M900 a 23 °C a 300 revoluciones por minuto (rpm), y se realiza de acuerdo con la norma API RP-39 del Instituto Americano del Petróleo.

La densidad del fluido espaciador de cemento puede variar en un amplio rango. En una modalidad, el fluido espaciador de cemento tiene una densidad de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 2,63 kilogramos por litro, específicamente aproximadamente 1 a aproximadamente 2,16

Las lechadas de cemento pueden comprender además otros componentes conocidos para usar en la cementación, por ejemplo, un acelerador para reducir el tiempo de fraguado, un retardante de fraguado para extender el tiempo de fraguado, un agente de control de pérdida de fluido, un diluyente para reducir la densidad, un agente espumante para reducir la densidad, un agente de ponderación para aumentar la densidad, un dispersante para reducir la viscosidad, otros agentes de control de pérdida de fluido, agentes tixotrópicos, un agente vinculante (p. ej., escamas de celofana o gilsonita), o una combinación que comprende al menos uno de los mencionados anteriormente.

Las lechadas de cemento son bombeables. Una lechada de cemento bombeable puede tener una viscosidad menor que 1000 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de 100 s^{-1} . Las lechadas de cemento pueden ser una lechada de cemento de baja densidad o una lechada de cemento de alta densidad. Si bien la densidad de una lechada de cemento de baja densidad, tal como un depurador, puede variar ampliamente dependiendo de las condiciones del fondo del pozo, tales densidades pueden incluir de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 1,44 kilogramos por litro cuando se espuma. Cuando no se espuma, la densidad de un depurador o de una lechada de cemento de baja densidad puede variar con tales densidades entre aproximadamente 1,08 y

aproximadamente 1,8 kilogramos por litro, o aproximadamente 1,2 a aproximadamente 1,68 kilogramos por litro, o aproximadamente 1,32 hasta aproximadamente 1,58 kilogramos por litro. Las lechadas de cemento de alta densidad pueden tener una densidad de aproximadamente 1,56 a aproximadamente 2,56 kilogramos por litro.

Las lechadas de cemento se pueden usar para formar componentes de fondo de pozo, que incluyen varias cubiertas, sellos, tapones, empaquetaduras, revestimientos y lo similar. En una modalidad el componente es un tapón, que incluye un tapón de cemento temporal, un tapón de cemento permanente, o un tapón de cemento whipstock, el tapón whipstock puede usarse para arrancar desde un pozo vertical cuando se desea un cambio de dirección en la perforación.

El uso de los fluidos espaciadores de cemento como se describe en la presente descripción proporciona una serie de beneficios. Las composiciones son estables a altas temperaturas del pozo. En un beneficio, los fluidos espaciadores de cemento suprimen o minimizan la mezcla y remezcla del fluido de perforación y las lechadas de cemento, el cambio de densidad de fluido y la contaminación del lodo de perforación hasta el borde delantero de la lechada de cemento. Otro beneficio es el rendimiento de segregación mejorado con respecto a la separación de los

fluidos del pozo, lo que da como resultado una colocación simplificada y más fácil del tapón de cemento en su lugar previsto en el pozo. Además, los métodos/las composiciones que se describen en la presente descripción previenen o minimizan el riesgo de fallas en el fraguado del tapón de cemento. Por lo tanto, los métodos y las composiciones de fluido espaciador mejoran beneficiosamente la calidad general de las operaciones de cementación de tapones.

Ejemplos

Se prepararon los fluidos A, B y C. Para el fluido A, se mezclaron 3 gramos de goma de diutano con 300 gramos de agua. Para el fluido B, se mezclaron 3 gramos de diutano y 100 gramos de arena con 300 gramos de agua. Para preparar el fluido C, se mezclaron 3 gramos de diutano, 100 gramos de arena, y 16,5 gramos de un surfactante cuaternario (Arcilla Master-5C disponible de Baker Hughes, una empresa de GE, LLC) con 300 gramos de agua. La densidad calculada en kilogramos por litro del fluido C es 1,38. Las viscosidades de los fluidos A-C se midieron a temperatura ambiente (23 °C) con un viscosímetro de mesa. Los resultados se muestran en la Tabla 1. Como se muestra en la Tabla 1, el fluido C tiene una viscosidad mayor que la del fluido A y el fluido B.

Tabla 1

RPM	Viscosidad del fluido A (mPa-s)		Viscosidad del fluido B (mPa-s)		Viscosidad del fluido C (mPa-s)	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	36	40	52	55	62	77
6	40	44	59	58	65	81
10	44	47	62	61	75	84
20	50	52	67	67	80	90
30	55	55	70	70	86	93
60	61	59	76	76	98	100
100	64	64	80	80	105	106
200	68	68	89	90	116	118
300	72	--	96	--	126	--

Se vertieron aproximadamente 200 ml de 1,63 kilogramos por litro de lodo a base de agua (WBM, por sus siglas en inglés) en un cilindro de 1000 ml. Se vertieron aproximadamente 200 ml de 1,39 kilogramos por litro de fluido C sobre el WMB. Después, aproximadamente 200 ml de suspensión de cemento de 1,98 kilogramos por litro se vertieron sobre el fluido C. El cilindro se colocó en ángulos de 45° y 90°. Se observó un intercambio de fluido de aproximadamente 2 %, pero solo en la parte superior de la columna de cemento, lo que muestra que el fluido espaciador de cemento, como se describe en la presente descripción, es eficaz para minimizar el intercambio de fluido entre la lechada de cemento y el WBM. Se obtuvieron resultados similares cuando primero se cargó un tubo de sedimentación con 50 ml del OMB, después 100 ml del