Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Radicación	16 60206 0004 0000		2016-06-07 16:10:39
Trámite	11	PCT-PATENTE DE INVENCION CAPITULOS I Y II	
Evento	378	FASE NACIONAL INCLUIDO CAPITULO I	
Actuación	444	REPUESTA A REQUERIMIENTO SOLICITANTE	Folios: 4
Dependencia	2020	DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES	

Respuesta a Requerimientos

1 Datos del Solicitante

Nombre:	CAROLINA MERCEDES DAZA MONTALVO	**Dirección Electrónica:**	notificaciones@clarkemodet.com.co
Dirección:	CARRERA 11 NO. 86-53, PISO 6	**Domicilio/País de constitución:**	COLOMBIA - CUNDINAMARCA - BOGOTA D.C.

Identificación:

☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA
☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ NIT
☐ PASAPORTE

Número: 66783790-

2 Dato de la Creación

Identificación de la Creación	No. de Certificado	Vigencia	No. de Expediente	Tipo Trámite
COMPOSICIÓN DE CEMENTO NOVEDOSA PARA UNA APLICACIÓN DE PÉRDIDA DE CIRCULACIÓN	000000		16060206	PCT-PATENTE DE INVENCION CAPITULOS I Y II

3	**Texto de la Comunicación**	Se adjunta respuesta al oficio No. 3334, un nuevo capítulo reivindicatoiro compuesto por 8 reivindicaicones y un nuevo capítulo descriptivo.
4	**Anexos**	

☒ Anexos

P-11285

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
E. S. D.

Re: Expediente No. **16-060.206**

Solicitud de patente a nombre de **HALLIBURTON ENERGY SERVICES**

Yo, CAROLINA DAZA MONTALVO identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en la Carrera 11 No. 86-53, piso 6, obrando como apoderada de la sociedad **HALLIBURTON ENERGY SERVICES.,** domiciliada en Texas, Estados Unidos, en respuesta al oficio No. **3334** notificado por fijación en lista el 5 de abril de 2016, relacionado con concepto técnico de forma, me permito manifestar lo siguiente:

1. Con fundamento en la facultad que confiere el artículo 34 de la Decisión 486 al solicitante para modificar la solicitud de patente en cualquier momento del trámite, presento junto con este memorial, un nuevo pliego reivindicatorio que comprende un total de 8 reivindicaciones, en donde se eliminaron las reivindicaciones 2-14 y 29, la materia reportada en las reivindicaciones 17, 18, 22-24, 27 y 28, fue introducida en la reivindicación 15, ahora la nueva reivindicación 1 y por último, se realizaron modificaciones por concepto de claridad, en un esfuerzo por acelerar el trámite.

2. <u>Título</u>

Su Despacho ha objetado al título de la presente solicitud, por el hecho de no representar adecuadamente, el objeto inventivo que realmente se desea proteger. En respuesta a dicha observación y teniendo en cuenta la modificación hecha al actual pliego reivindicatorio, se propone el siguiente nuevo título:

"COMPOSICIÓN DE CEMENTO NOVEDOSA QUE COMPRENDE NANOPARTÍCULAS Y UN MÉTODO PARA CEMENTAR UNA FORMACIÓN SUBTERRÁNEA"

3. Poder

Su Despacho indica que se debe hacer llegar el poder otorgado al apoderado, ante lo cual se informa amablemente, que este documento ya fue presentado ante las oficinas de este Despacho, el pasado 31 de marzo de 2016.

4. Descripción

Su Despacho ha solicitado reemplazar las marcas que se reportan en este capítulo, por el nombre de la composición o sustancia química que representan y por último, convertir las unidades de medida al sistema internacional.

En dicho respecto y en referencia a las marcas reportadas, se informa que éstas no representan una sustancia química única como tal, por lo contrario son emulsiones/suspensiones que comprenden varios componentes en determinadas proporciones, las cuales a su vez no son publicadas por sus fabricantes. Pese a ello, en este capítulo originalmente se proporcionaba una resumida descripción de los aditivos/modificadores tixotrópicos, representados por las marcas Laponite EP, Microblock, Econolite y GasCon 469, las cuales siguen acompañando dichas descripciones, con el fin de que en los ejemplos puedan ser fácilmente identificados y en consecuencia, le permitan a la persona que tenga acceso a este documento, reproducir de manera segura y efectiva, la composición reclamada.

Por último y con respecto a las unidades de medida, se informa que éstas fueron convertidas al sistema internacional en su mayoría, sin embargo existen algunas que hacen exclusiva referencia al área de perforación y de hidrocarburos, las cuales no tienen equivalencia, ejemplo de ello, es la "bwc", que es una unidad de medida de tasa de carga.

Las anteriores modificaciones se pueden apreciar en el nuevo capítulo descriptivo que se adjunta a esta respuesta, con lo que se responde y se supera la objeción planteada en este respecto.

5. Claridad

El artículo 30 de la Dec. 486 de la Comunidad Andina establece:

> ***Artículo 30***.- *Las reivindicaciones definirán la materia que se desea proteger mediante la patente. Deben ser claras y concisas y estar enteramente sustentadas por la descripción.*

5.1 Su Despacho ha objetado los términos "*material de cemento", "fluido de base acuosa", "nanopartículas", "modificador tixotrópico", "arcilla sintética"* entre otros, por ser muy generales y en consecuencia, incluyen múltiples opciones de compuestos, los cuales no se encuentran soportados en el capítulo descriptivo de la solicitud. En

dicho respecto se informa que los términos arriba citados, ahora se encuentran debidamente restringidos, tal y como se puede observar en la nueva reivindicación 1, lo cual resultó mediante la introducción de la materia inicialmente reportada por las reivindicaciones 17, 18-, 22-24, 27 y 28, tal y como se indicó al comienzo de esta respuesta. Con respecto a otros términos como "*resinas", "agente viscosificantes", "agentes de suspensión", "estabilizadores", "microesferas*" entre otros, se le informa amablemente al señor Examinador, que estos son aditivos secundarios de uso común en la práctica y por ende, cualquier persona del oficio versada en la materia, sabría cuáles compuestos utilizar, en cada uno de los casos.

5.2 Su Despacho ha objetado a la expresión "*permitir que la composición de cemento fragüe en la formación subterránea*", por ser un efecto técnico y por tanto no ser una característica técnica que defina a la composición reclamada. En dicho respecto se informa que dicha expresión ha sido eliminada de la reivindicación 1, ahora la reivindicación 8.

5.3 Su Despacho objetada a la reivindicación 5 por reportar unas "*fibras*", ante lo cual se informa que dicha objeción se da por superada, ya que esta reivindicación ya no hace parte del actual pliego reivindicatorio.

5.4 Su Despacho ha objetado los términos "*alrededor*", "*es menor*" y "*prácticamente*", por ser imprecisos y en consecuencia no permitir diferenciar a la invención del estado previo de la técnica, ante lo cual se informa que estos términos han sido eliminados del actual pliego reivindicatorio.

5.5 Su Despacho ha solicitado convertir las unidades de medida al sistema internacional. En dicho respecto se informa que éstas fueron convertidas a dicho sistema, con excepción de la unidad "bwc", del cual no fue posible encontrar equivalencia en el sistema en cuestión, por el hecho de ser específica del área de perforación e hidrocarburos.

5.6 Su Despacho ha objetado a la reivindicación 1, por definir un método en términos de las características técnicas de la composición de cemento. En dicho respecto se informa que en esta reivindicación, que ahora corresponde a la nueva reivindicación 8, se define al método en tres etapas secuenciales, tal y como lo establece esta legislación. No se introducen condiciones de operación, en vista de que las temperaturas y presiones pueden variar de pozo en pozo, por tanto no hay como agruparlas intervalos de manera certera.

5.7 Por último, su Despacho objeta a la reivindicación 29, por definir un sistema en términos de las características técnicas que definen a la composición,

ante lo cual se informa que esta objeción se ve superada, por el hecho de que esta materia se encuentra fuera del alcance del actual pliego reivindicatorio.

De este modo se considera que se ha respondido a cada una de las objeciones hechas por el señor Examinador, en referencia a la falta de claridad y concisión del pliego reivindicatorio de la presente solicitud, por tanto se entiende que las nuevas reivindicaciones 1 a 8 que se presentan en esta oportunidad, se ajustan a las disposiciones del artículo 30 de la Decisión 486/00.

Habiendo atendido cabalmente las objeciones presentadas por ese Despacho en el oficio No. 3334 notificado por fijación en lista el 5 de abril de 2016, solicito atentamente sea tenida en cuenta la información aquí presentada y continuar con el trámite de la presente solicitud.

Señor Director,

CAROLINA DAZA MONTALVO
C.C. 66.783.790 de Palmira Valle
TP-141563 CSJ
notificaciones@clarkemodet.com.co

ANEXO

- Nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por 8 reivindicaciones
- Nuevo capítulo descriptivo

P-11285
Reiv. Modificadas
07/06/2016

REIVINDICACIONES

1. Una composición de cemento que comprende:

- material de cemento que se selecciona de al menos uno de cementos de Pórtland, cementos de yeso, cementos con alto contenido de alúmina, cementos de escoria, cementos con alto contenido de óxido de magnesio, cementos de esquisto, cementos ácidos/básicos, cementos de ceniza volante, sistemas de cemento de zeolita, sistemas de cemento de polvo de horno, cementos microfinos, metacaolín, piedra pómez y/o combinaciones de estos;

- fluido de base acuosa que se selecciona de al menos uno de agua dulce, agua salobre, agua salada y/o combinaciones de estas, y se encuentra presente en la composición de cemento en una cantidad de 20% a 80% en peso de cemento;

- nanopartículas que se seleccionan de al menos uno de nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos, y se encuentran presentes en una cantidad de $3.78x10^{-4}$ a $1.93x10-^{2}$ m^3/saco;

- arcilla sintética; y

- un modificador tixotrópico, se selecciona entre sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos, y se encuentra presente en una cantidad de 0,1% a 150% bwc,

En donde los materiales sólidos constituyen de 0% en peso a 40% en peso del peso total de la composición de cemento.

2. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde los materiales sólidos constituyen de 10% en peso a 20% en peso, del peso total de la composición de cemento.

3. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde las nanopartículas tienen un diámetro de 2 a 100 micrómetros.

4. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de 0,1% a 3,0% en peso de agua.

5. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde no se agrega arcilla natural a la composición de cemento.

6. La composición de cemento de la reivindicación 1, que adicionalmente comprende al menos resinas, látex, estabilizadores, sílice, puzolanas, microesferas, superabsorbentes acuosos, agentes viscosificantes, agentes de suspensión, agentes dispersantes, sales, acelerantes, tensioactivos, retardantes, desespumantes, agentes de prevención de sedimentación, materiales espesantes, agentes de control de pérdida de fluidos, elastómeros, esquisto vitrificado, aditivos de control de migración de gas, agentes de acondicionamiento de formaciones y/o combinaciones de estos.

7. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde la densidad del cemento antes del curado es de 840 kg/m^3 a 1440 kg/m^3.

8. Un método de cementación de una formación subterránea que comprende:

- proporcionar la composición de la reivindicación 15;
- introducir la composición de cemento en una formación subterránea; y
- curar la composición de cemento.

COMPOSICIÓN DE CEMENTO NOVEDOSA PARA UNA APLICACIÓN DE PÉRDIDA DE CIRCULACIÓN

ANTECEDENTES

La cementación es una operación de pozo común. Por ejemplo, se pueden usar composiciones de cemento hidráulico en operaciones de cementación en las que se cementa una sarta de tubería, tal como una tubería de revestimiento o tubería de revestimiento corta, en un pozo. La sarta de tubería que se cementa aísla diferentes zonas del pozo entre sí y con respecto a la superficie. Se pueden usar composiciones de cemento hidráulico en la cementación primaria de la tubería de revestimiento o en operaciones de terminación. También es posible utilizar composiciones de cemento hidráulico en operaciones de intervención tales como en el taponamiento de zonas muy permeables o fracturas en zonas que pueden producir demasiada agua, taponamiento de grietas u orificios en sartas de tubería y similares.

Cementación y composiciones de cemento hidráulico

A la hora de realizar la cementación, se bombea una composición de cemento hidráulico como un fluido (típicamente en forma de suspensión o lechada) en una ubicación deseada en el pozo. Por ejemplo, a la hora de cementar una tubería de revestimiento o tubería de revestimiento corta, se bombea la composición de cemento hidráulico hacia el interior del espacio anular entre las superficies exteriores de una sarta de tubería y el agujero (es decir, la pared del pozo). Se le da tiempo a la composición de cemento para que fragüe en el espacio anular y así forme un revestimiento anular de cemento endurecido, sustancialmente impermeable. El cemento endurecido sostiene y coloca la sarta de tubería en el pozo y une las superficies exteriores de la sarta de tubería a las paredes del pozo.

El cemento hidráulico es un material que al mezclarse con agua se endurece o fragúa con el paso del tiempo debido a una reacción química con el agua. Dado que esta es una reacción química con el agua, el cemento hidráulico es capaz de fragüar incluso en el agua. El cemento hidráulico, el agua y cualquier otro

componente se mezclan para formar una composición de cemento hidráulico en el estado inicial de una suspensión, que debería ser un fluido durante un tiempo suficiente antes de fraguar para bombear la composición al pozo y colocarla en una ubicación deseada en el interior del pozo.

Los cementos convencionales pueden ser menos efectivos en entornos hostiles, particularmente al usar agua de mar o salobre, tales como formaciones subterráneas que consisten en pérdidas totales. Además, la calidad de la silicalita también puede reducir la eficacia del cemento. Por lo tanto, es necesario identificar una suspensión de cemento que sea útil en aplicaciones de pérdida de circulación, se pueda mezclar fácilmente y pueda afrontar entornos hostiles.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las figuras que siguen se incluyen para ilustrar determinados aspectos de la presente invención y no deben considerarse como modalidades exclusivas. La materia descrita es pasible de modificaciones, alteraciones y equivalentes considerables en cuanto a forma y función, tal como se dará cuenta el experto en la técnica con el beneficio de la presente descripción.

La Fig. 1 muestra un ejemplo ilustrativo de un aparato útil para cementar un pozo con las composiciones de cemento de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente invención se refiere por lo general al uso de composiciones de cemento en operaciones subterráneas y, más específicamente, a composiciones de cemento para aplicaciones de pérdida de circulación en condiciones hostiles y métodos de uso de estas composiciones en diversas operaciones subterráneas.

Un uso novedoso de arcilla sintética y nanomateriales los utilizará en composiciones de cemento para aplicaciones de pérdida de circulación. En un ejemplo de modalidad, un método de cementación de una formación subterránea comprende proporcionar una composición de cemento que comprende material de cemento, fluido de base acuosa, nanopartículas, arcilla sintética y un modificador

tixotrópico, donde los materiales sólidos constituyen de alrededor de 0 % en peso a alrededor de 40 % en peso del peso total de la composición de cemento; introducir la composición de cemento en una formación subterránea; y permitir que la composición de cemento fragüe en la formación subterránea. En un ejemplo de modalidad, el cemento resultante tiene un contenido de material sólido de alrededor de 10% en peso a alrededor de 20% en peso del peso total del cemento. En algunas modalidades, las propiedades reológicas de la composición de cemento dependen de la velocidad de cizallamiento. La viscosidad del fluido no newtoniano disminuye con un aumento en la velocidad de cizallamiento. En diversas modalidades, las nanopartículas comprenden al menos nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos. En ejemplos de modalidades, las nanopartículas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de $3.78x10^{-4}$ a alrededor de $1.93x10^{-2}$ m^3/saco de cemento. En determinadas modalidades, las nanopartículas tienen un diámetro de alrededor de 2 a alrededor de 100 micrómetros. En algunas modalidades, la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de alrededor de 0,1% a alrededor de 3% en peso de agua. Además, en una modalidad, prácticamente no se agrega arcilla natural a la composición de cemento. En ejemplos de modalidades, el modificador tixotrópico puede seleccionarse entre sílice de gran área superficial, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. En algunas modalidades, el modificador tixotrópico se encuentra presente en alrededor de 1% a alrededor de 150% bwc. En numerosas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas, y también puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento. En diversas modalidades, los materiales de cemento comprende al menos cementos de Pórtland; cementos de yeso; cementos con alto contenido de alúmina; cementos de escoria; cementos con alto contenido de óxido de magnesio; cementos de esquisto; cementos ácidos/básicos; cementos de ceniza volante; sistemas de cemento de zeolita; sistemas de cemento de polvo de horno; cementos microfinos; metacaolín; piedra pómez; y/o combinaciones de estos. En

otras modalidades, la composición de cemento puede comprender además al menos resinas; látex; estabilizadores; sílice; puzolanas; microesferas; superabsorbentes acuosos; agentes viscosificantes; agentes de suspensión; agentes dispersantes; sales; acelerantes; tensioactivos; retardantes; desespumantes; agentes de prevención de sedimentación; materiales espesantes; agentes de control de pérdida de fluidos; elastómeros; esquisto vitrificado; aditivos de control de migración de gas; agentes de acondicionamiento de formaciones; y/o combinaciones de estos.

La invención también se dirige a composiciones de cemento. En un ejemplo de modalidad, una composición de cemento de pozo comprende: materiales de cemento; fluidos de base acuosa; nanopartículas; arcilla sintética; y un modificador tixotrópico, donde los materiales sólidos constituyen de alrededor de 0 % en peso a alrededor de 40% en peso del peso total de la composición de cemento. En un ejemplo de modalidad, el cemento resultante tiene un contenido de material sólido de alrededor de 10% en peso a alrededor de 20% en peso del peso total del cemento. En algunas modalidades, las propiedades reológicas de la composición de cemento dependen de la velocidad de cizallamiento. La viscosidad del fluido no newtoniano disminuye con un aumento en la velocidad de cizallamiento. En diversas modalidades, las nanopartículas comprenden al menos nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos. En ejemplos de modalidades, las nanopartículas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de 3.78×10^{-4} a alrededor de 1.93×10^{-2} m^3/saco. En determinadas modalidades, las nanopartículas tienen un diámetro de alrededor de 2 a alrededor de 100 micrómetros. En algunas modalidades, la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de alrededor de 0,1% a alrededor de 3% en peso de agua. Además, en una modalidad, prácticamente no se agrega arcilla natural a la composición de cemento. En ejemplos de modalidades, el modificador tixotrópico puede seleccionarse entre sílice de gran área superficial, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. En algunas modalidades, el modificador tixotrópico se encuentra presente en alrededor de 1% a alrededor de 150% bwc. En numerosas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al

menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas, y también puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento. En diversas modalidades, los materiales de cemento comprende al menos cementos de Pórtland; cementos de yeso; cementos con alto contenido de alúmina; cementos de escoria; cementos con alto contenido de óxido de magnesio; cementos de esquisto; cementos ácidos/básicos; cementos de ceniza volante; sistemas de cemento de zeolita; sistemas de cemento de polvo de horno; cementos microfinos; metacaolín; piedra pómez; y/o combinaciones de estos. En otras modalidades, la composición de cemento puede comprender además al menos resinas; látex; estabilizadores; sílice; puzolanas; microesferas; superabsorbentes acuosos; agentes viscosificantes; agentes de suspensión; agentes dispersantes; sales; acelerantes; tensioactivos; retardantes; desespumantes; agentes de prevención de sedimentación; materiales espesantes; agentes de control de pérdida de fluidos; elastómeros; esquisto vitrificado; aditivos de control de migración de gas; agentes de acondicionamiento de formaciones; y/o combinaciones de estos.

La invención también se dirige a un sistema de cementación de pozos. En una modalidad, un sistema de cementación comprende un aparato configurado para: proporcionar una composición de cemento que comprende material de cemento, fluido de base acuosa, nanopartículas, arcilla sintética y un modificador tixotrópico, donde los materiales sólidos constituyen de alrededor de 0% en peso a alrededor de 40% en peso del peso total de la composición de cemento; introducir la composición de cemento en una formación subterránea; y permitir que la composición de cemento fragüe en la formación subterránea. En un ejemplo de modalidad, el cemento resultante tiene un contenido de material sólido de alrededor de 10% en peso a alrededor de 20% en peso del peso total del cemento. En algunas modalidades, las propiedades reológicas de la composición de cemento dependen de la velocidad de cizallamiento. La viscosidad del fluido no newtoniano disminuye con un aumento en la velocidad de cizallamiento. En diversas modalidades, las nanopartículas comprenden al menos nanosílice,

nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos. En ejemplos de modalidades, las nanopartículas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de $3.78x10^{-4}$ a alrededor de $1.93x10^{-2}$ m^3/saco. En determinadas modalidades, las nanopartículas tienen un diámetro de alrededor de 2 a alrededor de 100 micrómetros. En algunas modalidades, la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de alrededor de 0,1 % a alrededor de 3 % en peso de agua. Además, en una modalidad, prácticamente no se agrega arcilla natural a la composición de cemento. En ejemplos de modalidades, el modificador tixotrópico puede seleccionarse entre sílice de gran área superficial, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. En algunas modalidades, el modificador tixotrópico se encuentra presente en alrededor de 1 % a alrededor de 150 % bwc. En numerosas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas, y también puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento. En diversas modalidades, los materiales de cemento comprende al menos cementos de Pórtland; cementos de yeso; cementos con alto contenido de alúmina; cementos de escoria; cementos con alto contenido de óxido de magnesio; cementos de esquisto; cementos ácidos/básicos; cementos de ceniza volante; sistemas de cemento de zeolita; sistemas de cemento de polvo de horno; cementos microfinos; metacaolín; piedra pómez; y/o combinaciones de estos. En otras modalidades, la composición de cemento puede comprender además al menos resinas; látex; estabilizadores; sílice; puzolanas; microesferas; superabsorbentes acuosos; agentes viscosificantes; agentes de suspensión; agentes dispersantes; sales; acelerantes; tensioactivos; retardantes; desespumantes; agentes de prevención de sedimentación; materiales espesantes; agentes de control de pérdida de fluidos; elastómeros; esquisto vitrificado; aditivos de control de migración de gas; agentes de acondicionamiento de formaciones; y/o combinaciones de estos.

Nanomateriales

Los materiales con nanoestructura útiles en la presente invención incluyen la nanosílice, el nanocarbonato, la nanoalúmina y cualquier combinación de estos. Algunos ejemplos de modalidades de las composiciones de cemento comprenden nanosílice. La nanosílice puede describirse como nanosílice particulada. Es decir, la nanosílice puede ser de naturaleza particulada y no, por ejemplo, una sílice coloidal o una suspensión de sílice en solución. En efecto, en una modalidad, la nanosílice particulada puede agregarse a la composición de cemento como un polvo de nanosílice seco. De manera general, la nanosílice particulada puede definirse como nanosílice que tiene un tamaño de partícula menor o igual a alrededor de 100 nanómetros ("nm"). Por ejemplo, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula en el intervalo de alrededor de 1 nm a alrededor de 100 nm. En determinados ejemplos de modalidades, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula menor o igual a alrededor de 50 nm. Por ejemplo, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula en el intervalo de alrededor de 5 nm a alrededor de 50 nm. En determinados ejemplos de modalidades adicionales, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula menor o igual a alrededor de 30 nm. Por ejemplo, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula en el intervalo de alrededor de 5 nm a alrededor de 30 nm. Sin embargo, debería observarse que la nanosílice particulada puede utilizarse en combinación con partículas de sílice de diferentes tamaños de acuerdo con las modalidades de la presente. Por ejemplo, se puede incluir una cantidad de partículas de sílice con tamaños de partícula mayores que 100 nm en una composición de cemento de acuerdo con modalidades de la presente.

La nanosílice particulada que se utiliza en las modalidades de la presente, la cual puede incluir dióxido de silicio, puede tener un impacto en determinadas características físicas de los cementos resultantes. Por ejemplo, en relación con la inclusión de sílice coloidal o partículas de sílice más grandes en una suspensión de cemento, la inclusión de nanosílice particulada en la suspensión de cemento puede proporcionar propiedades mecánicas mejoradas, tales como resistencia a la

compresión, resistencia a la tracción, módulo de Young y coeficiente de Poisson. Además, la nanosílice particulada también puede incluirse en la composición de cemento como un acelerador del fraguado para acelerar el tiempo de fraguado de la composición de cemento resultante. Por consiguiente, una composición de cemento de acuerdo con modalidades de la presente puede comprender una cantidad suficiente de nanosílice particulada para proporcionar las características deseadas en un cemento resultante, en ejemplos de modalidades, la nanosílice particulada puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad en el intervalo de alrededor de 0,1 a alrededor de 5 gps. En ejemplos de modalidades, la nanosílice particulada puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad en el intervalo de alrededor de 0,5 a alrededor de 3,0 gps. Si bien las nanopartículas pueden incluir nanosílice, debería comprenderse que la composición de cemento puede comprender menos de alrededor de 25% de sílice bwc, de acuerdo con modalidades de la presente invención. Puede ser conveniente utilizar otros tipos de nanomateriales, de acuerdo con modalidades de la presente invención. Los ejemplos de esas nanopartículas incluyen nanoalúmina, nanocarbonato y combinaciones de estos. En determinados ejemplos de modalidades, las nanopartículas pueden ser de naturaleza particulada y no, por ejemplo, una nanopartícula coloidal o una suspensión de la nanopartícula en solución. Además, si bien la discusión que antecede se dirige al uso de nanosílice particulada en métodos de cementación de pozos, los expertos en la técnica apreciarán que la técnica de la presente también abarca el uso de nanopartículas en cualquiera de una variedad de tratamientos subterráneos diferentes.

Fluidos de base acuosa

Un fluido de base acuosa en las composiciones de cemento de la invención se encuentra presente en una cantidad suficiente para crear una suspensión que se pueda bombear para la introducción en el interior del pozo. En algunas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas. El agua puede ser agua dulce,

agua salobre, agua salada o cualquier combinación de estas. En determinadas modalidades, el agua puede estar presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 95% en peso de la composición de cemento, de alrededor de 28% a alrededor de 90% en peso de la composición de cemento, o de alrededor de 36% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento.

Arcilla sintética

En las composiciones de cemento de la invención se encuentran presentes arcillas sintéticas. Los ejemplos de arcillas sintéticas adecuadas incluyen, de modo no taxativo, silicatos en capas. En algunas modalidades, los cementos de la presente invención no incluyen la incorporación de una arcilla natural. En determinadas modalidades, las arcillas sintéticas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de 0,1 a alrededor de 3,0 % en peso.

Modificadores tixotrópicos

En las composiciones de cemento de la invención se encuentran presentes modificadores tixotrópicos. Los ejemplos de modificadores tixotrópicos adecuados incluyen sílice de gran área superficial finamente dividida, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. Un aditivo de cemento líquido hecho a partir de silicio finamente dividido y con gran área superficial, conocido comercialmente como Microblock, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. Un aditivo de cemento que incrementa el volumen, disminuye la densidad y suministra una acción detergente, se conoce comercialmente como Econolite, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX, que también puede impartir tixotropía a una suspensión de cemento. Un aditivo de cemento de peso ligero útil como modificador tixotrópico, es una suspensión ácida cíclica coloidal que contiene partículas de ácido silícico, que por lo general presentan un tamaño de partícula menos de alrededor de 20 nm, conocido comercialmente como GasCon 469, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. En determinadas modalidades, los modificadores tixotrópicos se

encuentran presente en la cantidad de alrededor de 0,1 % a alrededor de 150 % bwc.

Material de cemento

Puede utilizarse una variedad de cementos en la presente invención, incluidos los cementos compuestos por calcio, aluminio, silicio, oxígeno, y/o azufre, los cuales pueden fraguarse y endurecerse mediante reacción con agua. Esos cementos hidráulicos incluyen cementos de Pórtland, cementos de yeso, cementos con alto contenido de alúmina, cementos de escoria, cementos con alto contenido de óxido de magnesio, cementos de esquisto, cementos ácidos/básicos, cementos de ceniza volante, sistemas de cemento de zeolita, sistemas de cemento de polvo de horno, cementos microfinos, metacaolín, piedra pómez y sus combinaciones. En algunas modalidades, los cementos de Pórtland del API adecuados provienen de las Clases A, C, H y G.

Densidad de la suspensión

En determinadas modalidades, las composiciones de cemento tienen una densidad de suspensión que se puede bombear para la introducción en el interior del pozo. En ejemplos de modalidades, la densidad de la composición de cemento en suspensión es de alrededor de 838 (kg/m^3) a alrededor de 2397 (kg/m^3), de alrededor de 958.6 (kg/m^3) a alrededor de 2157 (kg/m^3) o de alrededor de 1078 (kg/m^3) a alrededor 2037 (kg/m^3).

Aditivos de cemento

Las composiciones de cemento de la invención pueden contener aditivos. En determinadas modalidades, los aditivos comprenden al menos resinas, látex, estabilizadores, sílice, puzolanas, microesferas, superabsorbentes acuosos, agentes viscosificantes, agentes de suspensión, agentes dispersantes, sales, acelerantes, tensioactivos, retardantes, desespumantes, agentes de prevención de sedimentación, materiales espesantes, agentes de control de pérdida de fluidos, elastómeros, esquisto vitrificado, aditivos de control de migración de gas, agentes

de acondicionamiento de formaciones y/o combinaciones de estos.

Los ejemplos de composiciones de cemento que se describen en la presente pueden afectar directa o indirectamente a uno o más componentes o equipos relacionados con la preparación, el suministro, la recaptura, el reciclaje, la reutilización y/o el desecho de las composiciones de cemento descritas. Por ejemplo, y con referencia a la FIG. 1, las composiciones de cemento descritas pueden afectar directa o indirectamente a uno o más componentes o equipos asociados con un ejemplo de montaje de perforación de pozo 100, de acuerdo con una o más modalidades. Debería observarse que si bien la FIG. 1 representa, de manera general, un montaje de perforación terrestre, los expertos en la técnica reconocerán fácilmente que los principios descritos en la presente pueden aplicarse igualmente a operaciones de perforación submarina que emplean plataformas y equipos de perforación flotantes o marítimos, sin apartarse del alcance de la descripción.

Tal como se ilustra, el montaje de perforación 100 puede incluir una plataforma de perforación 102 en la cual se apoya una torre de perforación 104 que tiene un aparejo móvil 106 para levantar y bajar una sarta de perforación 108. La sarta de perforación 108 puede incluir, de modo no taxativo, una columna de perforación y tubería flexible, tal como es de conocimiento general para los expertos en la técnica. La sarta de perforación 108 se apoya sobre un vástago de perforación 110, a medida que este desciende a través de una mesa rotatoria 112. Una barrena de perforación 114 se encuentra acoplada al extremo distal de la sarta de perforación 108 y es accionada ya sea por un motor en el fondo del pozo y/o mediante la rotación de la sarta de perforación 108 desde la superficie del pozo. A medida que la barrena 114 gira, crea un agujero 116 que penetra varias formaciones subterráneas 118.

Una bomba 120 (por ejemplo, una bomba de lodo) hace circular el fluido de perforación 122 a través de una tubería de alimentación 124 y hacia el vástago de perforación 110, que transporta el fluido de perforación 122 hacia el fondo del pozo a través del interior de la sarta de perforación 108 y a través de uno o más

orificios en la barrena de perforación 114. Luego, se hace circular el fluido de perforación 122 nuevamente hacia la superficie a través de un espacio anular 126 definido entre la sarta de perforación 108 y las paredes del agujero 116. En la superficie, el fluido de perforación 122 usado o que se vuelve a circular sale del espacio anular 126 y se puede transportar hacia una o más unidades de procesamiento de fluidos 128 a través de una línea de flujo interconectada 130. Después de atravesar la o las unidades de procesamiento de fluidos 128, un fluido de perforación 122 "limpio" se deposita en una pileta de retención 132 cercana (es decir, una pileta de lodo). Si bien se ilustran dispuestas en la salida del pozo 116 a través del espacio anular 126, los expertos en la técnica se darán cuenta fácilmente que la o las unidades de procesamiento de fluidos 128 pueden disponerse en cualquier otra ubicación en el montaje de perforación 100 para facilitar su funcionamiento adecuado, sin apartarse del alcance de la descripción.

Pueden agregarse una o más de las composiciones de cemento descritas al fluido de perforación 122 a través de una tolva de mezcla 134 acoplada de manera comunicativa o de otro modo en comunicación fluida con la pileta de retención 132. La tolva de mezcla 134 puede incluir, de modo no taxativo, mezcladores y equipos de mezcla relacionados conocidos por los expertos en la técnica. En otras modalidades, sin embargo, las composiciones de cemento descritas se pueden agregar al fluido de perforación 122 en cualquier otra ubicación en el montaje de perforación 100. En al menos una modalidad, por ejemplo, puede haber más de una pileta de retención 132, tal como múltiples piletas de retención 132 en serie. Además, la pileta de retención 132 puede representar uno o más centros y/o unidades de almacenamiento de fluido, donde las composiciones de cemento descritas se pueden almacenar, reacondicionar y/o regular hasta agregarse al fluido de perforación 122.

Tal como se mencionó anteriormente, las composiciones de cemento descritas pueden afectar directa o indirectamente a los componentes y equipos del montaje de perforación 100. Por ejemplo, las composiciones de cemento descritas pueden afectar directa o indirectamente a la o las unidades de procesamiento de fluidos 128, que pueden incluir, de modo no taxativo, un agitador (por ejemplo, agitador

de esquisto), una centrifugadora, un hidrociclón, un separador (incluidos los separadores magnéticos y eléctricos), un separador de limo, un desarenador, un separador, un filtro (por ejemplo, filtros de tierra diatomácea), un intercambiador de calor y/o cualquier equipo de reciclaje de fluido. Las unidades de procesamiento de fluidos 128 pueden incluir además uno o más sensores, calibradores, bombas, compresores y similares usados para almacenar, monitorear, regular y/o reacondicionar los ejemplos de composiciones de cemento.

Las composiciones de cemento descritas pueden afectar directa o indirectamente a la bomba 120, que incluye de forma representativa cualquier conducto, tubería, remolque, estructura tubular y/o tubo que se use para transportar de forma fluídica las composiciones de cemento hacia el interior del pozo, cualquier bomba, compresor o motor (por ejemplo, en la parte superior o en el fondo del pozo) que se use para poner las composiciones de cemento en movimiento, cualquier válvula o junta relacionada que se use para regular la presión o velocidad de flujo de las composiciones de cemento, así como cualquier sensor (es decir, de presión, temperatura, velocidad de flujo, etc.), calibrador y/o combinaciones de estos, y similares. Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a la tolva de mezcla 134 y la pileta de retención 132 y sus distintas variantes.

Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a los distintos equipos y herramientas del fondo del pozo que pueden entrar en contacto con las composiciones de cemento tales como, de modo no taxativo, la sarta de perforación 108, flotadores, portamechas, motores de lodo, motores de fondo de pozo y/o bombas asociadas a la sarta de perforación 108 y herramientas de MWD/LWD y equipos de telemetría relacionados, sensores o sensores distribuidos asociados a la sarta de perforación 108. Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a cualquier intercambiador de calor, válvula y dispositivo de accionamiento de fondo de pozo correspondiente, cierres de herramientas, obturadores y otros dispositivos o componentes de aislamiento del pozo y

similares asociados al pozo 116. Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a la barrena de perforación 114, que puede incluir, de modo no taxativo, barrenas de conos giratorios, barrenas de PDC, barrenas de diamante natural, abrehoyos, escariadores, barrenas de extracción de núcleos, etc.

Si bien no se ilustran específicamente en la presente, las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a cualquier equipo de suministro o transporte que se use para transportar las composiciones de cemento al montaje de perforación 100 tal como, por ejemplo, cualquier recipiente de transporte, conducto, tubería, remolque, tubular y/o cañería que se use para mover de forma fluídica las composiciones de cemento de una ubicación a otra, cualquier bomba, compresor o motor que se use para poner en movimiento las composiciones de cemento, cualquier válvula o junta relacionada que se use para regular la presión o velocidad de flujo de las composiciones de cemento y cualquier sensor (es decir, presión y temperatura), calibradores y/o combinaciones de estos, y similares.

Habiéndose descrito la invención en líneas generales, se proporcionan los siguientes ejemplos como modalidades particulares de la invención y a los efectos de demostrar su puesta en práctica y sus ventajas. Se comprende que los ejemplos se proporcionan a modo ilustrativo y no se pretende que limiten de forma alguna la memoria descriptiva ni las reivindicaciones que siguen.

EJEMPLOS

Preparación de las suspensiones

Se prepararon catorce suspensiones de cemento diferentes (Suspensión 1 - Suspensión 14). Las suspensiones se prepararon mediante la hidratación de la arcilla en agua a 4000 rpm en un mezclador de Waring y mediante la posterior incorporación de cemento, cemento de micromatriz, nanosílice, Microblock™ y Econolite™ al agua de mezcla para formar la suspensión respectiva. Luego se evaluaron las suspensiones para determinar diversas propiedades físicas de las

diferentes suspensiones. Todas las pruebas se realizar mediante el uso de API RP-10B -2, julio de 2010.

TABLA 1: Diseños de suspensiones con reología y resistencia de gel

Material	Suspensión 1	Suspensión 2	Suspensión 3	Suspensión 4
Cemento de clase G	100	100	100	100
% pp de Laponite™ EP	1	2	2	2
Nanosílice gps	-	-	1	-
Microblock™ gps	-	-	-	10
Agua gps	35,4	35,5	35,73	48,53
Reología en FYSA	110°F	110°F	110°F	110°F
3	2	5	19	32
6	3	7	20	34
100	10	13	24	48
200	12	17	27	54
300	18	21	30	64
10 s gel 0.049 kg/m2	3	7	19	34
10 min gel 0.049 kg/m2	18	34	41	54

Para determinar el efecto del contenido de cloruro presente en el agua sobre los cementos, se elaboró una mezcla de cemento que incluía el silicato en capas Laponite™ EP de acuerdo con la Tabla 2. Los resultados, incluida la resistencia de gel, se resumen en la Tabla 3.

TABLA 2: Diseño de suspensión de Laponite EP

Material	Suspensión 5
% bwc de cemento de clase G	100
% bwc de cemento Micro Matrix™	20
% pp de Laponite™ EP	1,5
Nanosílice gps	1,5
Microblock™ gps	4
Econolite™ líquido gps	0,5
Agua gps	47,71

TABLA 3: Efecto del contenido de cloruro en agua sobre la reología y la resistencia de gel

FFYSA rpm	Suspensión 5					
	Agua dulce		2000 ppm de agua con cloruro		Agua de mar	
	26°C	48°C	26°C	48°C	26°C	48°C
200	55	60	55	60	50	40
100	50	55	50	60	50	45
60	43	45	45	45	40	30
30	40	40	43	45	35	25
6	35	30	35	35	35	20
3	35	30	35	35	35	20
10 s gel	35	30	38	42	57	20
10 min gel	70	90	85	100	125	70

El Laponite™ EP muestra un buen registro de resistencia de gel en agua dulce y en agua de mar.

(B) Diseños de suspensiones adicionales con Laponite™ EP

La Tabla 4 a continuación resume diferentes muestras de suspensiones que incluyen Laponite EP y agua dulce. La Tabla 5 muestra las propiedades reológicas.

TABLA 4: Diferentes diseños de suspensiones de Laponite™ EP

Material	Suspensión 6	Suspensión 7	Suspensión 8
% bwc de cemento de clase G	100	100	100
% bwc de cemento Micro Matrix™	10	13	13
% bwc de silicalita™	40	50	30
Nanosílice gps	1,5	1,5	1,5
% bww de Laponite™ EP	1,5	1,5	1,5
% bwc de SA-1015™	0,1	0,1	0,1
% bwc de metacaolín	-	-	20
Agua dulce gps	51,7	46,1	47

TABLA 5: Reología en FYSA

	Suspensión 6	Suspensión 7	Suspensión 8
F1 Bob	87°C	87°C	87°C
3	14	6	7
6	15	7	8
100	40	21	19
200	48	28	22
300	52	29	23

TABLA 6: Diferentes diseños de suspensiones de Laponite™ EP en agua dulce y agua salada

Material	Suspen-sión 9	Suspen-sión 10	Suspen-sión 11	Suspen-sión 12	Suspen-sión 13	Suspen-sión 14
% bwc de cemento de clase G	100	100	100	100	100	100
% bwc de cemento Micro Matrix™	10	13	13	13	13	13
% bwc de silica-lita™	40	-	-	-	-	-
Nanosí-lice gps	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
% bww de Laponite ™ EP	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
% bwc de metacao-lín	-	50	50	-	-	-
% bwc de escoria de GGBF	-	-	-	50	-	-
% bwc de GasCon™ 469	-	-	-	-	5	-
Microblo ck™ gps	-	-	-	-	-	4

Agua dulce gps	51,7	48,5	-	-	-	-
Agua salada	-	-	56,4	57,2	36,0	43,8

TABLA 7: Reología y resistencia de gel en FYSA

	Suspensión 9	Suspensión 10	Suspensión 11	Suspensión 12		Suspensión 13		Suspensión 14	
FYSA	87°C	87°C	87°C	26 °C	87° C	26° C	87°C	26 °C	87°C
3	34	25	10	12	3	17	24	15	7
6	32	22	9	13	4	18	19	13	5
100	39	27	11	15	6	25	17	21	9
200	40	33	12	18	8	29	18	22	14
300	39	37	16	21	13	30	21	25	18
10 s gel	34	13	15	10	6	17	10	14	10
10 min gel	294	240	300^{+}	91	26	27	300^{+}	70	32

Econolite™ es un aditivo de cemento para aumentar el volumen y disminuir la densidad, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. La escoria GGBF es escoria molida, granulada y de horno alto. El cemento Micro Matrix™ es un cemento ultrafino, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX, y útil para la cementación en los casos en que se requiere la penetración de grietas pequeñas. SA-1015™ es un aditivo de cemento que actúa como un agente de suspensión, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. El aditivo de cemento Silicalite™ está hecho de una sílice de gran área superficial finamente dividida, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX, y

puede impartir tixotropía a algunas suspensiones de cemento.

Tal como se observó en los ejemplos anteriores, los cementos de la presente invención tienen propiedades reológicas y tixotrópicas mejoradas. Los cementos resultantes tienen un contenido sólido bajo, dependen del cizallamiento y son eficaces en un intervalo amplio de temperaturas.

Si bien se han mostrado y descrito modalidades preferidas de la invención, el experto en la técnica puede realizar modificaciones a estas sin apartarse del espíritu y los principios de la invención. Las modalidades descritas en la presente son meramente ilustrativas y no se pretende que sean taxativas. Son posibles muchas variaciones y modificaciones de la invención descrita en la presente y estas quedan comprendidas dentro del alcance de la invención. Se pretende que el uso del término «opcionalmente» con respecto a cualquier elemento de una reivindicación indique que el elemento objeto es necesario o, de manera alternativa, no es necesario. Se pretende que ambas alternativas queden comprendidas dentro del alcance de la reivindicación.

Muchas otras modificaciones, equivalentes y alternativas serán evidentes para los expertos en la técnica una vez que se tenga en cuenta la descripción anterior en su totalidad. Se pretende que las siguientes reivindicaciones comprendan todas las modificaciones, equivalentes y alternativas mencionadas, cuando corresponda.

RESUMEN

Un método de cementación de una formación subterránea incluye proporcionar una composición de cemento que comprende material de cemento, fluido de base acuosa, nanopartículas, arcilla sintética y un modificador tixotrópico, donde los materiales sólidos constituyen de alrededor de 0% en peso a alrededor de 40% en peso del peso total de la composición de cemento; introducir la composición de cemento en una formación subterránea; y permitir que la composición de cemento fragüe en la formación subterránea. Las composiciones de cemento incluyen material de cemento, fluido de base acuosa, nanopartículas, arcilla sintética y un modificador tixotrópico.