(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 746 060**

(51) Int. CI.:

C01F 7/02 (2006.01)
C09K 8/68 (2006.01)
C09K 8/88 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2012 PCT/US2012/051819**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2013 WO13115845**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2012 E 12867596 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 2809616**

(54) Título: **Agentes tixotrópicos y procedimientos de uso**

(30) Prioridad:

31.01.2012 US 201261592869 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.03.2020

(73) Titular/es:

SASOL PERFORMANCE CHEMICALS GMBH (100.0%)
Anckelmannsplatz 1
20537 Hamburg, DE

(72) Inventor/es:

BARCLAY, DAVID A.

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Agentes tixotrópicos y procedimientos de uso

Campo de la invención

La presente invención se refiere a agentes tixotrópicos para su uso en una amplia variedad de aplicaciones, por ejemplo, en la fractura de fluidos utilizados en la industria del petróleo y el gas, y a los procedimientos de uso de dichos agentes tixotrópicos.

Antecedentes de la invención

Los agentes tixotrópicos encuentran uso en una amplia variedad de aplicaciones, desde la preparación de alimentos hasta el uso en fluidos en fondo de pozo utilizados en la perforación, terminación y producción de pozos de petróleo y gas. En particular, y con respecto a la industria del petróleo y el gas, la fracturación hidráulica de formaciones de fondo de pozo para mejorar las técnicas de recuperación está aumentando espectacularmente. Como es bien sabido, en Estados Unidos hay numerosas formaciones de esquisto bituminoso que contienen billones de pies cúbicos de gas natural y miles de millones de barriles de petróleo. El problema con estas formaciones de esquisto es que el petróleo y / o el gas están fuertemente unidos debido al tamaño de poro generalmente pequeño del esquisto. En consecuencia, a diferencia de otras formaciones, el petróleo y el gas no se liberan fácilmente de la formación para la producción. Para superar esta dificultad, los operadores han recurrido a la fracturación hidráulica o "fracking".

En el fracking, el fluido, por ejemplo, un líquido, gas o fluido bifásico, se inyecta en una formación de fondo de pozo a presión y velocidad de flujo suficientes para fracturar la formación subterránea. Normalmente, un material sustentante, tal como arena, grava fina, bauxita sinterizada, cuentas de vidrio o similares se pueden introducir en las fracturas para mantenerlas abiertas, es decir, apuntalado. Estas fracturas apuntaladas proporcionan canales de flujo más grandes a través de los cuales puede fluir una mayor cantidad de hidrocarburos, aumentando así la capacidad de producción de un pozo.

Se sabe que utiliza materiales hidrofílicos, a veces denominados "agentes gelificantes" para aumentar la viscosidad de los fluidos de fracturación líquidos. Estos fluidos de fracturación acuosos de alta viscosidad conducen al desarrollo de fracturas más anchas para mejorar la productividad aún más en las formaciones, aumentar la capacidad de carga del agente sustentarte del líquido de fractura y permitir un mejor control de la pérdida de líquido.

Adicionalmente, los fluidos de tratamiento de alta viscosidad se utilizan para llevar a cabo terminaciones de pozos subterráneos, para transportar arena en procedimientos de compactación de arena y grava y en varios otros procedimientos de tratamiento de pozos. Además, los fluidos de tratamiento de alta viscosidad tienen la capacidad de limpiar aplicaciones tales como la limpieza de productos tubulares, equipos de producción y equipos industriales.

Se han usado agentes gelificantes hidrofílicos, tales como poliacrilamidas parcialmente hidrolizadas, gomas naturales, gomas naturales modificadas, polímeros de celulosas y xantanos en el pasado para aumentar la viscosidad de los medios acuosos. Sin embargo, en muchos casos, los geles producidos con estos agentes gelificantes tienen una estabilidad limitada a temperaturas elevadas, es decir, la viscosidad del gel en solución acuosa disminuye sustancialmente después de un corto período de tiempo. Por otro lado, también se han utilizado productos químicos que reticulan agentes gelificantes hidratados complejos para aumentar aún más su viscosidad, véanse, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos números 3.888.312; 4.021.355; 4.033.415; 3.959.003; 3.979.303; 4.413.834; 4.324.668; y 4.579.670.

El documento US 2009/0048126 A1 enseña un procedimiento para tratar una formación subterránea penetrada por un pozo con un fluido de tratamiento que comprende un polímero hidratable, tal como un polímero de polisacárido, una sal metálica divalente y un agente reticulante de aluminio. La referencia enumera muchas fuentes potenciales de iones de aluminio para la reticulación, pero ninguna boehmita que tenga un tamaño de cristalito de menos de 100 Å medido en el plano 120.

El documento WO 2006/060510 A2 describe dispersiones acuosas de alúmina que tienen tamaños de cristalitos muy diferentes. No se enseña ningún efecto de reticulación de la alúmina en la referencia.

D. Panias y A. Krestou: "Effect of synthesis parameters on precipitation of nanocrystalline boehmite from aluminate solutions" en Powder Technology, Volumen 175 (2007), Número 3, páginas 163-173, Elsevier en la Figura 7 enseña cómo la temperatura y el pH afectan el tamaño del cristalito. Sin embargo, no se enseña por qué una alúmina específica que tiene un tamaño de cristalito específico puede usarse para mejorar la reticulación.

Sumario de la invención

En un aspecto, la presente invención proporciona un agente tixotrópico de acuerdo con la reivindicación 1.

En otro aspecto, la presente invención proporciona una composición de fracturación que comprende un medio acuoso y el agente tixotrópico de acuerdo con la reivindicación 1, así como el uso de la composición para la fracturación.

Estas y otras características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un gráfico que muestra la relación entre la viscosidad y el esfuerzo cortante para varios geles de alúmina guar y geles de guar y borato a diversas concentraciones.
La figura 2 es un gráfico similar a la figura 1 que muestra la relación entre el esfuerzo cortante y la viscosidad para varios guar gelificados con alúmina y ácido bórico.
La figura 3 es un gráfico que muestra cómo la alteración de la cantidad de alúmina cambia el carácter viscoelástico del gel reticulado.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Si bien la presente invención se describirá con referencia a un polisacárido, particularmente un polisacárido del tipo galactomanano reticulado o en complejo con un compuesto de alúmina, se entenderá, como se ve más adelante, que la invención no está tan limitada.

Químicamente, la goma guar es un polisacárido compuesto por los azúcares galactosa y manosa. La estructura básica es una cadena lineal de restos de manosa unidos por enlaces beta-1,4 a los cuales se unen restos de galactosa a través de enlaces 1, 6 en cada segunda manosa, formando ramas laterales cortas. La estructura de la goma guar es bien conocida y no es necesario exponerla en el presente documento. La goma guar se puede reticular para formar una estructura de gel fuerte uniendo los grupos OH-. Normalmente, esta reticulación se ha llevado a cabo utilizando borato al menos en relación con las operaciones de petróleo y gas en el fondo del pozo. También se sabe que reticula la goma guar con complejos de titanio y compuestos de circonio.

Debido al rápido aumento de la perforación en Estados Unidos, particularmente en formaciones de esquisto que contienen hidrocarburos fuertemente unidos, el precio de la goma guar ha aumentado dramáticamente en los últimos años. Además, la goma guar es limitada en cantidad y la calidad del producto disponible se ha deteriorado.

En relación con la producción de petróleo y / o gas a partir de la formación de esquisto, normalmente se usa un fluido de fractura como se ha descrito anteriormente. En este sentido y con respecto a la goma guar, un fluido de fractura ampliamente utilizado comprende goma guar dispersa en agua para formar un fluido viscoso, seguido de la adición de ácido bórico a un pH superior a aproximadamente 9,5 para liberar boro / borato del ácido bórico. Esta última especie reacciona con los grupos OH- en el guar para reticularse y formar una estructura de gel fuerte. El orden de la adición de la base y el ácido bórico se puede invertir. El gel fuerte generalmente se forma en el fondo del pozo en la zona de terminación de un pozo y con la aplicación de presión, se utiliza para fracturar la formación para mejorar la recuperación de petróleo y gas del pozo.

Ahora se ha descubierto que ciertas alúminas de boehmita se pueden usar para reticular goma guar en agua. El agente de reticulación de alúmina se puede usar para ajustar las propiedades reológicas del gel de guar para lograr geles diferentes y potencialmente más fuertes según sea necesario, que se puede hacer usando los sistemas tradicionales de goma guar / borato. En consecuencia, la presente invención se puede usar para reducir la cantidad de guar necesaria para producir una estructura de gel de propiedades reológicas comparables a la producida de manera convencional. Adicionalmente, se ha descubierto que usando las alúminas de la presente invención como agente de reticulación, los geles de guar reticulados se pueden tratar en, condiciones de pH ácido, neutro y básico. Esto ofrece una flexibilidad en las operaciones de fracking que hasta ahora no tenían.

Como se ha indicado, las alúminas adecuadas en la presente invención son, preferentemente, alúminas de boehmita (o pseudoboehmita). Las alúminas de boehmita tienen un tamaño de cristalito de menos de 100 Å medido en el plano 120. Las alúminas preferidas son dispersables en agua en el sentido de que pueden descomponerse en cristalitos o en casi cristalitos fundamentales por acción del ácido, ya sea por un pretratamiento de la alúmina o por predispersión con ácido en agua durante un período de tiempo adecuado.

El análisis de RMN de diversas alúminas de boehmita que son útiles en la presente invención ha revelado que las alúminas, que actúan efectivamente como agentes de reticulación, puede correlacionarse con un pico de RMN específico medido para el núcleo Al-27. El pico se produce a 80 ppm y corresponde a una especie de aluminato simétrica y tetraédrica que se forma durante la dispersión de ciertas alúminas que es responsable de la actividad de reticulación. También se ha descubierto que a medida que este pico aumenta en intensidad, la alúmina es más capaz de reticularse guar en solución. Por otro lado, si la alúmina no muestra este pico de RMN particular, no se reticulará. El pico de Al-27 NMR está relacionado con la especie de alúmina reticulante activa que tiene una especie de alúmina tetraédrica de las siguientes fórmulas:

$Al(OH)_4^-$ o $Al(OR)_4^-$ y mezclas de los mismos

en donde R es un grupo saliente orgánico que puede asociarse con la alúmina en esta configuración en el sentido de que durante el proceso de reticulación puede disociarse de los cristalitos de alúmina y luego reaccionar con los grupos hidroxilo del material orgánico polimérico. R puede ser cualquier grupo saliente orgánico que se disocia fácilmente del enlace Al-O haciendo que sea libre para reticularse con el polímero. Un análisis adicional del pico de RMN a 80 ppm y, en particular, la integración del mismo de varias alúminas en dispersión muestra que DISPAL 25SR[1] (la alúmina de boehmita se envejeció hidrotérmicamente en presencia de PTSA y se secó por pulverización), que es un producto a base de ácido para-toluenosulfónico (PTSA), muestra hasta cincuenta veces más de las especies de alúmina tetraédrica presentes en solución en comparación con otras alúminas. Además, esta alúmina particular (PTSA) reticula el guar a concentraciones más bajas que algunas de las otras alúminas de boehmita.

Dependiendo de la alúmina empleada, la reticulación de la goma guar se produce a pH ácido a casi neutro sin la adición de ninguna base o ajuste al pH. En presencia de ácido nítrico, ciertas alúminas de boehmita reticulan fácilmente la goma guar. En otros casos, la reticulación con algo de alúmina de boehmita se produce a un pH casi neutro a básico cuando se añade una base a la mezcla de goma guar / alúmina.

Ejemplos no limitantes de alúminas disponibles convencionalmente que son útiles como agentes de reticulación incluyen:

1. Dispal 23N4 sol de alúmina[2] - Este reticula el guar a pH ácido añadiéndolo como dispersión a la dispersión de guar.

[2] Sol de alúmina boehmita comercializado por Sasol North America, Inc. que tiene un tamaño de cristalito de 91 Angstroms y un pH de 4,54.

2. Dispal T25N4 sol de alúmina[3] - Este reticula el guar a pH ácido añadiéndolo como dispersión a la dispersión de guar.

[3] Sol de alúmina boehmita comercializado por Sasol North America, Inc. que tiene un tamaño de cristalito de 64,3 Angstroms y un pH de 3,5.

3. Dispal 25SR dispersión de alúmina[4] - Este reticula el guar a pH básico añadiéndolo como una dispersión de agua al guar disperso y, a continuación, elevando el pH utilizando una base.

[4] Sol de alúmina boehmita comercializado por Sasol North America, Inc. que tiene un tamaño de cristalito de 54 Angstroms y un pH de 4,0.

4. Alúmina Catapal A[5] dispersada en solución de ácido nítrico al 5 % - Este reticula el guar a pH ácido añadiéndolo como una dispersión a la dispersión de guar.

[5] Boehmite alumina powder marketed by Sasol North America, Inc.having a crystallite size of 38 to 45 Angstroms.

Cada uno de los productos de alúmina anteriores y similares crea una estructura de gel fuerte mediante la reticulación del guar en una dispersión de agua. Como se ha indicado, la cantidad de guar necesaria para crear un gel reológicamente idéntico en comparación con uno que está reticulado con borato se reduce usando las alúminas de la presente invención como agente de reticulación. Además, las propiedades del gel se pueden "ajustar" añadiendo más o menos de tales alúminas. Esto es único en comparación con el sistema de borato que produce un gel con las mismas propiedades, independientemente de la relación entre el borato y el guar en el sistema. Esta capacidad de producir un gel guar reticulado utilizando menos guar que el empleado convencionalmente con un sistema de borato es extremadamente importante.

Además, es posible invertir la gelificación invirtiendo el pH al que se produce la reticulación. Si la alúmina reticula el polímero en condiciones ácidas, hacer que el gel sea básico hará que el gel vuelva a una dispersión no reticulada. Análogamente, si la reticulación se realiza en condiciones básicas, la fluidez se puede recuperar haciendo que el gel sea ácido.

En la actualidad, aproximadamente el 80 % de toda la producción de guar se produce en la India. Con su uso en operaciones de *fracking* que, según se indica, ha aumentado dramáticamente, el precio del guar ha aumentado en órdenes de magnitud. En consecuencia, la capacidad de reducir la cantidad de guar necesaria para producir un gel reológicamente aceptable para el líquido de fracturación es de gran importancia económica.

En términos generales, se produce un gel de goma guar según la presente invención útil para fracturar fluidos mezclando de 0,1-2 % en peso de goma guar en un medio acuoso, reticulada con aproximadamente 0,1-2 % en peso de las alúminas de boehmita mencionadas anteriormente. En particular, se ha descubierto que el uso de Dispal 23N4 sol añadido a un nivel del 1% a una dispersión acuosa de goma guar al 1% produce un gel de goma guar similar a un gel reticulado de borato típico. Se pueden usar cantidades similares de otros materiales poliméricos orgánicos reticulables y alúmina para hacer la composición gelificada.

Dispal T25N4 sol funciona de manera similar, mientras que una dispersión de Dispal 25SR añadida al 1 % a una dispersión de goma guar, después de ajustar el pH a valores básicos, produce un gel que es hasta diez veces más fuerte que uno producido por el procedimiento convencional de reticulación de borato. El uso de alúmina en la goma guar de reticulación es particularmente ventajoso en relación con la fabricación de fluidos de fracturación, ya que reduce la cantidad de guar necesaria para producir un gel de resistencia comparable al producido por el procedimiento de reticulación de borato convencional. Además, y como se ha indicado, las propiedades del gel pueden modificarse

por la cantidad de alúmina utilizada y, se pueden crear geles ácidos y básicos en comparación con los sistemas de borato que solo tienen un pH básico.

La figura 1 muestra curvas de viscosidad para varios geles de guar y alúmina en comparación con un guar de gel de borato. Como puede observarse a partir de la figura 1, la cantidad de Dispal 23N4 utilizada como agente de reticulación controla la reología del gel. Por ejemplo, el uso de guar al 0,25 % en peso y el aumento de la cantidad de Dispal 23N4 produce geles que comienzan siendo menos viscosos que el guar unido al borato al 1 % pero se vuelven más viscosos a medida que aumenta la alúmina. El límite elástico del gel también aumenta a medida que aumenta el contenido de alúmina.

También se ha descubierto que los geles producidos según la presente invención son viscoelásticos. En particular, los parámetros de un gel de borato estándar se pueden combinar para los componentes viscosos y elásticos utilizando alúmina como agente de reticulación.

Los fluidos de fracturación utilizados en la industria que emplean geles de goma guar generalmente contienen niveles de 0,2 % en peso de guar. Los datos sobre los guar reticulados a este nivel se muestran en la figura 2. Como puede observarse en la figura 2, cuando se usa ácido bórico como agente de reticulación, la mejor viscosidad que se puede lograr es de aproximadamente 100 centipoises (0,100 Pas) usando una relación entre ácido bórico y guar de 0,2 a 1. Por otro lado, y como se muestra en la figura 2, utilizando DISPAL 25SR alúmina, la viscosidad del guar reticulado se puede ajustar a niveles significativamente más altos, o niveles similares dependiendo de la cantidad de alúmina utilizada.

También se ha descubierto que al usar alúmina DISPAL 25SR para reticular el gel resulta en una curva de flujo que tiene una viscosidad de reposo muy alta o una viscosidad con bajo esfuerzo cortante, indicado por las curvas marcadas "Incr" para aumentar el esfuerzo cortante. Después del límite elástico, la viscosidad es baja y, al disminuir el estrés, marcado "Decr" la viscosidad se recupera. Las curvas de flujo muestran baja viscosidad al reducir la tensión hasta tensiones muy bajas, cuando recupera la viscosidad en reposo más alta. Esto puede ser ventajoso, ya que la viscosidad permanece baja después de ceder para que el flujo no sea impedido por la alta viscosidad. Otras medidas oscilatorias se muestran en la figura 3. En la figura 3 se puede ver que alterar la cantidad de alúmina DISPAL 25SR cambia el carácter viscoelástico del gel reticulado de una manera predecible.

Se puede obtener una amplia variación de propiedades en comparación con una reticulación de ácido bórico. Las líneas de tendencia del gráfico que se muestran en la figura 3 muestran que la elasticidad (G') y la viscosidad (G") se pueden ajustar en varios órdenes de magnitud simplemente cambiando la cantidad de alúmina añadida al sistema. Esto debe contrastarse con el ácido bórico, cuando el aumento de la cantidad no altera la naturaleza viscoelástica del gel.

En términos generales, cualquier material polimérico orgánico que tenga grupos hidroxilo libres puede emplearse para producir los geles de la presente invención. Ejemplos no limitativos de tales materiales poliméricos orgánicos incluyen polisacáridos, derivados de éteres de celulosa, tales como hidroxialquilcelulosa, carboxialquilcelulosa, carboxialquilhidroxialquilcelulosa, alcoholes polivinílicos, ácidos poliacrílicos, ácidos polimetacrílicos, goma xantana, goma garrofín, agar, goma de celulosa, pectina, etc.

En un procedimiento, la alúmina y el guar podrían bombearse a la formulación como una dispersión acuosa que incluía un activador de liberación por tiempo para iniciar la reticulación. Asimismo, al aplicar la presente invención a un fluido de fracturación,, se bombearía una dispersión acuosa de la goma guar hacia el fondo de la formación a rastrear, después de lo cual, la dispersión de alúmina podría bombearse en el fondo del pozo para afectar a la reticulación *in situ* de la dispersión de guar. Como alternativa, la goma guar podría dispersarse en un vehículo no acuoso, por ejemplo, diésel o similar, añadiéndose esta dispersión no acuosa al agua para hidratar la goma guar, después de lo cual podría reticularse en la superficie y bombearse a la formación o *in situ* como se ha descrito anteriormente. Usando el último procedimiento en el que la goma guar, antes de hidratarse, se dispersa en un vehículo no acuoso facilita la manipulación, es decir, elimina la necesidad de transferir bolsas de polvo de goma guar al sitio del pozo. El uso de un vehículo no acuoso que permite una alta carga de goma guar, también elimina los problemas relacionados con el crecimiento de bacterias una vez que la goma guar se hidrata. Eficazmente, mediante el uso de estas premezclas no acuosas, es posible transportar mayores volúmenes de goma guar al sitio de lo que podría verse afectado si la goma guar se transportara como un polvo seco al sitio o como una dispersión acuosa, que nuevamente plantea el problema del crecimiento de bacterias antes del uso.

Al usar las alúminas de boehmita de la presente invención, se pueden emplear boehmitas que han sido pretratadas con ácidos, tanto inorgánicos como orgánicos. En este último aspecto, la alúmina se puede tratar con ácido p-toluenosulfónico que proporciona un agente de reticulación que se reticula con goma guar a pH básico, es decir, una alúmina PTSA, que es ácida, se puede añadir a la dispersión de agua de la goma guar y, después, se eleva el pH utilizando una base que reticula la goma guar y forma el gel en condiciones sustancialmente neutras o ligeramente básicas, un escenario que es deseable en ciertos casos. En particular, a menudo se prefiere mantener un pH generalmente neutro por diversas razones. Adicionalmente, la alúmina de boehmita que no se ha pretratado con ácido puede someterse a un tratamiento con ácido durante un período prolongado de tiempo para impartir las propiedades

necesarias, por ejemplo, el tamaño deseado de cristalito, para que sea un agente de reticulación efectivo.

Si bien la invención se ha tratado y descrito anteriormente con respecto a la reticulación de la goma guar, no está limitada a ello.

Un experto en la técnica reconocerá que, además del material reticulable en el agente reticulante de alúmina, la fracturación y otros fluidos de servicio de pozos pueden incluir agentes sustentantes, aditivos químicos, por ejemplo, biocidas, para adaptar el fluido a la situación geológica específica y proteger el pozo durante la operación de fondo de pozo.

Con respecto a la alúmina Dispal 25SR, se ha descubierto que puede hacerse una dispersión acuosa de goma guar que es altamente elástica pero no reticulada si no se añade base. Tal composición puede ser útil en fluidos de control de pérdida de fluido. Una aplicación adicional de las composiciones reticuladas de la presente invención es su uso en retardantes de fuego. Como es bien sabido, las mezclas de retardante de fuego son liberadas por aeronaves para controlar incendios forestales y de matorrales, y con frecuencia contienen guar reticulado como gelificante para hacer que el retardante se adhiera al follaje y mejore la resistencia al fuego. El uso de alúmina como agente de reticulación es muy ventajoso, ya que prácticamente no plantea problemas medioambientales y, según se indica, dado que el gel se puede adaptar más fácilmente que con el uso de borato, sería más económico ya que se puede necesitar menos goma guar para producir geles adecuados.

Aunque en el presente documento se han descrito realizaciones específicas con cierto detalle, se ha realizado únicamente con el propósito de explicar los diversos aspectos de la invención y no pretende limitar el alcance de la invención como se define en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un agente tixotrópico que comprende:
un gel reticulado de un material orgánico polimérico que tiene grupos hidroxilo libres y una alúmina de boehmita **caracterizada por que** la alúmina de boehmita tiene un tamaño de cristalito de menos de 100 Å medido en el plano 120 y que en una dispersión acuosa exhibe un pico de RMN de Al-27 a 80 ppm.

2. El agente tixotrópico de la reivindicación 1, en el que la alúmina de boehmita se puede obtener por envejecimiento hidrotérmico en presencia de ácido paratoluenosulfónico.

3. El agente tixotrópico de la reivindicación 1, en el que dicho material orgánico polimérico es goma guar.

4. El agente tixotrópico de la reivindicación 1, en el que dicho material orgánico polimérico es un polisacárido.

5. El agente tixotrópico de la reivindicación 1, en el que el material polimérico orgánico se selecciona del grupo que consiste en polisacáridos, hidroxialquilcelulosa, carboxialquilcelulosa, carboxialquilhidroxialquilcelulosa, alcoholes polivinílicos, ácidos poliacrílicos, ácidos polimetacrílicos, goma garrofín, agar agar, goma xantana, goma de celulosa, pectina y mezclas de los mismos.

6. Una composición de fracturación que comprende un medio acuoso y el agente tixotrópico de acuerdo con la reivindicación 1.

7. La composición de fracturación de la reivindicación 6, que además incluye un agente sustentante.

8. Un procedimiento de fracturación hidráulica de una formación de fondo de pozo, que comprende introducir en dicha formación la composición de fracturación de la reivindicación 6 a una presión que excede la del gradiente de fractura de la formación.

9. Uso de la composición de cualquiera de las reivindicaciones 6 y 7 para fracturación.

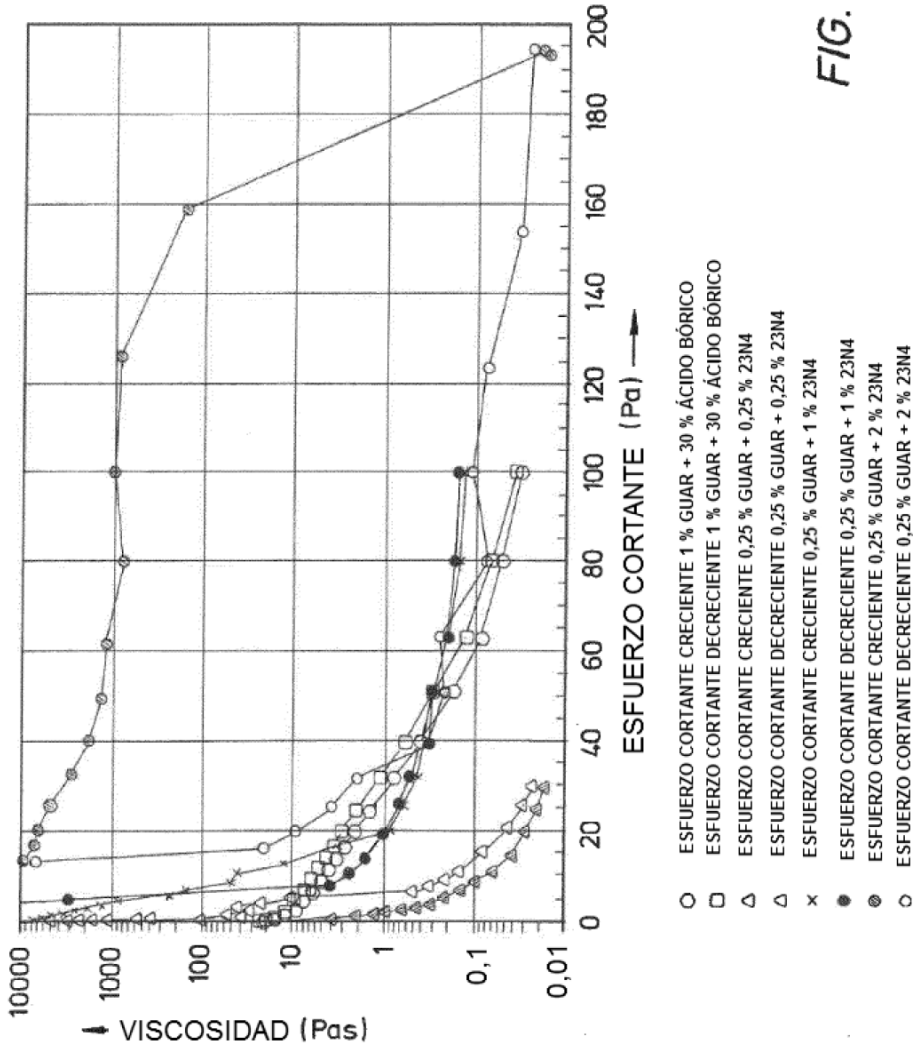

VISCOSIDAD (Pas)
10000
1000
100
10
1
0,1
0,01
ESFUERZO CORTANTE (Pa)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
ESFUERZO CORTANTE CRECIENTE 1 % GUAR + 30 % ÁCIDO BÓRICO
ESFUERZO CORTANTE DECRECIENTE 1 % GUAR + 30 % ÁCIDO BÓRICO
ESFUERZO CORTANTE CRECIENTE 0,25 % GUAR + 0,25 % 23N4
ESFUERZO CORTANTE DECRECIENTE 0,25 % GUAR + 0,25 % 23N4
ESFUERZO CORTANTE CRECIENTE 0,25 % GUAR + 1 % 23N4
ESFUERZO CORTANTE DECRECIENTE 0,25 % GUAR + 1 % 23N4
ESFUERZO CORTANTE CRECIENTE 0,25 % GUAR + 2 % 23N4
ESFUERZO CORTANTE DECRECIENTE 0,25 % GUAR + 2 % 23N4

FIG. 1

FIG. 2

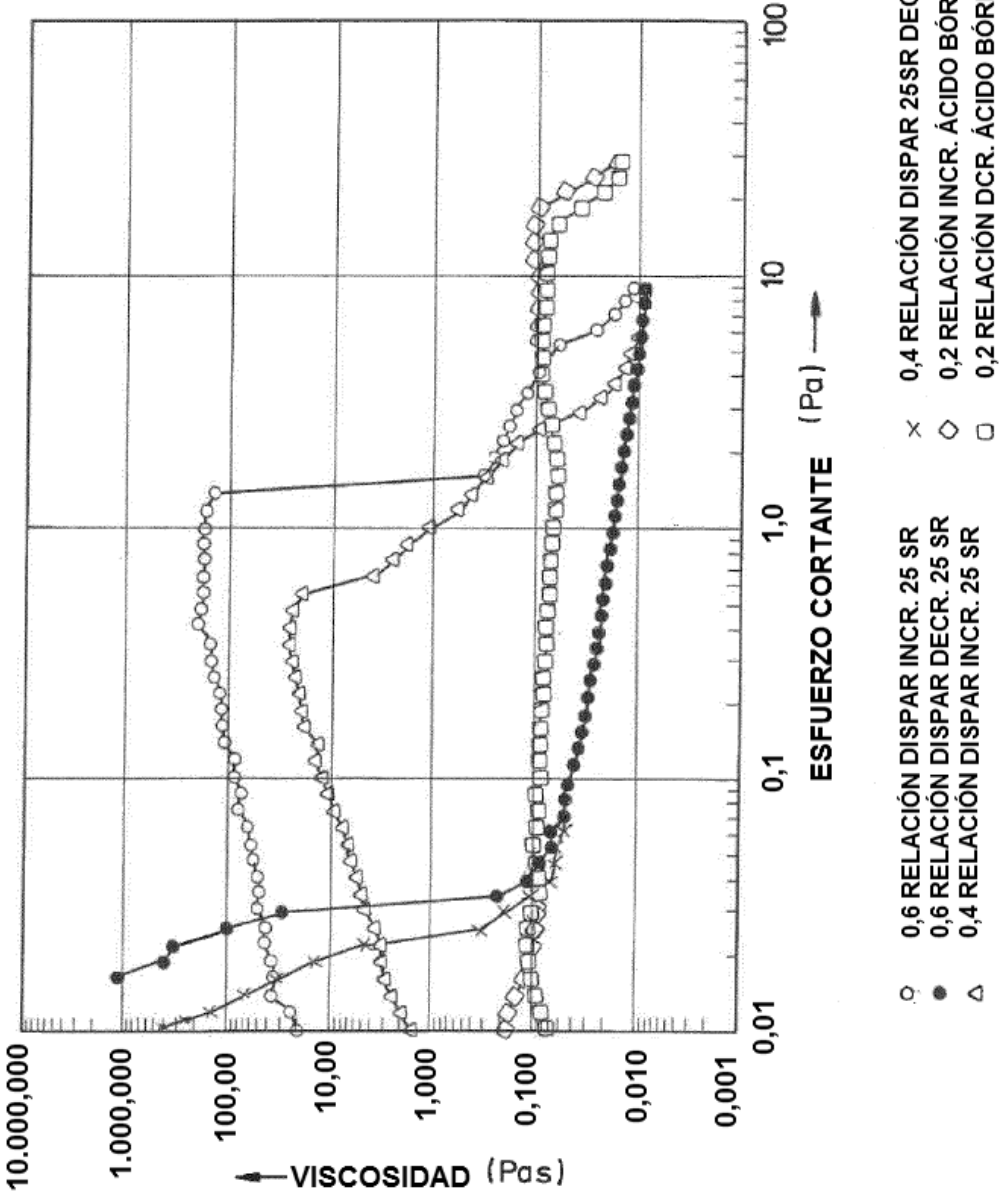
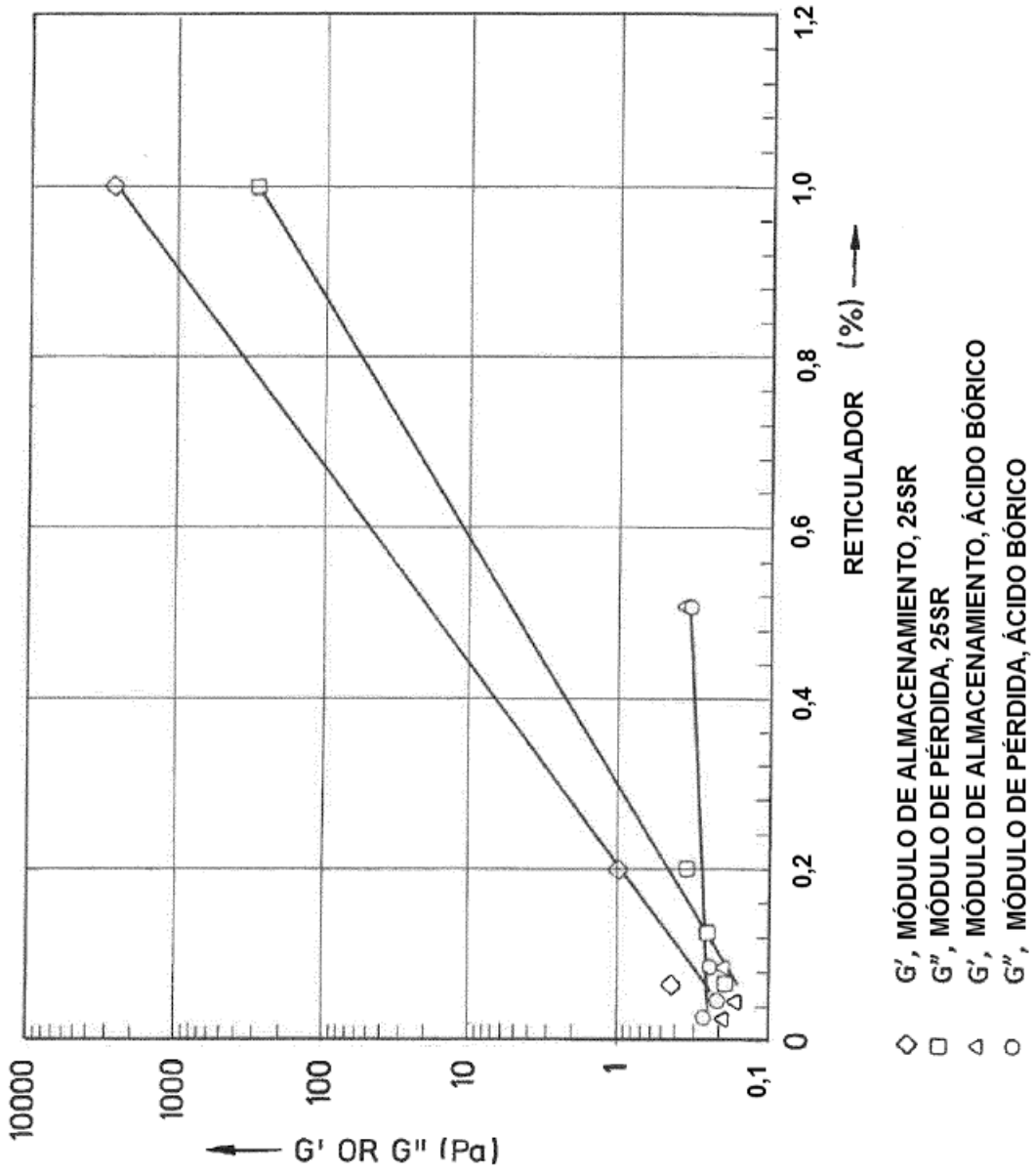

10.000,000
1.000,000
100,00
10,00
1,000
0,100
0,010
0,001
VISCOSIDAD (Pas)
0,01
0,1
1,0
10
100
ESFUERZO CORTANTE (Pa)
0,6 RELACIÓN DISPAR INCR. 25 SR
0,6 RELACIÓN DISPAR DECR. 25 SR
0,4 RELACIÓN DISPAR INCR. 25 SR
0,4 RELACIÓN DISPAR 25SR DECR.
0,2 RELACIÓN INCR. ÁCIDO BÓRICO
0,2 RELACIÓN DCR. ÁCIDO BÓRICO

FIG. 3


10000
1000
100
10
1
0,1
G' OR G" (Pa)
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2
RETICULADOR (%)
◇ G', MÓDULO DE ALMACENAMIENTO, 25SR
□ G", MÓDULO DE PÉRDIDA, 25SR
△ G', MÓDULO DE ALMACENAMIENTO, ÁCIDO BÓRICO
○ G", MÓDULO DE PÉRDIDA, ÁCIDO BÓRICO