



2  
P A T E N T 2 5 7 0 4 4  
D E

I N V E N C I O N

por »UN PROCEDIMIENTO PARA TRATAR UNA FORMACION DE TERRENO PERMEABLE PARA REDUCIR SU PERMEABILIDAD AL PASO DE FLUIDOS», a favor de la firma estadounidense SOCONY MOBIL OIL COMPANY, INC., domiciliada en »150 East 42nd Street, New York 17, N. Y.- Estados Unidos de América.

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a un procedimiento para tratar una formación de terreno permeable para reducir su permeabilidad al paso de fluidos.

- Concierne pues esta invención en general al tratamiento de formaciones de terreno permeables y se refiere mas particularmente al taponamiento de formaciones de terreno permeables para la finalidad antes indicada de reducir su permeabilidad en relación con el paso de fluidos a través de tales formaciones.
- 5.
10. Para varios propósitos, son taladradas perforaciones en pozo desde la superficie de la tierra pasando a través de capas o formaciones subyacentes. Muchas de las formaciones del terreno son permeables al flujo de fluidos y son capaces de producir fluido dentro de las citadas perforaciones. En ciertos casos esta producción de fluido fluyendo en dicho pozo
- 15.

257044

2



- perforado desde una formación de terreno es el resultado que se deseaba obtener al perforar el pozo. Sin embargo, en otros casos, el flujo de fluido, o el flujo de un fluido en lugar de otro, en el pozo perforado, es indeseado. Así, por ejemplo, puede desearse que no fluya fluido alguno en el pozo perforado no siendo un fluido o fluidos que deberán entrar en el citado pozo desde una formación permeable. Además, por ejemplo, dos fluidos pueden entrar en el pozo perforado pero se desea que sea uno solo de estos fluidos el que penetre en el referido pozo. De acuerdo con ello, en la realización de varias operaciones dentro del pozo perforado, puede venir a ser necesario o deseable taponar una formación permeable penetrada por la perforación del pozo para reducir en una mayor o menor extensión el flujo de fluido desde dicha formación en el pozo taladrado. Puede ser necesario o deseable, en conexión con otras varias operaciones a ser realizadas en un pozo perforado o en conexión con operaciones en una superficie de terreno o dentro de tierra, taponar una formación permeable de terreno para reducir el paso de fluido a su través.
5.                    puede desearse que no fluya fluido alguno en el pozo perforado no siendo un fluido o fluidos que deberán entrar en el citado pozo desde una formación permeable. Además, por ejemplo, dos fluidos pueden entrar en el pozo perforado pero se desea que sea uno solo de estos fluidos el que penetre en el referido pozo. De acuerdo con ello, en la realización de varias operaciones dentro del pozo perforado, puede venir a ser necesario o deseable taponar una formación permeable penetrada por la perforación del pozo para reducir en una mayor o menor extensión el flujo de fluido desde dicha formación en el pozo taladrado. Puede ser necesario o deseable, en conexión con otras varias operaciones a ser realizadas en un pozo perforado o en conexión con operaciones en una superficie de terreno o dentro de tierra, taponar una formación permeable de terreno para reducir el paso de fluido a su través.
10.                    puede venir a ser necesario o deseable taponar una formación permeable penetrada por la perforación del pozo para reducir en una mayor o menor extensión el flujo de fluido desde dicha formación en el pozo taladrado. Puede ser necesario o deseable, en conexión con otras varias operaciones a ser realizadas en un pozo perforado o en conexión con operaciones en una superficie de terreno o dentro de tierra, taponar una formación permeable de terreno para reducir el paso de fluido a su través.
15.                    puede ser necesario o deseable, en conexión con otras varias operaciones a ser realizadas en un pozo perforado o en conexión con operaciones en una superficie de terreno o dentro de tierra, taponar una formación permeable de terreno para reducir el paso de fluido a su través.
20.                    puede ser necesario o deseable, en conexión con otras varias operaciones a ser realizadas en un pozo perforado o en conexión con operaciones en una superficie de terreno o dentro de tierra, taponar una formación permeable de terreno para reducir el paso de fluido a su través.

- Un objeto de la presente invención es reducir la permeabilidad de una formación de terreno para el paso de un fluido. Otro objeto de esta invención es proveer un procedimiento para reducir la permeabilidad de una formación de terreno penetrada por la perforación de un pozo. Otro objeto de la invención es reducir el flujo de fluido dentro de un pozo taladrado desde una formación permeable. Otro objeto de esta misma invención es reducir el flujo de un fluido particular en un pozo taladrado desde una formación permeable. Otro objeto de esta invención es reducir el flujo de fluido
25.                    puede ser necesario o deseable, en conexión con otras varias operaciones a ser realizadas en un pozo perforado o en conexión con operaciones en una superficie de terreno o dentro de tierra, taponar una formación permeable de terreno para reducir el paso de fluido a su través.
30.                    puede ser necesario o deseable, en conexión con otras varias operaciones a ser realizadas en un pozo perforado o en conexión con operaciones en una superficie de terreno o dentro de tierra, taponar una formación permeable de terreno para reducir el paso de fluido a su través.

257044



desde una formación particular en un pozo perforado. Otros objetos de la presente invención se pondrán de manifiesto en la siguiente detallada descripción.

De acuerdo con la invención, hay provisto un procedimiento para tratar una formación de terreno permeable comprendiendo la introducción en la formación de un éster de titanio y contactando el éster con agua dentro de la formación.

Por el procedimiento de la invención, se efectúa taponamiento de una formación de terreno permeable en una extensión mayor o menor. Aun cuando no se desea limitar la invención como consecuencia de teoría alguna, se cree que la acción de taponamiento se obtiene como un resultado de hidrólisis del éster de titanio. Los ésteres de titanio son susceptibles de hidrólisis al contactar con agua. La hidrólisis ultimada produce dióxido de titanio. El dióxido de titanio obtenido como el producto de la hidrólisis es un material amorfo y gelatinoso que tiene tenacidad para las paredes de los intersticios dentro de las formaciones de terreno permeables. El éster de titanio al introducirse en la formación permeable contacta con el agua de la misma y tiene lugar la reacción de hidrólisis entre el éster de titanio y el agua dentro de los intersticios de la formación. Así, la formación contendrá dentro de sus intersticios el producto de hidrólisis gelatinoso y tenaz. El producto se adhiere a las paredes de los intersticios de la formación y es capaz de resistir desplazamientos desde los intersticios por el fluido a presión. Así, la permeabilidad de la formación al flujo de fluidos es reducida. En dependencia de la cantidad de producto de hidrólisis formado por volumen de poro unidad de la formación y la presión diferencial del fluido, se efectúa una mayor o menor,



257044

según se desee, reducción en permeabilidad o taponamiento de la formación.

- El procedimiento de la invención puede ser empleado para taponar formaciones permeables para el paso de gas o de líquido. El fluido cuyo paso a través de la formación permeable ha de ser reducido puede ser aceite, o puede ser agua, o puede ser una mezcla de aceite y agua. Donde el fluido cuyo paso a través de la formación a ser tratada es gas o aceite, puede contener o no dicha formación suficiente agua congénita o natural para reaccionar con el éster de titanio para efectuar la reacción de hidrólisis; Donde la cantidad de agua congénita es insuficiente para efectuar la citada reacción de hidrólisis el paso preliminar de proveer a la formación de agua es el realizado. Esto se efectúa introduciendo agua en la formación antes de introducir el éster de titanio en la formación. El agua también puede ser introducida subsiguientemente a la introducción del éster de titanio. Por otra parte, donde la formación es productora de agua o de otra manera contiene agua suficiente para efectuar la reacción de hidrólisis, la fase de introducir agua no es requerida.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

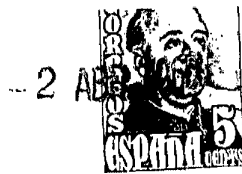
- El taponamiento de una formación permeable por el procedimiento de la invención puede ser llevado a cabo en conexión con varias operaciones del pozo. Por ejemplo, el procedimiento de la invención puede ser empleado en conexión con el taladrado del pozo que se está perforando. Recientemente, el uso del gas en la perforación de pozos ha sido encontrado, en dependencia de las condiciones de presión de los fluidos de la formación, preferible respecto al mas convencional uso de fluidos para el taladrado líquidos. En el taladrado
- 25.
- 30.



257044

- a gas, se bombea un gas, que puede ser aire, al fondo del pozo perforado durante las operaciones del taladrado. El gas está bajo presión y conforme pasa sobre el taladro arrastra consigo hacia arriba, a través de la perforación del pozo, los cortes del taladrado. Sin embargo, el taladrado a gas está sometido a hidratación donde el agua fluye en la perforación del pozo desde una formación permeable. El agua, al fluir en el pozo que se está taladrando humedece los cortes o raspaduras obligándolas a apelotonarse y evita con ello su arrastre hacia arriba con el gas a través del agujero del pozo. Ordinariamente, con pequeñas cantidades de agua entrando en el pozo en perforación, las cortaduras pueden ser retiradas del taladrado mediante introducción en el pozo, en unión del gas, de un desincrustante que, aparentemente, evita el apelotonamiento de dichas raspaduras y su adherencia al tubo del taladro y paredes del pozo en perforación. Con mayores cantidades de agua, el taladrado a gas puede ser continuado adicionando al gas un agente formador de espuma el cual se combina con el agua de la perforación para formar una espuma que es capaz de soportar los cortes o raspaduras. El gas trae la espuma a la superficie del terreno y dichos cortes son llevados con la espuma. Sin embargo, con aun mayores cantidades de agua, el taladrado a gas pierde sus ventajas respecto a las perforaciones convencionales hechas a base de fluidos líquidos. Una formación puede ser taponada respecto al flujo de agua al pozo en perforación durante el taladrado a gas, por el procedimiento de la invención.

El procedimiento de la invención puede ser también usado en conexión con la producción de aceite o gas de petróleo en la perforación de un pozo. En la producción de aceite o gas



257044

- ocasionalmente entra agua en el pozo desde una formación permeable que contiene agua. Este agua que penetra en el pozo tiene que ser retirada del pozo en unión del aceite y gas. Su separación es un costo adicional al de la producción del aceite o gas. Adicionalmente, costos ulteriores son encontrados al deshacerse del agua separada. Donde fluye agua en un pozo de aceite o gas, la formación desde la cual se está produciendo el agua puede ser tratada introduciendo en dicha formación un éster de titanio.
- 5.
10. Además, en conexión con la producción de aceite de petróleo en un pozo perforado, una formación productora de gas puede ser tratada para reducir el flujo de gas en la formación. En muchos casos, la producción del gas unida con aceite de petróleo es indeseada. El gas debe ser separado del aceite y donde la relación gas-aceite es alta, el costo de equipo requerido para la separación se vuelve apreciable. Adicionalmente, el gas separado debe ser devuelto a la formación productora de acuerdo con prácticas de conservación obligatorias lo cual aumenta el costo de la operación. Donde el gas está fluyendo en
- 15.
20. en un pozo en perforación procediendo de una formación que no es la productora de petróleo, la formación productora de gas puede ser tratada de acuerdo con la invención para reducir el flujo de gas. También, donde una parte de una formación productora de aceite de petróleo es productora de gas en grandes cantidades indeseables, la parte de la formación productora de estas grandes cantidades indeseables puede ser tratada de acuerdo con la invención.
- 25.
30. El procedimiento de la invención puede ser también empleado para reducir flujo de fluido en una formación permeable penetrada por una perforación de pozo. En recuperación secunda-



257044

- ria de aceite de petróleo desde un depósito, varios fluidos pueden ser inyectados en el depósito a través de un pozo de inyección, cuyos fluidos pueden ser tales como gas, hidrocarburos normalmente gaseosos que pueden ser líquidos bajo las condiciones en que son empleados, hidrocarburos normalmente líquidos o agua. El pozo de inyección puede penetrar una formación permeable distinta que el depósito en el cual dichos fluidos pueden fluir. Estas formaciones pueden ser tratadas por el procedimiento de la invención para reducir su permeabilidad a los fluidos inyectados a través de la perforación del pozo. Además, en el taladrado de pozos empleando fluido de perforación líquido, el fluido de taladrado puede fluir en una formación permeable con la consiguiente pérdida de este fluido del taladrado. Esta pérdida de este fluido del taladrado, o circulación perdida, puede ser reducida por tratamiento de la formación permeable, o zona de pérdida de circulación, mediante el procedimiento de la invención.
- 5.
- 10.
- 15.

- El procedimiento de la invención puede ser también empleado en conexión con otras operaciones en una perforación de pozo. A menudo se coloca una cubierta o revestimiento dentro de una perforación de pozo con objeto de proveer una vaina impermeable al fluido en el interior de dicho pozo. Para asegurar la posición y obturación del revestimiento dentro de la formación se bombea ordinariamente cemento en la perforación del pozo entre la cara de la perforación y la superficie exterior del revestimiento. Ocasionalmente se producen intersticios o grietas entre la perforación y la superficie exterior del revestimiento y puede haber filtraciones del fluido desde el pozo en perforación a través de dichas grietas en una formación permeable. Este goteo puede ser reducido por el procedimiento
- 20.
- 25.
- 30.

2-7044

2



- de la invención. Además, a consecuencia de corrosión o de otros motivos, se desarrollan ocasionalmente agujeros dentro de la cubierta o vaina con la consiguiente pérdida de fluido a través de los mismos en una formación permeable. Este goteo de fluido a través del revestimiento puede ser asimismo reducido por el procedimiento de la invención. En estos dos últimos casos, el éster de titanio y agua, si hace falta, se introducen a través de los intersticios o agujeros en la formación.
5. Establecido en general, el procedimiento de la invención puede ser empleado donde el paso de fluido a través de una formación de tierra debe ser reducido. Así, la invención puede ser también usada para tratar superficies de terreno para evitar coladuras de fluido. Así, por ejemplo, hoyos terreros para almacenaje de fluidos pueden ser tratados para evitar que el fluido desde el hoyo a la tierra con la consiguiente pérdida de fluido.
10. 15.

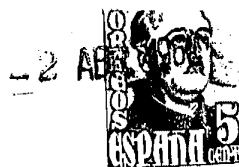
- Los ésteres de titanio son compuestos en fase líquida o en fase sólida. Cuando el éster es un compuesto en fase líquida puede ser introducido por sí mismo en la formación a ser tratada. Sin embargo, cuando el éster está en compuesto en fase sólida debe introducirse en la formación disuelto en un disolvente adecuado. Adicionalmente, aun donde el éster de titanio es un compuesto en fase líquida, puede ser indebidamente viscoso y, con objeto de evitar la dificultad de manejar líquidos viscosos, puede ser disuelto el éster en un disolvente adecuado para introducirlo en la formación.
20. 25.

- En la práctica de la invención, la formación, o parte de la misma, a ser tratada puede ser aislada antes de la introducción del éster de titanio. Aislando la formación, o parte de la misma, a ser tratada, se evitan pérdidas asegurando que
- 30.



357044

- todo el éster empleado entra en la formación. Además, la entrada del éster en una formación, o parte de la misma, que se desee no quede taponada es evitado. El aislamiento puede ser efectuado, por ejemplo, en un pozo en perforación, empleando empaquetaduras esparrancadas, por ejemplo, una empaquetadura debajo de la formación y otra encima y bombeando el éster de titanio a través de tubería, o de otra manera, entre las empaquetaduras o fardos. Donde la formación, o parte de la misma, a ser tratada está en el fondo de una perforación en pozo, una sola empaquetadura puede ser empleada sobre la formación, o parte de la misma, a ser tratada y el éster de titanio se introduce en la formación por debajo de dicha empaquetadura. Puede ser también empleada la "flotación" del éster de titanio. En esta técnica, el pozo perforado se llena con un líquido hasta el nivel de la formación, o parte de la misma, a ser tratada. Se coloca una empaquetadura en la formación justamente encima del punto de tratamiento y el éster de titanio es bombeado en el pozo perforado por debajo de la empaquetadura. Para "flotación", el éster de titanio, o su solución, si se usa en solución, es menos denso que el líquido usado para llenar el pozo perforado. Como resultado, el éster o su solución flota en la parte superior del cuerpo de líquido en la perforación en pozo. Bajo la presión empleada, el éster o su solución entrará en la formación adyacente a la parte superior de la masa de líquido. También puede ser empleado la "submarinización" del éster de titanio. En esta técnica, una masa o cuerpo de líquido se forma dentro del pozo perforado, con la formación, o parte de la misma, a ser tratada en el fondo de la citada masa líquida. El éster o su solución, cuando se emplee en solución, es mas denso que el citado líquido dentro del pozo perforado. Como resul-
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.
  - 30.



47044

tado, el éster o su solución se hunde hasta el fondo de la masa de líquido y bajo la presión empleada entrará en la formación adyacente al referido fondo de la masa de líquido. Otra técnica que puede ser empleada para introducir el éster en la formación es el procedimiento conocido como apriete "Braden-head".

- 5. Al introducir el éster de titanio en la formación, o parte de la misma, a ser tratada, es deseable evitar el contacto del éster con agua excepto dentro de la formación, Con contacto del éster de titanio con agua empezará la hidrólisis. Esta hidrólisis del éster de titanio dentro de la tubería puede efectuar un taponamiento de esta tubería. La hidrólisis del éster dentro de una perforación en pozo deberá también evitarse. Sin embargo, la hidrólisis de una pequeña cantidad de éster dentro de un pozo en perforación no causará dificultad particular de taponamiento a causa del diámetro relativamente grande de la perforación del pozo. Por otra parte, la hidrólisis del éster dentro de un pozo en perforación, o en cualquier otra parte, representa una pérdida del éster, aun si el taponamiento efectuado es de poca consecuencia. Donde el éster es pasado a través de una perforación en pozo, debe ser minimizado el contacto del éster con agua que no sea la de la formación a ser tratada y para ello se hace preceder al éster desde la superficie del terreno hasta la formación con una masa de un fluido inerte. Así, un cuerpo, o masa pesada, de fluido inerte puede ser pasada primeramente hacia abajo a través de tubería u otra conducción empleada para transportar el éster de titanio desde la superficie del terreno a la formación. Esta masa de fluido inerte desplazará cualquier agua y la forzar-á a la formación. Inmediatamente después se pasa hacia abajo el éster de titanio
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- por la canalización o tubería a la formación, para desplazar la última porción de la cantidad de éster empleada para cualquier operación desde la tubería u otra conducción a la formación, puede ser empleado un líquido desalojador. El fluido mas económico desalojador es el agua. El agua puede ser empleada como
5. fluido desalojador siguiendo al cuerpo de éster de titanio con un cuerpo, o masa de líquido inerte. En la alternativa, el fluido inerte puede ser empleado exclusivamente como el fluido desalojador. Desde luego, donde haya ausencia de agua desde la
10. tubería u otra conducción, o no se emplee agua como fluido desalojador, el uso de un fluido inerte antes y subsiguientemente, respectivamente, al éster de titanio, no se necesitará.

- Como el fluido inerte, puede ser empleado cualquier fluido que no hidrolize al éster de titanio. El fluido inerte puede ser un líquido o un gas. Sin embargo, preferiblemente es empleado un líquido dado que el líquido será mas eficaz desde el punto de vista de desplazar agua desde la tubería u otra conducción. El líquido puede ser mas pesado o mas ligero que el agua. Incluidos entre los líquidos que pueden ser empleados están,
15. aceite de petróleo crudo o tratado, aceite Diesel, petróleo de alumbrar, gas-oil, nafta y benzol. Otros líquidos que pueden ser empleados incluyen hidrocarburos halogenados tales como tetracloruro de carbono, y triclороetano. Otros líquidos inertes incluyen alcoholes tales como etanol, isopropanol, butanol y
20. pentanol.
- 25.

- Donde se emplea "flotación" o "submarinización" para introducir el éster de titanio en la formación, la masa de líquido dentro de la perforación del pozo puede estar formada con un líquido inerte. Sin embargo, también para este líquido puede ser empleada el agua. La hidrólisis del éster de titanio empezará
- 30.

257044



- a ocurrir al contactar con la masa de agua. Sin embargo, esta hidrólisis solamente ocurrirá en el interlado entre la masa de agua y el éster o solución del mismo que entra en la formación. Por consiguiente, solo una pequeña parte de la cantidad total
5. de éster empleada será afectada. Además, en dependencia del éster empleado, la relación de hidrólisis puede ser de velocidad suficientemente lenta para que la hidrólisis no se haya completado hasta después que el éster ha sido introducido en la formación. Así, el contacto del éster con el cuerpo de agua en la
10. perforación del pozo será insignificante desde el punto de vista de efectuar cualquier taponamiento de dicha perforación.

- Com se ha establecido previamente, el éster de titanio puede ser introducido en la formación en solución en un disolvente adecuado. El disolvente puede ser mas pesado o puede ser mas ligero que el agua. Disolventes adecuados incluyen hidrocarburos líquidos tales como pentano, hexano, heptano, aceite de petróleo crudo o tratado, aceite Diesel, petróleo de alumbrado, gas-oil, nafta y benzol. Otros disolventes adecuados incluyen alcoholes tales como etanol, isopropanol, butanol y pentanol. Disol-
15. ventos halogenados tales como tetracloruro de carbono y tricloroetano pueden ser también usados. Un disolvente que, como el isopropanol tiene mútua solubilidad con el éster empleado y con el agua, tiene la ventaja de mezclarse prontamente con el agua en la formación para obligar a contacto mas íntimo y prolongado del agua y el éster.
- 20.
- 25.

- Donde se emplea un disolvente para el éster de titanio, la concentración de éster en la solución puede ser deseada dentro de los límites de solubilidad del éster particular en el particular disolvente. Sin embargo, con soluciones conteniendo baja
30. concentración del éster, la cantidad de éster puede ser dema-

257044



siado baja para un taponamiento eficaz. Han sido obtenidos resultados satisfactorios empleando soluciones conteniendo los pesos de disolvente y éster en la relación 30 a 1. Sin embargo, ordinariamente se prefiere emplear soluciones de mas alta concentración de éster tales como las que relacionan dichos pesos en 1:1 como límite superior y 20:1 inferior, seleccionando apropiados éster y disolvente para obtener la proporción deseada.

5. En este aspecto, los ésteres con pequeño número de átomos de carbono son mezclables en todas proporciones en disolventes tales como etanol, hexano, benzol, tetracloruro de carbono y aceite Diesel. Los ésteres con gran número de átomos de carbono, tal como alrededor de los 17 átomos, son mucho menos solubles en estos disolventes.

Pueden emplearse distintos ésteres de titanio, que están caracterizados por la fórmula  $T_1(OR)_4$  en la que a lo menos un -R- es un radical orgánico que contiene un átomo de carbono enlazado directamente a un -O-. El resto -R's- puede ser hidrógeno. Ordinariamente, -R- será un grupo alkilo o un grupo acilo. Además, ordinariamente cada uno de los cuatro -R's- será el mismo, pero esto no es esencial. El grupo -R- puede contener desde uno hasta 17, o mas, átomos de carbono; ésteres alkilo de titanio, típicos, que pueden ser empleados incluyen, titanato tetra isopropil, titanato tetra n-butíl, titanato tetra 2-etilhexil y titanato tetra estearil. Otros ésteres típicos incluyen, estearato de hidroxotitanio, estearato isopropoxititanio, oleato hidroxititanio, oleato isopropoxititanio, acilato de soya hidroxititanio, acilato de soya isopropoxititanio, acilato de linaza hidroxititanio, acilato de linaza isopropoxititanio, acilato de ricino hidroxititanio, acilato de aceite de palma hidroxititanio, acilato de aceite de palma isopropoxititanio, acila-

15.

20.

25.

30.



257044

to de coco hidroxítitanio, acilato de coco isopropoxítitanio. Donde se emplean ésteres acilo, se requiere una fase preliminar o subsiguiente de introducir un compuesto básico en la formación a tratar. El compuesto básico puede ser un cáustico tal como hidróxido de sodio o puede ser hidróxido de amonio.

5.

La velocidad de hidrólisis de los ésteres de titanio varía con el número de átomos de carbono en el grupo -R-. Los ésteres en que el grupo -R- contiene dos o tres átomos de carbono hidroliza rápidamente. Conforme el grupo -R- aumenta en tamaño, la velocidad de hidrólisis decrece; ésteres conteniendo de cinco a diez átomos de carbono en el grupo -R- son preferidos desde el punto de vista de la velocidad de hidrólisis.

10.

La cantidad de éster a introducir en la formación variará con la amplitud a la que ha de ser reducida su permeabilidad, éster particular empleado, porosidad de la formación y presión diferencial en el fluido dentro de la formación. En consecuencia, no puede darse una regla general concerniente a la cantidad de éster a emplear. Sin embargo, se puede establecer que deberá emplearse suficiente éster para que penetre en la formación desde su cara en la perforación del pozo hasta una profundidad de una pulgada, por lo menos. Preferiblemente, la cantidad empleada deberá ser suficiente para efectuar una profundidad de penetración de tres pulgadas, por lo menos. Particularmente eficaz son los resultados obtenidos con profundidades de penetración de, por lo menos, cuatro, cinco o seis pulgadas.

15.

20.

25.

Pueden ser también efectuadas mas grandes profundidades de penetración. La cantidad de éster empleada puede ser también expresada a base del área superficial de la formación a tratar. A base de esto, la cantidad de éster a emplear puede estar entre 0,25 y 20 libras por pié cuadrado de superficie de la for-

30.



257634

mación. Deseablemente, entre 1 y 15 y mas particularmente entre 2 y 10 libras de éster por pié cuadrado de superficie de la formación son empleados.

5. Como antes se indicó, la velocidad de hidrólisis del éster dependerá del número de átomos de carbono del grupo -R-. También dependerá esta velocidad de la temperatura a la que tenga lugar la reacción. De acuerdo con esto, el alcanzar el máximo taponamiento bajo circunstancias particulares será una función de tiempo y temperatura. Para asegurar el conseguir el máximo
10. taponamiento es por lo tanto preferido el permitir al éster de titanio permanecer dentro de la formación durante un adecuado período de tiempo antes de llevar a cabo ulteriores operaciones en la perforación del pozo. Por ejemplo, puede permitirse al éster de titanio permanecer en la formación durante un período
15. de media hora o mas desde la introducción del mismo antes de continuar realizando ulteriores operaciones. Así por ejemplo, al taladrar a gas, deberá permitirse al éster de titanio permanecer en la formación durante un período de a lo menos media hora antes de comenzar operaciones de taladrar. Se han obtenido
20. satisfactorios resultados con un período de espera de dos horas. Desde luego, pueden emplearse mayores períodos de espera.
25. La introducción del éster de titanio en la formación puede ser efectuada imponiendo sobre el éster una presión adecuada. Esta presión puede ser la cabeza hidrostática de la columna de éster, y cualquier fluido desalojador en tubería u otra conducción. Sin embargo, ordinariamente, se requerirá mayor presión con objeto de introducir el éster en la formación. Donde el
30. agua es introducida en la formación como una fase preliminar o subsiguiente a la introducción del éster, será ordinariamente requerida una mayor presión que la presión hidrostática para

357044-2 ABR.



- efectuar penetración del agua en la formación. La presión puede ser aplicada empleando cualquier tipo adecuado de bomba u otros aparatos de presión. Es deseable, donde se emplea presión para introducir el líquido en la formación, evitar imponer presiones sobre la formación suficientemente altas para quebrantar la formación. Las fracturas pueden ser taponadas por el procedimiento de la invención. Sin embargo, la creación de una fractura aumentará la permeabilidad de la formación que se está tratando y adiciona consumo de éster respecto al requerido para el tratamiento.
- 5.
- 10.

Los siguientes ejemplos serán además ilustrativos de la invención pero no limitativos.

- Ejemplo I.- En el taladrado de un pozo empleando aire para retirar los cortes o raspaduras desde la perforación, cuando se alcanzó una profundidad de 890 piés empezó a entrar agua en la perforación del pozo. Esta perforación tenía un diámetro de 13 y 3/4 pulgadas. El taladrado con aire se continuó mas allá de los 890 piés de profundidad y el aire durante este taladrado arrastró entre 10 y 15 barriles de agua por hora desde la perforación unida a los cortes.
- 15.
- 20.

- Al alcanzar una profundidad de 1202 piés, se decidió taponar la formación productora del agua. Esta formación productora del agua era una formación dolomítica porosa que se extendía en el intervalo desde los 890 hasta los 912 piés. Se paró el taladrar y se dispuso una empaquetadura en el pozo perforado a una profundidad de 810 piés rodeando el fondo del tubo del taladro. El agujero taladrado por debajo de la empaquetadura se llenó con agua. Entonces se llenó el tubo del taladro con aceite Diesel, empleándose 15 barriles de este aceite. Se aplicó una presión de 300 libras por pulgada cuadrada sobre el aceite
- 25.
- 30.

257644

dentro del tubo del taladro para determinar si la introducción de fluido en la formación productora del agua podría ser efectuada por debajo de su presión de fracturación. La introducción de fluido fué prontamente afectada a la presión empleada.

5. Siguiendo esta prueba, una capa de aceite Diesel estuvo presente por debajo de la empaquetadura dentro de la perforación del pozo y la imposición de la presión en el aceite Diesel resultó en introducción de agua en la formación.

10. Se preparó una solución mezclando 160 galones de titanato tetra 2-etilhexil con densidad de 1.07 a 25°C, con 440 galones de aceite Diesel. Esta solución de éster de titanio y aceite Diesel fué bombeada a través del tubo del taladro a una presión de 300 libras por pulgada cuadrada. La solución de éster fué seguida con dos barriles de aceite Diesel como un espaciador y después con agua para desplazar la solución desde el tubo del taladro y asegurar que toda la cantidad de solución entraba en la formación. La solución entró en el cuerpo de agua por debajo de la empaquetadura y fluyó desde dicha masa de agua a la perforación del pozo. La cantidad total de aceite Diesel introducida en la formación fué de 1154 galones incluido el aceite usado para llenar el tubo del taladro, el aceite usado para formar la solución y el aceite usado como espaciador. La relación de aceite a éster introducido en la formación fué así, 1154 galones a 160 galones. El aceite Diesel tenía una densidad de alrededor de 0.86 a 25°C.

25. Después de esto se mantuvo presión en el agua y en el tubo del taladro para evitar movimiento de fluido en o fuera de la formación porosa. Después de una espera, o cierre, durante un período de dos horas, se alivió la presión sobre el agua en el tubo del taladro y se retiró la empaquetadura de la perforación.

30.



257044

ción del pozo. Se inyectó aire en la perforación del pozo y el líquido dentro del agujero fué expelido fuera. Entonces se continuó el taladrado. Después de taladrar 10 piés de nuevo agujero los cortes arrastrados desde la perforación por el aire estaban completamente secos. Después se continuó la perforación sin que apareciera ulterior flujo de agua en la perforación desde la tratada formación de dolomía.

5.

10.

15.

20.

25.

30.

Ejemplo II.- Se estaba taladrando una perforación de pozo de 6 y 3/4 pulgadas de diámetro empleando taladrado por aire. A una profundidad de 8,351 piés, con agua entrando en el pozo en perforación en el intervalo desde los 8.251 piés, el flujo de agua en la perforación fué lo suficientemente grande para justificar taponamiento del completo intervalo de 100 piés. Se creía que este intervalo contenía una rotura. Una empaquetadura inflable fué dispuesta a los 8.251 piés de profundidad en el fondo del tubo del taladro. Se bombearon cuatro barriles de aceite Diesel a través del tubo del taladro para llenar los 100 piés inferiores de la perforación del pozo con el aceite. Se aplicó presión al aceite Diesel para determinar si el fluido podría ser introducido en la formación por bajo de la presión de fracturación y se efectuó el flujo del aceite en la formación permeable por bajo de dicha presión de quebrantamiento. Se preparó una solución mezclando 378 galones de aceite Diesel con 40 galones de titanato tetra 2-etilhexil que tenía una densidad de 1,07 a 25°C. Esta solución fué bombeada a una presión de 3200 libras por pulgada cuadrada a través del tubo del taladro hasta el fondo del pozo y en la formación permeable. La solución fué seguida con dos barriles de aceite Diesel como un espaciador después de lo cual fué bombeada agua en el tubo del taladro. La cantidad total de aceite Diesel introducida en la



257044

solución fué de 630 galones y la relación de aceite a éster introducida en la formación fué entonces de 630 a 40 galones. Después de esto se mantuvo la presión en el fluido en el tubo del taladro para evitar movimiento en o fuera de la formación durante un periodo de 45 minutos.

5.

Después del periodo de espera, se retiró la empaquetadura del pozo perforado. Un taladro fué colocado en el extremo del tubo del taladro y se sopió aire a través de dicho tubo para desplazar el líquido desde el fondo de la perforación del pozo. Después de la retirada del líquido se continuó el taladrado y poco después los cortes retirados desde el pozo en perforación por el aire estaban secos. Se completó el pozo sin que ulterior flujo de agua penetrara desde la formación tratada.

10.

Descrita la invención se entenderá que esta descripción ha sido dada a título ilustrativo y que los ejemplos carecen de carácter limitativo, siendo concretado en las siguientes reivindicaciones los fines de la invención.

15.

N O T A

Hecha la descripción del presente invento se hace constar, que esta solicitud se acoge a la prioridad de la solicitud de patente estadounidense Serial N° 6857, depositada el 5 de Febrero de 1960, y que se declaran como nuevas y de propia invención las reivindicaciones siguientes:

20.

1.- Un procedimiento para tratar una formación de terreno permeable para reducir su permeabilidad al paso de fluidos, caracterizado porque se introduce en dicha formación un éster de titanio y se contacta el citado éster de titanio con agua den-

25.



257044

tro de dicha formación.

5. 2.- Un procedimiento, según la reivindicación 1, en que la mencionada formación de terreno permeable es penetrada por una perforación en pozo, caracterizado porque se introduce el citado éster de titanio y se contacta con agua el mismo dentro de la referida formación para restringir el paso de fluido en la expresada formación.
10. 3.- Un procedimiento, según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por el hecho de que se introduce agua en dicha formación.
- 4.- Un procedimiento, según la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que dicho éster de titanio es introducido en la formación después de haber introducido el agua.
15. 5.- Un procedimiento, según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por el hecho de que dicho éster de titanio es introducido en la formación y la citada agua es introducida.
20. 6.- Un procedimiento, según la reivindicación 1, para el taladrado de una perforación en pozo en el terreno en que los cortes o raspaduras son retirados desde la citada perforación en pozo durante el taladrado por bombeado de un gas bajo presión hasta el fondo de la referida perforación y desde allí hacia arriba a través de la expresada perforación hasta la superficie del terreno, fluyendo agua en dicha perforación desde formación permeable, caracterizado porque se introduce en la citada formación el mencionado éster de titanio para contactar dicha agua dentro de la antes indicada formación, con lo que el flujo de ese agua en la referida perforación en pozo desde la formación es reducido.
25. 7.- Un procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que dicho
- 30.

257044



éster de titanio es un éster alquilo.

8.- Un procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que dicho éster de titanio es un titanato tetra 2-etilhexil.

5. 9.- Un procedimiento para tratar una formación de terreno permeable para reducir su permeabilidad al paso de fluidos.

Según se describe y reivindica en la presente memoria que consta de veintiuna hojas foliadas y mecanografiadas por una sola cara.

Madrid, a 2 de Abril de 1960.

SOCONY MOBIL OIL COMPANY, INC.

p. a.

JAI ME ISE RN MIR ALLES

P. P.

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.