



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 295 197**

51 Int. Cl.:
E21B 33/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01963618 .2**

86 Fecha de presentación : **07.09.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1373681**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2004**

54 Título: **Método para fijar tuberías en un pozo que previene la presión y el flujo.**

30 Prioridad: **03.04.2001 NO 20011678**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

73 Titular/es: **Sandaband AS.**
Stokkamyrveien 18
4313 Sandnes, NO

72 Inventor/es: **Gjedrem, Torulf**

74 Agente: **Arizti Acha, Mónica**

ES 2 295 197 T3

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

Método para fijar tuberías en un pozo que previene la presión y el flujo.

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un método para fijar tuberías que previene la presión y flujo, por ejemplo tuberías de revestimiento y tubos interiores y posiblemente equipamiento asociado, en un pozo cuando se está perforando el pozo. El método también puede emplearse en un pozo, por ejemplo un terminado, con el fin de colocar una o más barreras que previenen la presión y el flujo en una o varias cavidades/huecos del pozo, preferiblemente anillos, donde al menos una tubería adyacente de la cavidad/hueco/anillo tiene fugas.

Antecedentes de la invención

El procedimiento según la invención se ha desarrollado principalmente como consecuencia de una gran y creciente necesidad existente entre las autoridades y la industria, principalmente la industria del petróleo, para mejorar y finalmente sustituir los métodos de la técnica anterior para fijar tuberías de revestimiento en un pozo, estando cargados los métodos de la técnica anterior con una serie de problemas y desventajas severos, y siendo el cemento el medio principal de la técnica anterior para fijar tuberías de revestimiento y tubos interiores en el pozo.

Técnica anterior

En conexión con la perforación de un pozo, por ejemplo un pozo de petróleo, y después de haber perforado un barreno hasta una profundidad deseada en la subsuperficie, es habitual entubar el barreno con una tubería(s). Normalmente, el pozo consiste en varios barrenos, o secciones de orificio, de este tipo que discurren seccional y consecutivamente con un diámetro de orificio decreciente hacia la subsuperficie. Por lo tanto, es habitual dotar a las secciones de orificio consecutivas de tuberías de revestimiento de diámetros de tuberías de sección decreciente, donde se coloca un tamaño de tubería de revestimiento dentro del tamaño de tubería de revestimiento anterior, etc. Cada tamaño de tubería de revestimiento normalmente discurre hasta, y está conectado a, la cabeza de pozo del pozo. Los denominados tubos interiores representan una excepción a esto que, por otro lado, no discurren hasta la cabeza de pozo del pozo, y los tubos interiores se emplean normalmente para entubar una o varias de las secciones de orificio más profundas del pozo. Normalmente, tales tubos interiores están cementados de manera fija dentro y a una parte inferior de una tubería de revestimiento anterior de una manera tal que la parte superior del tubo interior se superpone sólo a la parte inferior de la tubería de revestimiento anterior.

La mayoría de las tuberías de revestimiento, incluyendo los tubos internos, están fijadas mediante cementación a la pared de barreno pertinente y también normalmente a la tubería de revestimiento anterior. En este contexto, es habitual calcular primero la cantidad de volumen anular externo de la tubería de revestimiento pertinente que va a rellenarse con pasta de cemento, colocando a partir de entonces en dicho(s) anillo/anillos un volumen de pasta de cemento correspondiente al menos al del volumen anular calculado. Con la excepción de los tubos internos, la cementación de la mayoría de los tamaños de tuberías de revestimiento se lleva a cabo bombeando dicho volumen de pasta de cemento hacia abajo a través de la tubería de revestimiento pertinente, empujando hacia fuera/hacia arriba a partir de entonces la pasta de cemento hacia el anillo entre la tubería de revestimiento pertinente y la pared de orificio del pozo y, finalmente, normalmente también haciéndolo subir hacia al menos una parte inferior del anillo entre la tubería de revestimiento pertinente y la tubería de revestimiento anterior. La pasta de cemento puede bombearse en una o varias etapas, y hacia toda o parte de la longitud de tubería de revestimiento pertinente, después de lo cual la pasta de cemento, en principio, se endurecerá en cemento.

En el pozo, para evitar mezclar, y por lo tanto contaminar, la pasta de cemento con otros líquidos, normalmente fluido de perforación, es habitual colocar la pasta de cemento entre dos tapones móviles, denominados tapones de contacto móvil, colocados en la tubería de revestimiento particular para facilitar el desplazamiento de la pasta de cemento. El tapón inferior y más importante de dichos tapones es un tapón delantero, mientras que el tapón superior y posterior es un tapón trasero. Posteriormente, mediante el bombeo, la pasta de cemento y dichos tapones se desplazan hacia abajo a través de dicha tubería de revestimiento. El tapón delantero está dispuesto con un orificio pasante que está cubierto por un diafragma (una membrana), mientras que el tapón trasero normalmente es un sólido y es sustancialmente más fuerte que el tapón delantero. Mediante una columna de desplazamiento de fluido, normalmente una columna de fluido de perforación, colocada en la parte superior de dicho tapón trasero y dispuesta con equipamiento de bombeo necesario, la pasta de cemento y dichos tapones se bombean posteriormente hacia abajo a través de la tubería de revestimiento hasta que el tapón delantero entra en contacto con, y se detiene mediante, un asiento asociado o dispositivo de detención en la parte inferior de la tubería de revestimiento. Posteriormente, la presión de la bomba aumenta lo suficiente para que se rompa dicho diafragma, después de lo cual la pasta de cemento se bombea a través de dicho orificio en el tapón delantero y se desplaza adicionalmente hacia fuera/hacia arriba hacia dicho(s) anillo/anillos. El bombeo hacia abajo de la pasta de cemento a través de la tubería de revestimiento continúa hasta que el tapón trasero entra en contacto con, y se detiene mediante, el tapón delantero. Por lo tanto, se completa el desplazamiento hacia fuera/hacia arriba de la pasta de cemento hacia dicho(s) anillo/anillos, pero se mantiene una presión de líquido suficientemente grande en la columna de desplazamiento de fluido suprayacente para que se endurezca la pasta de cemento sin introducir movimientos en la pasta de cemento durante el proceso de curado.

ES 2 295 197 T3

Sin embargo, en conexión con cementar de manera fija un tubo interior en un pozo, debe estar conectada una tubería de cementación entre el equipamiento de cementación en la superficie del pozo, por ejemplo en/sobre un equipo de perforación, y una parte inferior de dicho tubo interior. Normalmente, una tubería de cementación de este tipo está compuesta por una sarta que consiste en tuberías de perforación conectadas, estando dotada la parte de extremo inferior de la sarta de perforación de una tubería abierta y adecuadamente adaptada, una llamada espiga, introduciendo primero la espiga en el pozo y conectándola a un dispositivo de válvula ubicado en la parte inferior de dicho tubo interior. De manera análoga al método descrito anteriormente, la pasta de cemento y los tapones delantero y trasero asociados pueden bombearse posteriormente hacia abajo a través de la tubería de cementación y hacia delante hacia dicho dispositivo de válvula, después de lo cual la pasta de cemento se desplaza hacia fuera/hacia arriba en el anillo externo del tubo interior.

En el estado endurecido, el cemento constituye una masa fija que, entre otras cosas, funcionará como una barrera que previene la presión y el flujo en dicho(s) anillo/anillos del pozo. En el caso de posibles diferenciales de presión de fluido existentes en el pozo, el cemento impedirá que los fluidos de formación fluyan entre diversas capas de formación y/o impedirá que los fluidos de formación fluyan más hacia arriba en el pozo y posiblemente de manera total hacia la superficie. Además, el cemento mantendrá las tuberías de revestimiento fijas a la pared de barreno del pozo y normalmente también dentro y a una tubería de revestimiento anterior. Por ejemplo, una tubería de revestimiento de superficie de un pozo soportará en gran parte el peso de los otros y más pequeños tamaños de tubería de revestimiento del pozo y también una cabeza de pozo o un dispositivo anti-reventones (BOP), y a este respecto es por tanto necesario establecer una unión sostenible de esfuerzo cortante entre la tubería de revestimiento de superficie y las rocas circundantes, y de una manera tal que dichas cargas puedan transferirse a las rocas circundantes. Por tanto, la unión sostenible de esfuerzo cortante y de transferencia de carga consiste a menudo en cemento. Además, y tras comenzar la perforación de la sección de orificio posterior, el cemento subyacente y que rodea un zapato de entubación puede contribuir a estabilizar una roca posiblemente fracturada o no consolidada en la pared de orificio del pozo. Esta estabilización de dicha pared de orificio contribuye a impedir o reducir la caída de fragmentos de roca desde la pared de orificio de dicha región de pozo y hacia la sección de orificio posterior mientras se lleva a cabo la perforación del mismo.

Para perforar hacia abajo un pozo hasta un objetivo de perforación, por ejemplo un yacimiento de petróleo/gas, normalmente es de absoluta necesidad colocar en el anillo del pozo una masa que prevenga la presión y el flujo, por ejemplo cemento y/o un dispositivo que previene la presión y el flujo, posiblemente una disposición de sellado, por ejemplo un obturador mecánico. Esto se aplica particularmente cuando se perforan pozos profundos y/o cuando se perforan hacia abajo pozos en capas de subsuperficie en las que existen grandes sobrepresiones de fluido, denominadas de manera simplificada como sobrepresión. Una sobrepresión existe si los poros de una capa de roca de subsuperficie están expuestos a una presión de fluido que supera la presión de líquido que de otro modo existiría si la capa estuviera expuesta a un gradiente de presión hidrostática normal desde la superficie y hacia abajo hasta la capa de subsuperficie de interés.

Tras perforar hacia abajo a través de las diversas capas de subsuperficie, se utiliza en el barreno un fluido de perforación con una gravedad específica, y por lo tanto una presión de líquido hidrostática, que está dispuesta para contrarrestar la presión de fluido en los poros de la roca que se están penetrando. Esto se realiza para impedir una posible y no deseada entrada de flujo de fluidos de formación dentro del pozo. Cuando, durante la perforación en condiciones ambientales, existe un gradiente hidrostático normal en los fluidos de poros de subsuperficie, normalmente el gradiente de presión que puede observarse en capas superiores rellenas de agua de la subsuperficie, dicha presión de fluido de poros hidrostática puede contrarrestarse disponiendo el fluido de perforación con una gravedad específica/gradiente de presión ligeramente mayor.

Las diversas capas de formación de subsuperficie también pueden mostrar diferentes propiedades de resistencia, donde la resistencia de la roca puede estar relacionada en gran medida con la composición litológica, distribución de partículas, cementación de partículas y grado de compactación de la roca en cuestión. Generalmente, la resistencia de la roca aumenta con la profundidad creciente hacia la subsuperficie. Esto implica que las rocas que están penetrándose por un pozo pueden estar expuestas a, y pueden resistir, una presión de fluido gradualmente creciente sin que se inicie la fracturación de las rocas. Sin embargo, un incremento adicional de dicha presión dará como resultado la fracturación de una o varias de las rocas penetradas, denotándose comúnmente esta presión de fracturación como la presión de fracturación de la(s) roca(s) en cuestión, y comúnmente volviéndose a calcular la presión de fracturación y expresada en términos de un gradiente de fractura equivalente de la(s) roca(s) en cuestión.

Durante la perforación, tras aproximarse a una a diversas capas de formación con sobrepresión(es) esperada(s), el gradiente de presión/gravedad específica del fluido de perforación aumenta hasta un punto necesario para resistir tal(es) sobrepresión(es). Por tanto, se impide que los fluidos de formación posiblemente sobrepresionados fluyan hacia el pozo tras la perforación en, posiblemente después de haberse perforado en, dicha(s) capa(s). Si dicho aumento en el gradiente de presión del fluido de perforación supera el gradiente de fractura de una o más de las rocas penetradas, la(s) roca(s) se fracturarán y se desarrollarán fracturas en la(s) roca(s). Entonces, el fluido de perforación puede fluir hacia fuera sin obstáculos (escaparse) desde el pozo y hacia las fracturas, provocando de ese modo que disminuya la altura de la columna de fluido de perforación, y por tanto la presión de líquido en la columna de líquido. Haciendo esto, se daña la barrera de presión de formación ocasionada por la presión del fluido de perforación ejercida en el pozo, y esto da como resultado el establecimiento de una situación no deseada, y posiblemente muy peligrosa, en el pozo. Con el fin de impedir tal fracturación, a menudo es absolutamente necesario aislar las capas de formación penetradas de las presiones que pueden fracturar las rocas contenidas en las mismas. Como se mencionó, puede ejercerse una presión

de fracturación de este tipo mediante la presión de la columna de fluido de perforación, pero la presión de fracturación también puede ejercerse por los fluidos de formación sobrepresionados de otras capas de formación, normalmente capas de formación más profundas, que son penetradas por el pozo durante la perforación.

5 Además, y perteneciente a una sección de orificio abierto, es/son la(s) roca(s) de la parte menos profunda de la sección, inmediatamente subyacente al zapato de entubación de la tubería de revestimiento anterior, la(s) que generalmente, pero no necesariamente, es/son la(s) más débil(es) en resistencia, y siendo por tanto la(s) que puede(n) fracturarse primero. Después de haber iniciado la perforación de una nueva sección de orificio en un pozo, es por esta razón una práctica común realizar un denominado ensayo de resistencia de formación de las rocas menos profundas
10 en dicha sección de orificio. Un ensayo de resistencia de formación de este tipo se lleva a cabo normalmente inmediatamente después de haber perforado las rocas más superiores a lo largo de una longitud de orificio de 5 a 10 metros de la nueva sección de orificio. Por ejemplo, el ensayo de resistencia de formación puede consistir en suministrar a dichas rocas fluido de perforación bajo una presión de líquido gradualmente creciente, y aumentar la presión de líquido hasta que se observe una fracturación incipiente de, y una fuga asociada de fluido de perforación hacia, las rocas, lo que determina el gradiente de fractura/presión de fracturación de las rocas. En la industria del petróleo un ensayo de resistencia de formación de este tipo se llama normalmente un “ensayo de *leak-off*”. En otro ensayo de resistencia de formación que se produce normalmente, un denominado ensayo de integridad de formación, a dichas rocas también se les suministra fluido de perforación bajo una presión de líquido gradualmente creciente, limitando sin embargo el aumento de presión de fluido a una presión de líquido máxima predefinida, y donde esta presión de líquido se considera que es la presión de fluido de perforación máxima requerida a aplicar para que se perfora hacia abajo la nueva sección de orificio hasta las profundidades de perforación deseadas. Esta presión de líquido máxima es normalmente menor que la presión de fracturación de dichas rocas, no fracturando por tanto las rocas durante este ensayo de resistencia de formación. Por lo tanto, un ensayo de integridad de formación es normalmente más suave sobre dichas rocas y las operaciones de perforación posteriores que un ensayo de fracturación. Por lo tanto, tales ensayos de resistencia de formación proporcionan una buena indicación para la magnitud de presión de líquido, o magnitud del gradiente de presión de líquido, por lo que el fluido de perforación puede disponerse durante la perforación de una sección de orificio con el fin de evitar la fracturación de las rocas adjuntas. Dicha presión de líquido/gradiente de presión de líquido máximo limita también la perforación adicional de una sección de orificio hasta el extremo en una profundidad a la que la presión de fluido de una capa de formación se aproxima a dicha presión de líquido/gradiente de presión de líquido.
30

También se emplea cementación como un método correctivo para impedir/reducir la entrada de flujo no deseada, y de ese modo también la acumulación de presión no deseada, de un fluido en una o varias regiones de un pozo, incluyendo la entrada de flujo de fluido no deseada a través de una o varias tuberías de revestimiento con fugas que rodean los anillos no cementados del pozo, extendiéndose posiblemente el/los anillo/anillos totalmente hacia arriba hasta la cabeza de pozo del pozo. El método consiste en inyectar pasta de cemento, posiblemente con la adición de agentes plastificantes, agentes gelificantes, estabilizadores u otros aditivos, hacia un intervalo anular relativamente corto que cubre dicha(s) región(es) de entrada de flujo, tras lo cual la pasta de cemento o agente se endurece o fragua de tal manera que forma una barrera que previene la presión y el flujo que, en principio, impedirá/reducirá tales entradas de flujo de fluido.
40

Desventajas de la técnica anterior

Los trabajos de cementación en un pozo están a menudo cargados de problemas y desventajas asociados con las propiedades físicas y químicas del cemento. Al inicio de un trabajo de cementación, el cemento está en un estado líquido como una pasta. Posteriormente, y mediante un proceso de curado adaptado en tiempo, la pasta de cemento se transforma en cemento firme o endurecido. Por lo tanto, es de primordial importancia que la pasta de cemento se coloque en la cavidad/hueco previsto, normalmente un anillo, del pozo mientras que la pasta de cemento sea lo suficientemente fluidizada para permitir que se desplace hacia delante hacia esta cavidad/hueco/anillo. Por lo tanto, la colocación de pasta de cemento en el pozo debe llevarse a cabo antes de que haya tenido lugar un espesamiento o endurecimiento significativo de la pasta de cemento. Si, durante la colocación en el pozo, la pasta de cemento se espesa o endurece prematuramente, o si la pasta de cemento se introduce en el mismo y se espesa/endurece en una región/intervalo incorrecta del pozo, el cemento provocará fácilmente más problemas que los que soluciona. Durante la colocación en el pozo, tal espesamiento/endurecimiento prematuro de la pasta de cemento puede desarrollarse si la pasta se suministra de manera no intencionada con agua salina, por ejemplo agua de mar o agua de formación salina. Tras colocar la pasta contra una capa de formación permeable de una pared de orificio de formación circundante, también puede desarrollarse un espesamiento/endurecimiento prematuro de la pasta de cemento en el caso de que la fase de agua de pasta se filtre y fluya hacia dicha capa de formación permeable.
55

Si la pasta de cemento se espesa/endurece antes de lo planeado, el cemento espesado/endurecido de manera no intencionada puede colocarse en tuberías y/o equipamiento previstos de otro modo para estar abiertos completamente. Por ejemplo, un espesamiento/endurecimiento prematuro de la pasta de cemento en una tubería de cementación y/o en una tubería de revestimiento circundante que va a cementarse de manera fija, puede dar como resultado el atascamiento no intencionado de dichas tuberías. En consecuencia, una pasta de cemento que se bombea hacia abajo a través, posiblemente en o alrededor de, (una) tubería(s) con fugas, puede dar como resultado la cementación no intencionada y firme de tubería(s) y/o que el equipamiento no se cimente de manera fija, dando como resultado por tanto que dicha(s) tubería(s) y/o equipamiento no funcionen como se prevé, y que posiblemente no se pueda extraer la tubería/equipamiento del pozo si o cuando esto se volviera necesario. Por ejemplo, las fugas en dicha tubería de
65

ES 2 295 197 T3

cementación y/o en la tubería de revestimiento circundante, pueden dar como resultado que la pasta de cemento se conduzca de manera no intencionada hacia delante hasta en anillo entre el exterior de la tubería de cementación y la tubería de revestimiento circundante, dando como resultado que la tubería de cementación se fije de manera no intencionada en dicho anillo tras el espesamiento/endurecimiento de la pasta de cemento. En el peor caso, tales sucesos no intencionados pueden dar como resultado que se tenga que volver a perforar todo o partes del pozo. Dichas fugas de tubería pueden también dar como resultado que la pasta de cemento no se desplace lo suficientemente lejos hacia fuera/arriba hacia el anillo pertinente para cementarse de manera fija, lo que puede dar como resultado posteriormente que el cemento no muestre el efecto de prevención de presión y flujo en el anillo.

En conexión con tales trabajos de cementación, cavidades/huecos formados en canal en el cemento, la denominada canalización en el cemento, se desarrolla de manera habitual, especialmente cuando se cementan largas secciones de tuberías. Tal canalización en el cemento representa un efecto indeseado que puede producirse a partir de que la pasta de cemento y un líquido adjunto situado entre la pasta de cemento y un fluido de perforación suprayacente se expongan, entre otros factores, a un flujo laminar irregular mientras que la pasta se desplaza hacia fuera/arriba hacia un anillo en el pozo. Tal flujo laminar irregular a menudo da como resultado un desplazamiento ineficaz y uniforme de manera no sustancial de dicho líquido situado en el anillo, formándose por tanto canales de fluido de perforación en la pasta de cemento de entrada a medida que éste fluye hacia fuera/arriba hacia el anillo, y dando como resultado que dichos canales se mantengan permanentemente en el anillo después del endurecimiento de la pasta de cemento. Dicho anillo puede ser un anillo entre dos tuberías de revestimiento y/o un anillo entre una tubería de revestimiento y una pared de orificio de formación circundante. Tales cavidades/huecos con forma de canal en el cemento provocan a menudo fugas de fluido y presión.

Tales fugas de fluido y presión también pueden desarrollarse en conexión con el proceso de curado de la pasta de cemento. Inicialmente, durante el proceso de curado, se forman núcleos de cemento, aumentando gradualmente en un número lo suficientemente grande para formar una estructura reticulada continua de núcleos de cemento, siendo la estructura reticulada lo suficientemente fuerte para soportar el peso de núcleos de cemento formados recientemente. En esta etapa del proceso de curado, cuando se establece la estructura reticulada que soporta la carga, y antes de consumir y unir químicamente la fase de agua de la pasta de cemento durante el proceso de curado, dicha fase de agua existe como un líquido independiente en dicha estructura reticulada, estando expuesta la fase de agua de esta etapa del proceso de curado sólo a presiones de líquido hidrostáticas propias y a líquidos suprayacentes. Sin embargo, la presión de líquido hidrostática de la fase de agua es sustancialmente menor que la presión de líquido hidrostática de la pasta de cemento original. Esta reducción de la presión de líquido hidrostática puede ser lo suficientemente grande para posibles fluidos de formación sobrepresionados de capas de formación de comunicación de fluidos para fluir hacia la pasta de endurecimiento, provocando fugas de fluido y presión posteriores a través de las mismas. La presencia de tales fluidos de formación en la pasta de cemento de endurecimiento puede impedir una reacción química adicional entre el cemento y el agua de tal manera que la función del cemento como una barrera que previene la presión y el flujo en el pozo se dañe o destruya.

Sin embargo, es obvio que tales daños del cemento en un pozo pueden dar como resultado, por tanto, que las rocas suprayacentes no estén lo suficientemente protegidas de las condiciones de presión que pueden provocar la fracturación de las rocas. Por tanto, la presión de fluido desde las capas de formación sobrepresionadas puede propagarse, a través de uno o varios anillos en el pozo, adicionalmente hacia arriba en el pozo y, por ejemplo, provocar una acumulación de presión no intencionada en la cabeza de pozo del pozo. En el peor de los casos, tales fugas de fluido y presión pueden llevar a una descarga no controlada de fluidos de formación sobrepresionados en la superficie del pozo, un denominado reventón de superficie; o a que fluyan fluidos de formación sobrepresionados, a través del pozo, entre diferentes capas de formación, un denominado reventón subterráneo.

Además, el cemento endurecido, en la manera utilizada en un pozo, constituye un material rígido, frágil y sustancialmente inflexible que posee una resistencia al esfuerzo cortante relativamente grande. De manera ventajosa, en algunas áreas de utilización, pueden aprovecharse tales propiedades del material. Por ejemplo, puede utilizarse cemento como una conexión de transferencia de carga entre una tubería de revestimiento de superficie y su pared de orificio de formación circundante. Tal como se mencionó, en una pared de barreno que consiste en rocas fracturadas o no consolidadas, puede utilizarse cemento como un material de unión que preserva el esfuerzo cortante que une entre sí rocas sueltas y que impide que las rocas caigan desde la pared de orificio y hacia el orificio adjunto. Durante la perforación de una sección de orificio, tal caída de fragmentos de roca sueltos puede provocar grandes problemas técnicos de perforación si, por ejemplo, tales fragmentos de roca no sujetos se compactan de manera firme alrededor de una sarta de perforación e impiden o detienen cualquier perforación adicional.

Sin embargo, en otras áreas de utilización, tales propiedades de material pueden parecer menos ventajosas. Algunos yacimientos consisten, por ejemplo, en rocas sedimentarias muy porosas, por ejemplo caliza o arena no consolidada, siendo tales rocas a menudo blandas y mostrando muy poca resistencia de material. En capas más profundas de la subsuperficie, tales rocas porosas están normalmente sobrepresionadas, sobrepresión que es y que, a través del tiempo geológico, ha sido un requisito previo necesario para conservar la porosidad de una roca durante su transcurso de compactación. En el proceso de recuperar fluidos de formación a partir de una roca de yacimiento porosa y débil, la presión de formación disminuye gradualmente. Por consiguiente, también tendrá lugar una compresión (compactación) correspondiente y gradual de los poros de roca, dando como resultado movimientos verticales asociados en la roca de yacimiento y en las rocas suprayacentes. Sin embargo, las tuberías de pozos, por ejemplo tuberías de revestimiento y/o tubos interiores, que están colocadas en y en todas tales rocas de yacimiento de compactación son relativamente

rígidas y no están en un estado físico de tal manera que, con respecto a los poros de roca, puedan presionarse entre sí, compensando de ese modo movimientos verticales en el yacimiento. Por consiguiente, tienen lugar movimientos relativos entre las tuberías de pozo y las rocas circundantes, y donde los movimientos relativos tenderán a flexionar hacia fuera/deflectar, combar/romper y/o retorcer las tuberías. Además, y debido a la rigidez, la resistencia al esfuerzo cortante y la resistencia a la compresión del cemento, la cementación de tales tuberías de pozo a las rocas circundantes tenderá adicionalmente a impedir esta flexión/deflexión, combado y/o retorcimiento. Por tanto, pueden generarse concentraciones de tensiones lo suficientemente grandes en las tuberías de pozo para que una o varias tuberías de pozo, en uno o varios lugares, se rompan en pedazos o se deformen severamente. Una destrucción o deformación de este tipo de una o varias tuberías de pozo puede dar como resultado que un pozo de producción se abandone completa o parcialmente, o que se tenga que perforar un nuevo pozo de producción, acarreando por tanto grandes desventajas técnicas y económicas.

El método de inyectar pasta de cemento, posiblemente plastificantes, agentes gelificantes, estabilizadores y otros aditivos en un intervalo de anillos relativamente corto que cubre una o varias zona(s) de entrada de flujo no deseado en un pozo, también está cargado con canales que están formándose y con fugas de fluido y presión asociadas posteriores en el cemento. Además, los movimientos de tubería relativos y relacionados con la producción también pueden provocar que el cemento se fracture o se suelte desde las tuberías de pozo circundantes, y por tanto provocar que el cemento comience a escaparse. Por lo tanto, normalmente, un procedimiento de cementación de este tipo sólo proporcionará un sellado de flujo y presión útil durante un corto periodo de tiempo, después del cual pueden volver a aparecer problemas de acumulación de presión y posibles fugas de fluido en el pozo.

El documento US 5623993 da a conocer un sistema para sellar de manera temporal un barreno en un pozo utilizando un sellador de baja especificación, por ejemplo un obturador inflable. El sellador de baja especificación puede complementarse por un tapón impermeable de aglomerado compactado y el rendimiento de la combinación proporciona un rendimiento superior al del sellador solo.

Los objetivos de la invención

Un objetivo definitivo de esta invención es proporcionar un nuevo método para la fijación de tuberías que prevenga la presión y el flujo, por ejemplo tuberías de revestimiento y tubos interiores, y equipo posiblemente asociado en un pozo.

Otro objetivo firme de la invención es poder usar el método en un pozo completo para el fin de colocar una o varias barreras que prevengan la presión y el fluido en uno o varios anillos de los que al menos una tubería de los mismos tenga fugas.

Sin embargo, el objetivo principal es poder usar el método, completa o parcialmente, para sustituir las funciones del cemento de la técnica anterior en un pozo, evitando o reduciendo simultáneamente los problemas y desventajas mencionados anteriormente asociados con la cementación de pozos.

Consecución de los objetivos

La presente invención está definida en las reivindicaciones adjuntas.

En lugar de colocar la pasta de cemento en la cavidad/hueco pertinente del pozo, normalmente un anillo, los objetivos se consiguen colocando a lo largo de una longitud suficiente de dicha cavidad/hueco/anillo, una mezcla fluidizada de materia no consolidada. Durante la colocación, la mezcla de materia no consolidada debe estar lo suficientemente fluidizada para que la mezcla se desplace hacia delante hasta, y lo suficientemente lejos hacia, la cavidad/hueco/anillo de interés. En la mayoría de las aplicaciones, la colocación puede llevarse a cabo de la manera más sencilla y más eficaz bombeando la mezcla de materia no consolidada, como pasta de cemento, a través de una tubería de conexión hacia delante hasta y hacia dicha cavidad/hueco/anillo del pozo.

Con respecto a esto, pueden utilizarse tuberías y equipamiento de los tipos conocidos en la técnica para cementar de manera fija tuberías en un pozo. En gran parte, los métodos de la técnica anterior para cementar de manera fija tales tuberías de pozo también pueden utilizarse para colocar dicha mezcla de materia no consolidada en dicha cavidad/hueco/anillo del pozo. Además, y con el fin de proporcionar la mezcla fluidizada de materia no consolidada con propiedades reológicas permitiendo que la mezcla se coloque en el pozo, puede emplearse el conocimiento en el campo de la reología junto con dispositivos, métodos y aditivos que, por ejemplo, se utilizan en la preparación y manipulación de fluidos de perforación/cemento de pozo. Con el fin de que una mezcla de materia no consolidada de este tipo funcione como una barrera que prevenga la presión y el flujo, la mezcla de materia no consolidada, siendo un sustituto para el cemento, debe disponerse de tal manera en el pozo para que, cuando la materia no consolidada fluidizada haya fraguado en su posición de funcionamiento en la cavidad/hueco/anillo, muestre propiedades de prevención de presión y flujo lo suficientemente buenas. Por tanto, en el método según esta invención se utiliza en dicha barrera una mezcla de materia no consolidada comprendida por material granular que se produce de manera natural y/o fabricado sintéticamente. En la posición de funcionamiento en dicha cavidad/hueco/anillo, las partículas granulares se ensamblan de tal manera que muestran una permeabilidad muy pequeña hacia un fluido que fluye a través de la mezcla de materia no consolidada. Por consiguiente, este método presupone que la barrera de materia no consolidada que previene la presión y el flujo es permeable y que, por lo tanto, dicho fluido se escapa a través de la barrera de ma-

ES 2 295 197 T3

teria no consolidada. Si la barrera de materia no consolidada está dispuesta con una permeabilidad lo suficientemente pequeña sobre un intervalo de longitud lo suficientemente largo en el pozo, y está fluyendo un fluido a través de la barrera de materia no consolidada, el fluido en la barrera de materia no consolidada, sin embargo, se expondrá a una gran resistencia al flujo (caída de presión de flujo) y de ese modo se moverá muy lentamente (velocidad de flujo muy pequeña) a través de la barrera de materia no consolidada, y de tal manera que el tiempo de flujo del caudal correspondiente del fluido puede extenderse a varias decenas de miles de años o más. Este recorrido de flujo está influenciado por diferentes parámetros según la ley de Darcy que expresa una relación entre varios parámetros y la velocidad de flujo de un fluido cuando el fluido fluye a través de un material poroso y permeable; en la que:

$$v = k (P_{\text{entrada}} - P_{\text{salida}}) / (\mu \cdot L);$$

donde

“v” - velocidad de flujo del fluido (cm/s)

“k” - permeabilidad del material (Darcy),

“P_{entrada}” - potencial de presión aguas arriba del fluido (atmósferas),

“P_{salida}” - potencial de presión aguas abajo del fluido (atmósferas),

“(P_{entrada}-P_{salida})” - pérdida de presión a través del material (atmósferas),

“u” - viscosidad del fluido (centipoise)

“L” - longitud de material permeable (cm).

Considerando que el tiempo de flujo de fluido a través de la barrera de material no consolidado es teóricamente del orden de miles de años, es evidente que la fuga de fluido posterior (cantidad de fluido que se fuga a través de la barrera) será extremadamente pequeña y, para fines prácticos, insignificante. Por otro lado, utilizando una barrera de cemento en un pozo, a menudo aparecen y se observan grandes fugas de presión y fluido a través de la barrera de cemento. Sin embargo, en la perspectiva de tiempo mencionada anteriormente, una barrera de cemento de este tipo puede constituir una barrera sustancialmente peor, menos duradera y no sustancialmente dúctil/flexible contra la presión y el flujo que la de una barrera de materia no consolidada.

La permeabilidad “k” de la mezcla de materia no consolidada y la extensión o longitud “L” de la barra de materia no consolidada en el pozo representan aquellos parámetros de la ley de Darcy que pueden influenciarse y controlarse más fácilmente con el fin de obtener una velocidad “v” de flujo de fluido suficientemente pequeña a través de la barrera de materia no consolidada. También, y en un grado menor, la velocidad “v” de flujo puede influenciarse y controlarse seleccionando un potencial “P_{salida}” de presión aguas abajo adecuado para el fluido que fluye. En la práctica, “P_{salida}” está comprendido por la presión hidrostática que se ejerce sobre la barrera de materia no consolidada por una columna de líquido suprayacente/menos profunda, por ejemplo una columna de agua, cuya presión hidrostática que puede adaptarse, hasta cierto punto, cambiando la gravedad específica de la columna de líquido. Sin embargo, el potencial “P_{entrada}” de presión aguas arriba del fluido, normalmente está comprendido por la presión de formación que se ejerce sobre la barrera de materia no consolidada desde una capa de yacimiento subyacente/más profunda, presión que sustancialmente no puede influenciarse/controlarse, o que puede no desearse influenciarse/controlarse, en consideración de dicha velocidad “v” de flujo de fluido a través de la barrera de materia no consolidada. Por otro lado, puede existir un deseo de influenciar/controlar dicha presión “P_{entrada}” de formación en consideración del progreso de explotación y el grado de recuperación de un yacimiento, por ejemplo implementando en el(los) yacimiento(s) pertinente(s) acciones de estimulación artificial, incluyendo inundación con agua.

Según la ley de Darcy, la permeabilidad “k” de la mezcla de materia no consolidada es proporcional a la velocidad “v” de flujo de fluido y, por consiguiente, inversamente proporcional al tiempo de flujo del caudal del fluido, mientras que la longitud “L” de la barrera de materia no consolidada es inversamente proporcional a la velocidad “v” de flujo y, por consiguiente, proporcional al tiempo de flujo del caudal del fluido. Haciendo esto, la velocidad “v” de flujo de fluido y también el tiempo de flujo del caudal puede controlarse seleccionando una permeabilidad “k” adecuada y/o longitud “L” de barrera. En la práctica, considerando que la longitud “L” de barrera máxima está limitada a la longitud de la cavidad/hueco/anillo pertinente de un pozo, el alcance más grande de influencia/control sobre la velocidad “v” de flujo/tiempo de flujo del caudal se consigue disponiendo la mezcla de materia no consolidada de tal manera que, en la posición de funcionamiento, muestra una permeabilidad “k” adecuada.

Las condiciones físicas y químicas que prevalecen en las capas de la subsuperficie del pozo individual pueden variar de un pozo a otro. Entre otras cosas, tales condiciones físicas y químicas incluyen profundidad de yacimiento, presión(es) y temperatura(s) de la formación, tipo(s) de fluido(s) de la formación que incluye su/sus composiciones químicas y propiedades físicas, incluyendo propiedades o condiciones que influyen la viscosidad del(de los) fluido(s). Considerando que las condiciones físicas y químicas predominantes varían de un pozo a otro, la permeabilidad que se considera que es adecuada para el pozo pertinente, también puede variar de un pozo a otro. La ley de Darcy

ES 2 295 197 T3

muestra, entre otros puntos, que la viscosidad “ μ ” de fluido es inversamente proporcional a la velocidad “ v ” de fluido. En una barrera específica de materia no consolidada que está dispuesta con una permeabilidad específica, un gas que posea una viscosidad pequeña, por ejemplo, fluirá mucho más rápido a través de la barrera de materia no consolidada de lo que puede hacerlo un crudo denso que posee una viscosidad grande en la misma barrera. En el caso de querer
5 que el gas y el crudo fluyan con igual velocidad de flujo a través de cada barrera propia de materia no consolidada de igual longitud (caudal de flujo), la barrera de materia no consolidada para el gas por lo tanto debe disponerse con una permeabilidad sustancialmente menor que la de la barrera de materia no consolidada para el crudo.

Una barrera de materia no consolidada debería disponerse de tal manera que, en la posición de funcionamiento,
10 muestre una permeabilidad del orden de preferiblemente, pero no necesariamente, algunos milidarcy (mD) y por debajo de un nivel de microdarcy (μ D), por ejemplo 0,001 mD ($=1 \mu$ D). En la mayoría de los pozos, estos son valores de permeabilidad que proporcionarán el efecto de prevención de presión y flujo deseado. Sin embargo, por razones mencionadas anteriormente, la permeabilidad específica de la barrera debería evaluarse y determinarse basándose en las condiciones predominantes en el pozo pertinente.

15 La mezcla de materia no consolidada se dispone con la permeabilidad deseada componiéndose de, y en la posición de funcionamiento consistiendo en, partículas granulares mezcladas de al menos un tamaño de partícula y, preferiblemente, de varios tamaños de partículas. Compactadas juntas, la permeabilidad de la mezcla de materia no consolidada se determina por la forma geométrica de una red de poros comprendida por los poros de la mezcla de materia no
20 consolidada y sus conexiones de poros mutuas. El grado de variación en tamaños de partículas tiene un gran impacto en la apretura con la que pueden compactarse las partículas de materia no consolidada, que influencia en gran medida cómo aparecerá la red de poros y también, por tanto, cuál será la permeabilidad de la mezcla de materia no consolidada. También, el tamaño de partículas general de la mezcla de materia no consolidada es de gran importancia al determinar cómo de grandes serán dichos poros y sus conexiones de poros mutuas, que influencia directamente la permeabilidad
25 de la mezcla de materia no consolidada. Por consiguiente, puede utilizarse uno de dos métodos para afectar a la permeabilidad de una mezcla de materia no consolidada de este tipo; o bien estando la mezcla de materia no consolidada compuesta por diferentes tamaños de partículas, o bien estando la mezcla de materia no consolidada compuesta por pequeñas partículas de un tamaño relativamente homogéneo.

30 La distribución de tamaños de partículas en una mezcla de materia no consolidada de este tipo se expresa a menudo mediante el concepto de clasificación. El concepto de clasificación es una medida cualitativa del grado de variación, o el margen de variación, de tamaños de partículas diferentes en la mezcla de materia no consolidada. Una mezcla de materia no consolidada clasificada como mala puede incluir un gran espectro de tamaños de partículas, por ejemplo
35 partículas en los márgenes de tamaño de grava, arena, limo y arcilla. En comparación, una mezcla de materia no consolidada clasificada como moderada puede incluir un pequeño espectro de tamaños de partículas, por ejemplo arena media y arena fina, mientras que una masa clasificada como muy buena puede incluir sólo un tamaño de partículas relativamente homogéneo, por ejemplo, limo grueso. En el estado compactado, una mezcla de materia no consolidada clasificada como mala de este tipo puede mostrar una permeabilidad muy pequeña. Una mezcla de materia no
40 consolidada clasificada como muy buena que consiste en limo grueso puede mostrar una permeabilidad pequeña equivalente, mientras que una mezcla de materia no consolidada clasificada como muy buena que consiste en arena muy gruesa puede mostrar una permeabilidad muy grande.

Sin embargo, una especificación de clasificación de este tipo, es imperfecta para cuantificar o para especificar las cantidades de los diferentes tamaños de partículas que comprende la mezcla de materia no consolidada. Por otro lado,
45 la distribución de tamaños de partículas en la mezcla de materia no consolidada puede describirse y cuantificarse mejor por medio de, por ejemplo, conceptos estadísticos, en los que la distribución de tamaños de partículas en la mezcla de materia no consolidada puede describirse por medio de una función de distribución acumulativa.

En la práctica, pueden proporcionarse tamaños de partículas diferentes, por ejemplo, cribando y agrupando materia
50 no consolidada granular que se produce de manera natural en varias categorías de tamaños de partículas diferentes. Cada categoría de este tipo está compuesta por partículas de un margen de tamaños de partículas particular, siendo diferente el margen de tamaños de partículas de cada categoría de los márgenes de tamaños de partículas de posiblemente otras categorías. Como alternativa, puede utilizarse material granular fabricado sintéticamente hecho de tamaños
55 de partículas dentro de las categorías de tamaños de partículas pertinentes. Posteriormente, se ensamblan y mezclan entre sí ciertas cantidades de partículas de cada una de las categorías de tamaños de partículas pertinentes, disponiéndose por tanto la mezcla de materia no consolidada con una distribución particular de tamaños de partículas, por tanto una forma de red de poros particular de mezcla de materia no consolidada, que proporciona una permeabilidad particular para la mezcla de materia no consolidada cuando se coloca en la posición de funcionamiento como una barrera que previene la presión y el flujo en el pozo.

60 Existen varias escalas que especifican las diferentes categorías de tamaños de partículas, y la escala preferida puede relacionarse, en gran medida, con disciplinas comerciales particulares. La denominada escala de tamaños de partículas de Udden-Wentworth y la denominada escala de tamaños de partículas ϕ (ϕ) de Krumbein se conocen y se utilizan generalmente, para un propósito, en disciplinas geológicas, por ejemplo en sedimentología. En la industria
65 de la construcción y en entornos geotécnicos, entre otras materias, es común, sin embargo, utilizar una escala que se refiera al tamaño de malla (tamaño de tamiz) de un dispositivo de tamiz, por ejemplo, la utilizada comúnmente y denominada escala granulométrica de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (A.S.T.M., *American Society of Testing and Materials*). La escala especifica categorías de tamaños de partículas que se refieren a denominados

ES 2 295 197 T3

tamaños de “malla”. Por ejemplo, un tamaño de malla 200 representa aberturas de tamiz de 0,074 mm de grande en un tejido pantalla o rejilla del dispositivo de tamiz. También existen escalas y/o conceptos similares que, en grados variables, se utilizan en diferentes regiones geográficas y/o disciplinas de la industria.

5 En la escala de Udden-Wentworth, las partículas se agrupan en categorías de tamaños de partículas basándose en el diámetro de partículas promedio especificado en milímetros. Ejemplos de tales categorías de tamaños son gránulos/grava fina (2-4 mm), arena muy gruesa (1-2 mm), arena gruesa (0,5-1 mm), arena media (0,25-0,5 mm), arena fina (0,125-0,25 mm), arena muy fina (0,0625-0,125 mm), cuatro categorías de limo (0,0039-0,0625 mm), y también partículas de arcilla (<0,0039 mm).

10 En la escala ϕ de Krumbein, los tamaños de partículas se convierten en valores ϕ , en los que:

$$\phi = -\log_2 d;$$

15 donde

“d” - diámetro de partículas promedio (mm).

20 Expresado en valores ϕ de Krumbein, los ejemplos de Udden-Wentworth anteriores de categorías de tamaños de partículas pueden especificarse como gránulos/grava fina ($\phi = -2$ a -1), arena muy gruesa ($\phi = -1$ a 0), arena gruesa ($\phi = 0$ a $+1$), arena media ($\phi = +1$ a $+2$), arena fina ($\phi = +2$ a $+3$), arena muy fina ($\phi = +3$ a $+4$), cuatro categorías de limo ($\phi = +4$ a $+8$), y también partículas de arcilla ($\phi = +8$ o más). Especificando cada categoría de tamaños de partículas como valores ϕ enteros, y no en fracciones o números decimales, como en la escala de Udden-Wentworth, tales valores ϕ de Krumbein son mas fáciles de tratar estadísticamente.

30 Cuando se utiliza la escala ϕ de Krumbein, la distribución de tamaños de partículas en una mezcla de materia no consolidada (la clasificación de mezcla de materia no consolidada) se especifica comúnmente como el margen de variación (en valores ϕ) que incluye una cantidad de partículas que comprende aproximadamente 2/3 de todas las partículas en la mezcla de materia no consolidada. Estadísticamente, este margen de variación constituye dos veces la desviación estándar de las partículas de materia consolidada, y la desviación estándar es por tanto una medida comúnmente aceptada de la clasificación de un sedimento o una mezcla de materia no consolidada.

35 En la industria de la construcción y en entornos geotécnicos, entre otras cosas, es habitual cuantificar una distribución particular de tamaños de partículas (clasificación) de una mezcla de materia no consolidada por medio de una denominada curva granulométrica. Especificada en tamaños de malla o de tamiz, la curva granulométrica especifica las cantidades relativas, o la relación de masa, de las categorías de tamaños pertinentes que constituyen, o van a constituir, la mezcla de materia no consolidada.

40 Por ejemplo, la publicación de patente US 5.417.285 describe el uso de un tapón corto de material particulado en conexión con un elemento de partición u obstrucción en un pozo, consistiendo normalmente el elemento de partición/obstrucción en un tapón mecánico, por ejemplo un obturador inflable o un denominado tapón de puente. Simultáneamente, y en relación con la composición del tapón de material particulado corto, la publicación describe siete mezclas diferentes de material particulado y sus composiciones de partículas diferentes y específicas, expresándose cada composición de partículas por medio de categorías de tamaños de partículas de “malla” y fracciones en peso en porcentajes del peso total de cada mezcla. Al mismo tiempo, la permeabilidad de cada mezcla de material particulado se ha determinado mediante ensayo y especificado en la publicación. Tres de dichas mezclas de material particulado mostraron especialmente una pequeña permeabilidad, y sus composiciones de partículas y permeabilidades son de tal naturaleza que se consideran adecuadas en una barrera de materia no consolidada del tipo comprendido por esta invención.

La composición de partículas y la permeabilidad de las tres mezclas se exponen en la siguiente tabla resumen:

| Categoría de tamaños de partículas (tamaños de malla) | Mezcla de ensayo-ref. número de ensayo citado en la publicación | | |
|---|---|----|----|
| | 7 | 8 | 9 |
| | Fracción en peso del peso total de la mezcla (%) | | |
| arena de malla 20/40 | 60 | 60 | 60 |

ES 2 295 197 T3

| | | | |
|---|-------|-------|-------|
| arena de malla 100 | 20 | 15 | 20 |
| arena de malla 200 | 15 | 15 | 15 |
| "Gel" de bentonita(fracción de arcilla) | 5 | 10 | 5 |
| Permeabilidad (mD) | 0,064 | 0,063 | 0,081 |

5

10

Dicha publicación de patente describe una arena de malla 20/40 como una arena gruesa convencional, una arena de malla 100 como una arena media ("intermedia") convencional y una arena de malla 200 como una arena fina convencional, conteniendo la mezclas 7-9 de ensayo también una fracción de partículas de finos descritas como un gel de partículas de arcilla/bentonita. Químicamente, las partículas de arena se describen consistiendo preferiblemente en sílice (dióxido de silicio), denotado mineralógicamente como cuarzo. También, es una elección adecuada porque el cuarzo (dióxido de silicio) es uno de los minerales más resistentes a la intemperie que se encuentran en la naturaleza, y por lo tanto el cuarzo/sílice (dióxido de silicio) debería proporcionar resistencia a la intemperie y al tiempo en un pozo.

15

20

Además, los propietarios de la presente invención han llevado a cabo experimentos de laboratorio que implican una mezcla similar de materia no consolidada. En un periodo de tiempo de alrededor un mes y medio, y a través de mediciones, se calculó, entre otras cosas, la permeabilidad de la mezcla de materia no consolidada, como una función del asentamiento, o compactación, de las partículas de materia no consolidada. También, los experimentos confirmaron que es posible, en la práctica, producir una mezcla fluidizada de materia no consolidada que sea fácil de bombear. En la mezcla de materia no consolidada (predominantemente sílice/cuarzo), alrededor del 80 por ciento en peso de la masa consistía en partículas de tamaño de arena en la categorías de tamaños de partículas de arena gruesa (0,5-1 mm), arena media (0,25-0,5 mm), arena fina (0,125-0,25 mm) y arena muy fina (0,0625-0,125 mm), mientras que alrededor del 20 por ciento en peso de la masa consistía en partículas de tamaño de limo en el margen de tamaño de partículas de 0,0039-0,0625 mm, cuya mitad (alrededor del 10 por ciento en peso) está en el margen de tamaño de 0,005 mm (limo fino). Las partículas de limo fino mencionadas en último lugar se añadieron a la mezcla de materia no consolidada exclusivamente para actuar como un relleno de reducción de permeabilidad de los poros en la mezcla puesto que esta fracción de finos de mezcla sólo contiene cantidades insignificantes de partículas de arcilla. Esto diferencia esta mezcla de materia no consolidada de las tres mezclas especificadas en la tabla anterior, donde las fracciones relativamente grandes en peso de partículas de arcilla, denominadas gel de bentonita, se utilizan en las mezclas, de tal manera que las partículas de arcilla suspendidas en los poros de la mezcla actúan como un ligante entre las partículas.

25

30

35

Inicialmente, se colocó una longitud de 1 metro de mezcla de materia no consolidada en la parte inferior de una tubería de plástico colocada verticalmente, de 6 metros de largo en total, después de lo cual se rellenó la tubería entera con agua dulce. Durante el periodo de tiempo posterior de alrededor un mes y medio, se tomaron mediciones regulares con las cuales se calculó la permeabilidad de la mezcla de materia no consolidada para el periodo de tiempo, observando durante el periodo de tiempo valores de permeabilidad decrecientes. Al vencimiento del periodo de tiempo, y después de asentarse en la tubería de plástico, la mezcla podría mostrar una permeabilidad de 0,001 mD(=1 μ D).

40

45

50

55

Además, cuando se coloca en la tubería, la mezcla de materia no consolidada se fluidificó y contenía alrededor del 83 por ciento en peso de partículas de materia no consolidada y alrededor del 17 por ciento en peso de líquido, que consistía en aproximadamente el 11 por ciento en peso en agua y aproximadamente el 6 por ciento en peso de un plastificante adecuado. El plastificante se utilizó para evitar el asentamiento irregular de las fracciones de partículas de grano fino y de grano grueso de la mezcla fluidizada de materia no consolidada, pero también con el fin de mantener la fracción más grande posible de materia no consolidada, por tanto la fracción más pequeña posible de líquido, en la mezcla fluidizada de materia no consolidada. El lignosulfonato representa un ejemplo de un plastificante/agente regulador de viscosidad que se utiliza, por ejemplo, en la industria del petróleo, por ejemplo cuando se preparan fluidos de perforación.

Además, estos son simplemente ejemplos de cómo puede componerse una mezcla de materia no consolidada, y de cómo puede fluidificarse la mezcla de materia no consolidada. Especificaciones adicionales de composiciones de mezclas de materia no consolidada, y también especificaciones de sustancias y agentes, dispositivos y métodos específicos conocidas en la técnica para fluidificar la mezcla, se consideran que son de naturaleza técnica de la técnica anterior siempre que se presente el método según esta invención a un experto en la técnica.

Después de haber ensamblado y mezclado cantidades específicas de las categorías de tamaños de partículas pertinentes, por ejemplo, tal como se especifica en la tabla mencionada anteriormente, y de tal manera que la mezcla de materia no consolidada se haya dispuesto por tanto con una distribución de tamaños de partículas que, en la posición de funcionamiento, va a proporcionar la permeabilidad deseada, la mezcla de materia no consolidada se fluidifica antes de colocarla en la cavidad/hueco/anillo pertinente del pozo, simplificando esta fluidización la colocación de la mezcla de materia no consolidada en el pozo. Por ejemplo, la fluidización puede llevarse a cabo por medio de dispositivos y

60

65

métodos de la técnica anterior para remover y mezclas fluidos y/o sólidos. En este proceso de fluidización, la mezcla de materia no consolidada se mezcla entre sí con un fluido portador adecuado para convertirse en una mezcla fluidizada de materia no consolidada, disponiéndose la mezcla fluidizada de materia no consolidada de tal manera que posteriormente, y preferiblemente, pueda bombearse, por ejemplo mediante bombas y equipamiento de cementación potentes del tipo que se utiliza normalmente durante la cementación de las tuberías de pozos.

De la manera más simplista, el fluido portador puede estar compuesto por agua. Por otro lado, pueden añadirse plastificantes, agentes gelificantes, estabilizadores, materiales densificantes y otros aditivos con el fin de disponer la mezcla fluidizada de materia no consolidada con propiedades físicas y/o químicas apropiadas, incluyendo propiedades reológicas, para permitir que la mezcla de materia no consolidada se coloque y utilice tal como se previó en el pozo. Por ejemplo, la mezcla fluidizada de materia no consolidada debe disponerse con una viscosidad que permita el bombeo de la mezcla a través de, por ejemplo, dichas bombas/equipamiento de cementación y tuberías conectadas en el pozo de tal modo de la mezcla fluidizada de materia no consolidada pueda desplazarse adicionalmente hacia fuera/arriba hacia la cavidad/hueco/anillo pertinente del pozo. También, y a modo de ejemplo, la mezcla puede disponerse con propiedades tixotrópicas adecuadas. Además, el fluido portador constituye una fracción en peso mínima, adecuada para este fin, de la mezcla de materia no consolidada. Por consiguiente, la mezcla fluidizada está compuesta por una fracción en peso máxima de partículas de materia no consolidada que forman la barrera de materia no consolidada en el pozo, y esta medida impide o restringe una posible formación de líquido excedente que se origina a partir del fluido portador. Durante el bombeo, posiblemente después del bombeo y en conexión con el asentamiento de la mezcla de materia no consolidada en dicha cavidad/hueco/anillo, tales medidas dan como resultado de manera ventajosa evitar o reducir el asentamiento prematuro (segregación) de posibles fracciones de grano grueso y, por tanto, la segregación de éstas a partir de fracciones restantes de partículas de grano más fino suspendidas en la mezcla fluidizada de materia no consolidada. Por tanto, puede colocarse una mezcla de materia no consolidada en la posición de funcionamiento en el pozo, una mezcla que, después de dicho asentamiento, está dotada aún de la distribución y compactación deseadas de tamaños de partículas, por tanto estando dotada también de la permeabilidad deseada. Un posible asentamiento irregular de tamaños de partículas en la mezcla de materia no consolidada, como una barrera de materia no consolidada en el pozo, puede dar como resultado que se muestre una distribución de permeabilidad irregular a lo largo de la extensión longitudinal del pozo, y que la barrera de materia no consolidada no muestre el efecto de prevención de presión y fluido deseado en el pozo.

Además, y en conexión con la colocación de la materia no consolidada, debe tenerse cuidado en garantizar que la mezcla fluidizada de materia no consolidada esté dispuesta con una gravedad específica que no supere la presión de fracturación/gradiente de fractura de la sección de orificio pertinente del pozo. En este contexto, la mezcla fluidizada y no consolidada posiblemente puede disponerse con una gravedad específica del orden de 2,1, gravedad específica que no difiere de los valores de gravedad específica típicos de una pasta de cemento.

Al contrario que el cemento, una barrera de este tipo de materia no consolidada puede no endurecerse en la cavidad/hueco/anillo del pozo. En la posición de funcionamiento, la barrera de materia no consolidada puede mostrar por tanto propiedades plásticas, puesto que la barrera de materia no consolidada es flexible y dúctil y, simultáneamente, puede mostrar posiblemente una resistencia insignificante al esfuerzo cortante y a la tracción. Después de haber fijado un tamaño de tubería de revestimiento específico de una manera tal que se previene la presión y el flujo mediante la barrera de materia no consolidada, estas propiedades de tal barrera de materia no consolidada deben considerarse en el caso de comenzar después la perforación de una sección de orificio posterior y más profunda. Si dicho tamaño de tubería de revestimiento, totalmente desde el zapato de entubación y hacia arriba por todo el pozo, se fija por medio de una mezcla dúctil de este tipo de materia no consolidada, y debido a su resistencia insignificante al esfuerzo cortante y a la tracción, la materia no consolidada puede caer fácilmente hacia abajo y hacia la sección de orificio posterior cuando se perfora. Por ejemplo, este problema puede evitarse fácilmente colocando, en un intervalo de longitud inmediatamente subyacente, dicha barrera de materia no consolidada, y en la misma cavidad/hueco/anillo, cemento y/u otro material que posea resistencia al esfuerzo cortante y a la tracción, por ejemplo, un obturador de anillo mecánico, y que impida que caiga la materia no consolidada hacia abajo y hacia dicha sección de orificio. En la práctica, y en las mismas tuberías de pozos, esto puede llevarse a cabo bombeando hacia abajo hacia el pozo, y también hacia fuera/arriba hacia dicha cavidad/hueco/anillo, un volumen de pasta de cemento simultáneamente con, e inmediatamente siguiendo a, la mezcla fluidizada de materia no consolidada. Después, cuando la pasta de cemento se coloca en su posición de funcionamiento y se endurece para formar una barrera de cemento en el pozo, se impedirá que la mezcla de materia no consolidada caiga hacia abajo y hacia la sección de orificio posterior cuando se perfora. Esto se muestra en las siguientes realizaciones de la invención. Sin embargo, una barrera de cemento de este tipo no necesita colocarse en la tubería de revestimiento/tubo interior más profundo del pozo, puesto que no se perforará ninguna sección de orificio posterior hacia la que pueda caerse hacia abajo la mezcla de materia no consolidada.

60 Ventajas conseguidas mediante la invención

Utilizar una o varias barreras de materia no consolidada de este tipo en un pozo ofrece ventajas considerables con respecto a la técnica anterior, y con respecto especialmente a cementación de tuberías de pozos.

La colocación de una barrera de materia no consolidada de este tipo en un pozo no implica, por ejemplo, un proceso de curado, que puede crear los problemas y desventajas adjuntos descritos anteriormente del cemento, en el que el endurecimiento/espesamiento de una pasta de cemento puede taponar de manera no intencionada tuberías de pozo y equipamiento, o posiblemente colocar indebidamente de manera no intencionada cemento en el pozo. Por

tanto, se evitan los posibles problemas que pueden desarrollarse en una pasta de cemento mientras, durante el proceso de curado, se forma una estructura reticulada continua de núcleos de cemento en la misma, dando posiblemente la formación de esta estructura reticulada finalmente como resultado posibles fluidos de formación con sobrepresión que se originan a partir de capas de formación de comunicación de fluidos que fluyen hacia la pasta de endurecimiento y que ocasionan fugas de fluidos y de presión posteriores a través de la barrera de cemento resultante, debilitando o destruyendo por tanto una reacción química adicional entre agua y cemento, lo que da como resultado que la función de prevención de presión y fluido del cemento en el pozo se debilite o destruya. Tales efectos pueden no desarrollarse en una barrera de no endurecimiento de materia no consolidada porque una mezcla fluidizada de materia no consolidada de este tipo, durante el asentamiento, mantendrá su gradiente de presión/presión de líquido original.

La ausencia de un proceso de curado de este tipo, así como dichas propiedades plásticas de una barrera de materia no consolidada de este tipo, también pueden dar como resultado la canalización en la mezcla fluidizada de materia no consolidada que no se produce, o que se produce de manera no sustancial, cuando se coloca en el pozo. Debido a la ductilidad de la mezcla de materia no consolidada, posibles canales que se forman en la mezcla de materia no consolidada pueden presionarse entre sí y desaparecer, completa o parcialmente, durante el próximo periodo de asentamiento de las partículas de materia no consolidada. De ese modo, posibles fluidos, por ejemplo, el fluido de perforación, que han quedado atrapados en tales canales pueden desplazarse, completa o parcialmente, a partir de la mezcla de materia consolidada y, con respecto a una pasta de cemento de endurecimiento, no ocasionan perturbación funcional sobre la barrera en el pozo.

También con posterioridad, mientras que se coloca como barrera de materia no consolidada en un pozo, una mezcla de materia no consolidada de este tipo puede conservar sus propiedades plásticas y ductilidad. Por tanto, cualquier movimiento y desplazamiento que, a través del tiempo, pueda tener lugar en las rocas circundantes del pozo, por ejemplo movimientos ocasionados por terremotos o movimientos al compactarse las rocas del yacimiento, puede, con respecto a una barrera de cemento, ocasionar tensiones y movimientos relativos asociados sobre una barrera de materia no consolidada y las tuberías de pozo adjuntas. Sin embargo, en contraposición a una barrera de cemento o un tapón mecánico, la barrera dúctil de materia no consolidada puede conformarse según, y adaptarse a, dichos movimientos relativos sin fracturas y sin que se formen fugas de fluidos y presión posteriores en la misma, y sin cambiar sustancialmente la pequeña permeabilidad de la barrera de materia no consolidada. Tales movimientos pueden provocar posiblemente que disminuya adicionalmente la permeabilidad de la barrera de materia no consolidada, puesto que tales fuerzas de influencia, además de la fuerza de gravedad de la Tierra, pueden contribuir a compactar más próximamente las partículas de materia no consolidada y provocando por tanto que disminuya dicha permeabilidad. Por tanto, la ductilidad y movilidad relativa de la barrera de materia no consolidada provoca que se muevan las tuberías de pozo en una mezcla dúctil de materia no consolidada de este tipo, fijándose las tuberías de pozo por medio de una barrera de este tipo de materia no consolidada de este tipo en el pozo donde las tuberías de pozo están expuestas a dichas tensiones y movimientos relativos. Haciendo esto, tales tuberías de pozo pueden estar expuestas a un movimiento relativo sustancialmente mayor en forma de flexión, pandeo y/o torsión que el de una barrera de cemento o un tapón mecánico antes de que una o varias tuberías de pozo se rompan en pedazos o se deformen gravemente.

De manera ventajosa, una mezcla fluidizada de materia no consolidada de este tipo también pueden inyectarse en cavidades/huecos/anillos no cementados de un pozo que está expuesto a la entrada de flujo no deseada de fluidos a través de una o varias tuberías de revestimiento/tubos interiores circundantes y con fugas. La inyección puede llevarse a cabo, por ejemplo, a través de perforaciones adecuadas en una parte inferior de la tubería de revestimiento/tubo interior del pozo, o a través de un sistema de tuberías en espiral colocado en una parte superior del anillo pertinente del pozo. La mezcla fluidizada de materia no consolidada se coloca en una posición adecuada en, y en una longitud de pozo suficiente de, la cavidad/anillo pertinente, por ejemplo en toda la longitud de la cavidad/hueco/anillo, impidiendo/reduciendo por tanto las fugas de presión y fluidos a través de dicha cavidad/hueco/anillo, y sin utilizar, por ejemplo, cemento y/u obturadores mecánicos en la cavidad/hueco/anillo. Haciendo esto, la vida útil de un sistema de tuberías de producción con fugas en un pozo puede ampliarse en lugar de tener que recuperar o abandonar el pozo.

También, las tuberías de pozo fijadas por medio de una o varias barreras de materia no consolidada de este tipo en un pozo proporcionan una desviación o taponado significativamente más fáciles, de manera permanente o temporal, del pozo. Esto se debe a que la materia no consolidada de la barrera se extrae fácilmente con posterioridad, por ejemplo limpiando o expulsando la materia no consolidada por medio de un líquido adecuado. Esto difiere sustancialmente de los esfuerzos que consumen tiempo, equipamiento y trabajo que se inician en conexión con la extracción o profundización del cemento emplazado en conexión con tubería(s) de revestimiento/tubo(s) interior(es) de un pozo. Esto se ilustra adicionalmente en las siguientes realizaciones de la invención.

Con respecto a la técnica anterior, incluyendo la cementación de pozos, las ventajas mencionadas anteriormente muestran que el método según la presente invención proporciona una solución técnica sustancialmente más económica que, además, es considerablemente más sencilla, más flexible y duradera en el tiempo con respecto a impedir/reducir las fugas de fluidos y presión en un pozo, principalmente en conexión con la fijación de tubería(s) de revestimiento/tubo(s) interior(es) del pozo. También, el método puede utilizarse en pozos tanto verticales, como desviados así como horizontales.

Breve descripción de los dibujos

En la siguiente parte de la descripción, haciendo referencia a las figuras 1 a 5, se mostrarán tres realizaciones no limitativas del método según la invención, haciendo referencia un número de referencia específico al mismo detalle en todas las figuras en las que se indica este detalle, en las que:

la figura 1 y la figura 2 muestran secciones verticales esquemáticas a través de una sección de orificio de un pozo, sección de orificio en la que está colocada una tubería de revestimiento, y la figura 1 muestra una mezcla fluidizada de materia consolidada colocada en dicha tubería de revestimiento pendiente del desplazamiento de la mezcla de materia no consolidada hacia fuera y hacia arriba hacia un anillo circundante a la tubería de revestimiento, mientras que la figura 2 muestra la tubería de revestimiento fijada en la sección de orificio por medio de la mezcla de materia no consolidada después de que ésta se ha desplazado hacia fuera y hacia arriba hacia dicho anillo, estando colocada la mezcla como una barrera que previene la presión y el flujo de materia no consolidada en el anillo;

la figura 3 y la figura 4 también muestran secciones verticales esquemáticas a través de un segmento de la sección de orificio mostrada en la figura 2, estando fijada la tubería de revestimiento de la sección de orificio en el pozo por medio de la dicha barrera de materia no consolidada en el anillo circundante de la tubería de revestimiento, y las figuras muestran medidas necesarias con el fin de hacer una desviación del pozo que sale de dicha sección de orificio, mostrando la figura 3 la perforación de la tubería de revestimiento antes de una inyección posterior de pasta de cemento, mientras que la figura 4 muestra una tubería de revestimiento cortada a través mediante la que se muestra también una nueva sección de orificio desviada e introductoria del pozo; y

la figura 5 muestra una sección vertical esquemática a través de varias secciones de orificio consecutivas de un pozo, estando dotada cada sección de orificio de su propio tamaño de tubería de revestimiento, y estando fijados todos los tamaños de tubería de revestimiento en el pozo por medio de una barrera de materia no consolidada colocada en el anillo circundante de cada tamaño de tubería de revestimiento.

Descripción de realizaciones de la invención

Los conocimientos, dispositivos, aparatos, equipamiento, agentes, sustancias y/o métodos conocidos en la técnica no relacionados con la invención real, pero que independientemente sean o puedan ser prerequisites necesarios con el fin de poner en práctica la invención, no se describirán con ningún detalle en las siguientes tres realizaciones. Entre otras cosas, esto incluye dispositivos/equipamiento de bombeo y tuberías adjuntas que se colocan de manera adecuada en el pozo cuando se pone en práctica la invención. Además, las figuras sólo muestran detalles que son necesarios para entender y poner en práctica la invención, y por lo tanto las figuras no muestran, por ejemplo, una disposición de perforación y el equipamiento de perforación/equipamiento de pozo adjunto, etc.

La primera realización se representa mediante la figura 1 y la figura 2, mostrando la figura 1 una parte inferior de una sección 10 de orificio en un pozo subsuperficial, penetrando la sección 10 de orificio en una formación 12 subterránea. Una tubería 14 de revestimiento está colocada en la sección 10 de orificio, y entre la tubería 14 de revestimiento y la sección 10 de orificio sale un anillo 16 que se rellena con fluido 18 de perforación, relleno también el fluido 18 de perforación un volumen en la parte inferior de la tubería 14 de revestimiento. Inmediatamente sobre este volumen se colocan, en orden consecutivo, un primer tapón 20 delantero, un volumen predefinido de una mezcla fluidizada de materia 22 no consolidada según la descripción anterior, un segundo tapón 24 delantero, un volumen predefinido de pasta 26 de cemento y un tapón 28 trasero, relleniéndose el volumen sobrante de la tubería 14 de revestimiento con fluido 18 de perforación. Todos los tapones 20, 24 y 28 están colocados de una manera de cierre a presión contra la tubería 14 de revestimiento. Además, los tapones 20 y 24 delanteros están dispuestos cada uno con su propio diafragma 30 y 32 que, en conexión con el bombeo posterior y un desplazamiento asociado de la mezcla de materia 22 no consolidada, pasta 26 de cemento y los tapones 20, 24 y 28 hacia abajo a través de la tubería 14 de revestimiento y hacia fuera/hacia arriba del anillo 16, están dispuestos para romperse cuando los diafragmas 30 y 32 están expuestos a una presión de bomba suficientemente grande. Además, y asociado con los diafragmas 30 y 32, cada tapón 20 y 24 delantero está dispuesto cada uno con su propio orificio 34 y 36 pasante, a través del cual la mezcla de materia 22 no consolidada y la pasta 26 de cemento pueden fluir cuando los diafragmas 30 y 32 se rompen debido a dicha presión de bomba. Estas condiciones se han descrito adicionalmente en la descripción anterior. Sin embargo, el tapón 28 trasero es sólido y se asienta sobre el segundo tapón 24 delantero en el extremo del desplazamiento, estando colocado el segundo tapón 24 delantero sobre el primer tapón 20 delantero, y estando colocados ambos tapones 20 y 24 delanteros con diafragmas 30 y 32 rotos en estas posiciones. La figura 2 muestra los tapones 20, 24 y 28 colocados en estas posiciones, y esta figura también muestra dicha mezcla de materia 22 no consolidada colocada como una barrera que previene la presión y el flujo de materia 38 no consolidada en el anillo 16, estando dispuesta la materia no consolidada con una permeabilidad adecuada por medio de la distribución de partículas descritas anteriormente, está dispuesta con una permeabilidad adecuadamente pequeña, estando también relleno el anillo en un intervalo inferior del pozo con un cemento endurecido subyacente en la forma de una barrera 40 de cemento.

La segunda realización se representa mediante la figura 3 y la figura 4. La realización describe medidas necesarias para la desviación en la formación 12 subterránea, y por medio del equipamiento de perforación de la técnica anterior, una sección 42 de orificio se extiende hacia fuera desde la sección 10 de orificio de pozo en el caso de que la tubería 14 de revestimiento de la misma esté fijada en el anillo 16 por medio de partículas de materia no consolidada que previenen la presión y el flujo, cf. la barrera de materia 38 no consolidada, mostrando la figura 4 un segmento de la

ES 2 295 197 T3

sección 42 de orificio desviada. Además, esta figura muestra un orificio 44 que, con el fin de permitir la desviación del pozo, se ha perforado a través de la tubería 14 de revestimiento y la barrera de materia 38 no consolidada. La barrera de materia 38 no consolidada que rodea la tubería 14 de revestimiento muestra una resistencia insignificante al esfuerzo cortante y a la tracción, y la perforación de un orificio 44 a través de esta barrera de materia 38 no consolidada puede provocar posiblemente que se desprendan partículas y que caigan en la tubería 14 de revestimiento. Haciendo esto, una sección de longitud de la barrera de materia 38 no consolidada que está colocada sobre el orificio 44 puede destruirse, completa o parcialmente, interrumpiendo por tanto, completa o parcialmente, la función de la barrera de materia 38 no consolidada como una barrera que previene la presión y el flujo. Sin embargo, este es un problema que puede resolverse mediante medios sencillos. Antes de la desviación, la tubería 14 de revestimiento puede disponerse con perforaciones 46 pasantes, cf. la figura 3, en un área de la sección 10 de orificio sobre la región en la que se desea la perforación del orificio 44 para la desviación posterior. Después, se inyecta un volumen predefinido de pasta de cemento a través de las perforaciones 46 y hacia la barrera de materia 38 no consolidada. Durante el siguiente endurecimiento de la pasta de cemento, se forma en el anillo 16 un tapón 48 de cemento que tiene una resistencia considerable al esfuerzo cortante y a la tracción. A partir de entonces, en una posición adecuada subyacente al tapón 48 de cemento, el orificio 44 a través de la tubería 14 de revestimiento y la barrera de materia 38 no consolidada pueden perforarse, puesto que el tapón 48 de cemento impide que se desprendan partículas de materia no consolidada de una parte suprayacente de la barrera de materia 38 no consolidada y luego caigan hacia abajo y hacia la tubería 14 de revestimiento. Entonces, puede llevarse a cabo la desviación de la sección 42 de orificio, estando posiblemente también fijada la tubería de revestimiento de la sección 42 (tubería de revestimiento no mostrada en las figuras) por medio de una barrera equivalente de materia no consolidada. Si la última tubería de revestimiento mencionada está fijada por medio de una barrera equivalente de materia no consolidada, en la que esta barrera de materia no consolidada también ha de colocarse en una sección de anillo asociada suprayacente al orificio 44, es importante garantizar que la mezcla de materia no consolidada correspondiente, durante la colocación de la misma en el anillo de la sección 42, no fluye hacia fuera a través del orificio 44 y hacia abajo hacia el volumen de tubería subyacente de la tubería 14 de revestimiento. Posiblemente, este problema puede resolverse, antes de la desviación, o bien rellenando dicho volumen de tubería mediante una mezcla correspondiente de materia no consolidada (no mostrada en las figuras), o bien colocando, en una posición inmediatamente subyacente al orificio 44, un tapón obturador mecánico (no mostrado en la figura), posiblemente también rellenando con una mezcla correspondiente de materia no consolidada entre el tapón obturador mecánico y el orificio 44, y en la tubería 14 de revestimiento.

La tercera y última realización, representada mediante la figura 5, muestra un pozo desviado en la formación 12 subterránea, estando fijados los tamaños de tuberías de revestimiento consecutivos del pozo de manera que previenen la presión y el flujo por medio de barreras de materia no consolidada colocada en anillos respectivos y circundantes de las mismas. En esta realización, la tubería 50 de revestimiento de superficie del pozo está fijada en la formación 12 subterránea por medio de cemento 52. Mientras tanto, la primera tubería 54 de revestimiento intermedia posterior del pozo está fijada por medio de una barrera de materia 56 no consolidada y una corta barrera 58 de cemento subyacente, y la segunda tubería 60 de revestimiento intermedia posterior está fijada por medio de una barrera de materia 62 no consolidada y una corta barrera 64 de cemento subyacente, extendiéndose las barreras de materia 56 y 52 no consolidada hacia arriba hasta, o cerca de, la cabeza de pozo del pozo (no mostrada en la figura). La tubería 66 de revestimiento de producción del pozo está fijada por medio de una barrera de materia 68 no consolidada y una corta barrera 70 de cemento subyacente, no extendiéndose la barrera de materia 68 no consolidada de esta realización hacia arriba hasta, o cerca de, la cabeza de pozo del pozo, sino superponiéndose sólo a un intervalo de longitud inferior de la segunda tubería 60 de revestimiento intermedia anterior. Si el pozo no se perfora más profundo que lo mostrado en la figura 5, no es necesaria la colocación de una barrera de cemento donde se muestra la barrera 70 de cemento en la figura, estrictamente hablando, puesto que una barrera 70 de cemento de este tipo se coloca en el pozo simplemente para impedir que caigan partículas de materia no consolidada hacia abajo y hacia una sección de orificio posterior (no mostrada en la figura).

REIVINDICACIONES

5 1. Método de instalación que previene la presión y el flujo de al menos un tamaño de tubería (14, 54, 60, 66) de pozo durante una fase de perforación del mismo,

caracterizado porque el método comprende las etapas de:

10 a) utilizar partículas granulares de materia no consolidada compuesta de una clasificación de partículas que generan baja permeabilidad;

b) mezclar dichas partículas de materia no consolidada con al menos agua para formar una mezcla (22) fluidizada de las mismas;

15 c) colocar dicha mezcla (22) fluidizada en al menos una sección de un anillo (8) situado inmediatamente externo a dicha tubería (14, 54, 60, 66) de pozo; y

20 d) permitir que la materia no consolidada particulada de dicha mezcla (22) fluidizada fragüe en dicho anillo (16) para formar una barrera (38, 56, 62, 68) que previene la presión y el flujo para impedir que fluyan fluidos hacia fuera del pozo.

2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha mezcla (22) fluidizada está colocada entre dos tamaños (14, 54, 60, 66) de tubería de revestimiento.

25 3. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha mezcla (22) fluidizada está colocada entre un tamaño (14, 54, 60, 66) de tubería de revestimiento y una formación (12) subterránea circundante.

4. Método según la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizado** porque dichas partículas de materia no consolidada también están mezcladas con aditivos.

30 5. Método según la reivindicación 4, **caracterizado** porque dichos aditivos incluyen plastificantes, agentes gelificantes y estabilizadores.

6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el método comprende además:

35 - disponer dicha mezcla (22) fluidizada con propiedades que permiten el bombeo de la misma; y

- bombear dicha mezcla (22) fluidizada hacia dicho anillo (16).

40 7. Método según la reivindicación 6, **caracterizado** porque el método comprende también bombear una pasta (26) de cemento hacia dicho anillo (16) inmediatamente arrastrando dicha mezcla (22) fluidizada, permitiendo de ese modo que dicha pasta (26) de cemento, cuando fragüe, forme una barrera (40, 58, 64, 70) de cemento entre dicha barrera (38, 56, 62, 68) de materia no consolidada y una parte inferior de dicho anillo (16), por lo que se impide que las partículas de dicha barrera (38, 56, 62, 68) particulada caigan en una nueva sección (10) de orificio potencial del pozo.

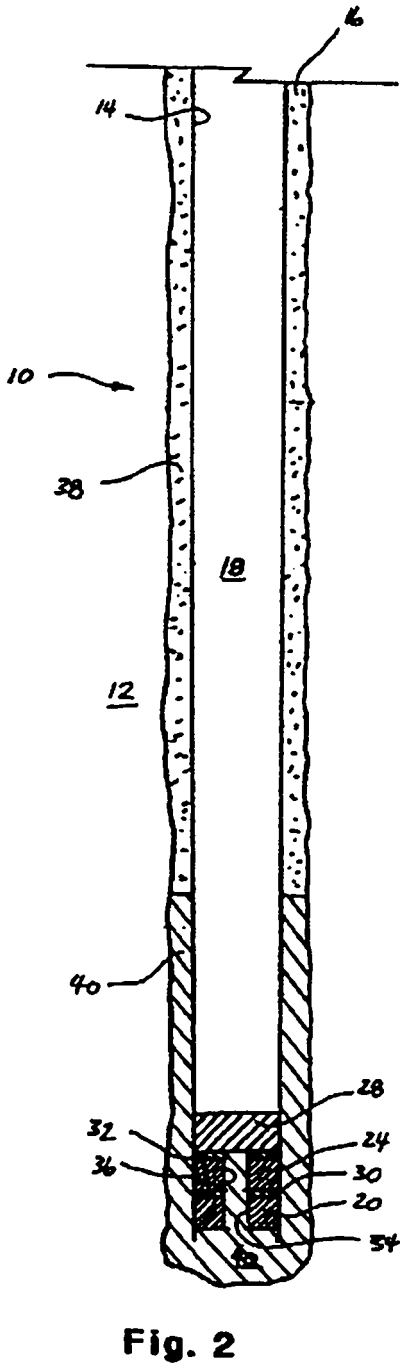
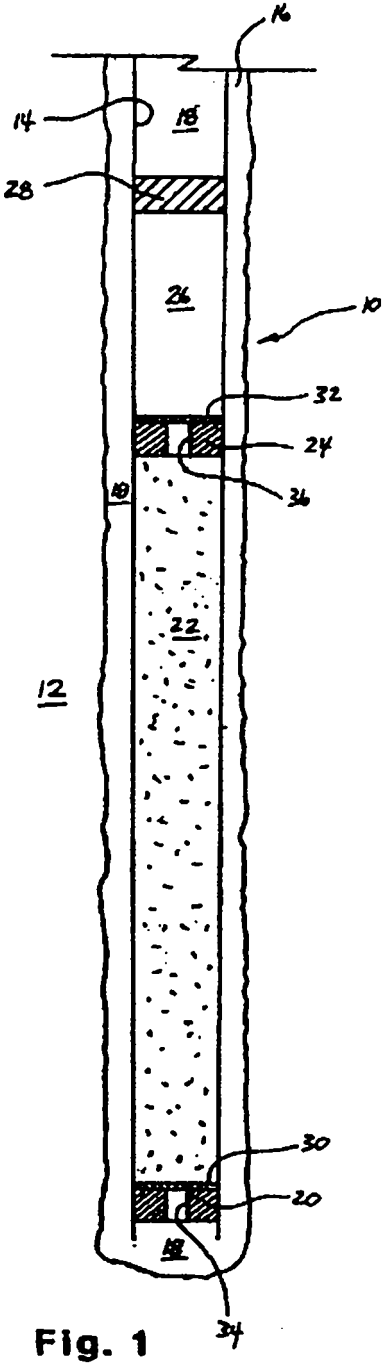
45 8. Uso de una mezcla (22) fluidizada de materia no consolidada particulada, que está compuesta de una clasificación de partículas que generan baja permeabilidad, para formar una barrera (38, 56, 62, 68) que previene la presión y el flujo en al menos una sección de un anillo (16) situado inmediatamente externo a al menos un tamaño de tubería (14, 54, 60, 66) de pozo en un pozo durante una fase de perforación del mismo.

50

55

60

65



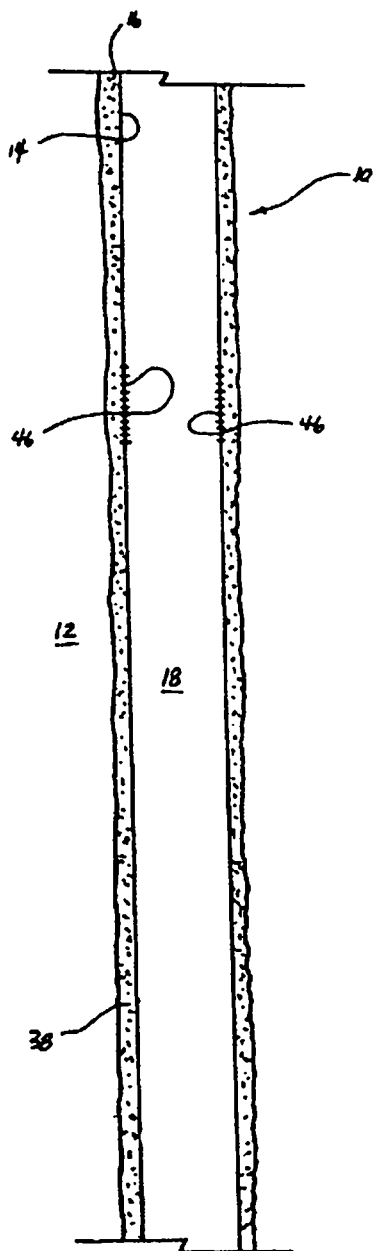


Fig. 3

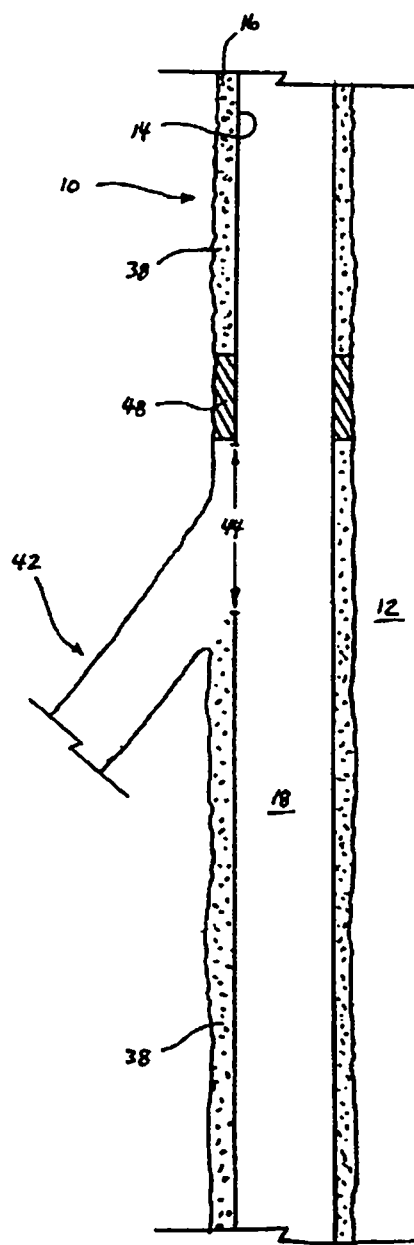


Fig. 4

