



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0711708-6 B1



(22) Data do Depósito: 25/06/2007

(45) Data de Concessão: 30/10/2018

(54) Título: MÉTODOS DE MANUTENÇÃO EM UM FURO DE POÇO E DE CIMENTAÇÃO

(51) Int.Cl.: C04B 22/12; C04B 28/32; C09K 8/467; C04B 22/16.

(30) Prioridade Unionista: 30/06/2006 US 11/427872.

(73) Titular(es): HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC..

(72) Inventor(es): ASHOK K. SANTRA; RUSSEL M. FITZGERALD.

(86) Pedido PCT: PCT GB2007002376 de 25/06/2007

(87) Publicação PCT: WO 2008/001066 de 03/01/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 17/11/2008

(57) Resumo: MÉTODOS DE MANUTENÇÃO EM UM FURO DE POÇO E DE CIMENTAÇÃO. Um método de manutenção em um furo de poço, que é composto da colocação no furo de poço de uma composição de cimento composta de óxido de magnésio queimado pela luz, água e um cloreto de metal alcalino, e permitindo que a composição se cure. Um método de cimentação, que é composto da preparação de uma composição de cimento composta de um óxido de magnésio queimado pela luz, água e um cloreto de metal alcalino, e permitindo que a composição se cure.

“MÉTODOS DE MANUTENÇÃO EM UM FURO DE POÇO E DE CIMENTAÇÃO”

Campo da invenção

5 A apresentação atual refere-se genericamente à cimentação de poço, e mais especialmente, a composições de cimento em baixa temperatura para uso na manutenção de furo de poço.

Fundamentos da invenção

10 Recursos naturais, tais como gás, petróleo, e água, localizados em uma formação ou zona subterrânea, usualmente são recuperados através da perfuração de um furo de poço para baixo até a formação subterrânea, enquanto se circula um fluido de perfuração no furo de poço. Depois do término da circulação do fluido de perfuração, uma coluna de tubulação, por exemplo, uma carcaça, é colocado dentro do furo de poço. O fluido de perfuração é então usualmente circulado para baixo através do interior do tubo e para cima através do segmento circular entre a parede e o tubo que é localizado entre a parte exterior do tubo e as 15 paredes do furo de poço. A seguir é tipicamente executada a cimentação principal, através da qual uma suspensão de cimento é colocada no segmento circular entre a parede e o tubo e é deixada endurecer-se em uma massa rígida (i.e., o revestimento) para a dessa forma fixar a coluna de tubo nas paredes do furo de poço e vedar o espaço intermediário. Também poderão ser executadas operações 20 subseqüentes de cimentação secundária.

Um desafio especial na cimentação é o desenvolvimento da resistência à compressão em uma suspensão de cimento dentro de período de tempo razoável em baixas temperaturas. As misturas de cimento, tais como 25 cimento Portland ou misturas ultrafinas de cimento, têm sido usadas com aceleradores em um esforço para se obter um endurecimento rápido do cimento e o desenvolvimento da resistência à compressão. Em baixas temperaturas, por exemplo, menos de cerca de 80°F (27°C) tem sido utilizada uma quantidade excessiva de tais aceleradores, em um esforço para facilitar o endurecimento

rápido e o desenvolvimento da resistência de uma composição de cimento. Todavia, a adição de uma quantidade excessiva de acelerador, com frequência, resultou em composições de cimento que formam rapidamente gel viscosos com uma perda prematura de capacidade de bombeamento. Assim sendo, existe uma
5 necessidade por composições de cimento que desenvolvam rapidamente uma resistência à compressão em baixas temperaturas.

Breve Resumo de Algumas das Realizações Preferidas

É apresentado aqui um método para a manutenção em um furo de poço, que é composto da colocação no furo de poço de uma composição de
10 cimento composta de óxido de magnésio queimado pela luz, água e luz e um cloreto de metal alcalino, e permitindo que a composição se cure.

É também apresentado aqui um método de cimentação, que é composto da preparação de uma composição de cimento composta de um óxido de magnésio queimado pela luz, água e um cloreto de metal alcalino, e permitindo
15 que a composição se cure.

O que foi mencionado anteriormente apresentou bastante superficialmente as características e vantagens técnicas da invenção atual, de forma que a descrição detalhada da invenção que se segue possa ser melhor entendida. As características e vantagens adicionais da invenção serão descritas
20 aqui posteriormente e formam o objetivo das reivindicações da invenção. Deve ser considerado por aqueles versados na técnica que a concepção e as realizações específicas apresentadas poderão ser rapidamente utilizadas como base para modificar ou projetar outras estruturas para se executar as mesmas finalidades da invenção. Deve também ser percebido por aqueles versados na técnica que tais
25 construções equivalentes não se afastam do espírito da invenção, conforme apresentado nas reivindicações anexas.

Breve Descrição dos Desenhos

Para uma descrição detalhada das realizações preferidas da invenção, será agora feita referência aos desenhos anexos, nos quais:

A figura 1 é um gráfico da densidade da suspensão contra a resistência a compressão para as suspensões no exemplo 1.

A figura 2 é um gráfico do tempo de espessamento como função da concentração do inibidor para a suspensão #4 do exemplo 1.

5 A figura 3 é um gráfico da viscosidade da suspensão como função da temperatura.

Descrição Detalhada das Realizações Preferidas

São apresentadas aqui composições de cimento para uso na manutenção em um furo de poço. Tais composições poderão ser compostas de um
10 óxido metálico, um cloreto metálico e água. A composição de cimento composta de um óxido metálico e um cloreto metálico forma um cimento hidráulico. Cimento hidráulico aqui refere-se a um material em pó que desenvolve qualidades adesivas e resistência à compressão quando curado com água. Cada um dos componentes do cimento será descrito em maiores detalhes posteriormente aqui.
15 Em uma realização, as composições de cimento apresentadas aqui desenvolvem rapidamente uma resistência à compressão desejável em temperaturas iguais ou menores do que cerca de 80°F (27°C). Tais composições são referidas aqui posteriormente como composições de cimento de oxicloreto de baixa temperatura (LTOCCs)

20 Em uma realização, um LTOCC é composto de um óxido metálico, alternativamente um óxido alcalino terroso metálico, alternativamente, óxido de magnésio. Em uma realização, o LTOCC é composto de MgO. O MgO poderá ser preparado pela calcinação de Mg(OH)₂ conforme detalhado na reação 1:

25
$$\text{Mg(OH)}_2 + \text{calor} \rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \text{ reação 1}$$

A calcinação do Mg(OH)₂ resulta no que é comumente referido como MgO "queimado". São produzidos tipicamente três graus básicos de MgO queimado com as diferenças entre cada grau sendo relacionadas ao grau de reatividade que permanece após a exposição a uma faixa de temperaturas

extremamente elevadas. A partícula original de hidróxido de magnésio usualmente é uma partícula grande e isolta. A exposição à degradação térmica através de calcinação faz com que o $\text{Mg}(\text{OH})_2$ altere a sua estrutura de forma que os poros da superfície sejam cheios lentamente enquanto as beiradas da partícula se tornam mais arredondadas. Isto resulta em um MgO com graus variados de cristalinidade e em consequência, graus variados de reatividade. Quando o MgO é produzido calcinando-se até temperaturas que variam entre 1500°C - 2000°C , o MgO é referido como "queimado até a morte" porque a maior parte da reatividade foi eliminada. O MgO queimado até a morte tem o grau mais elevado de cristalinidade entre os três graus de MgO queimado. Um exemplo de MgO queimado até a morte inclui, sem limitação, o fluido de endurecimento rígido THERMATEK® HT que é disponível comercialmente da Halliburton Energy Services. Um segundo tipo de MgO produzido pela calcinação em temperaturas variando de 1000°C - 1500°C é denominado de "queimado até o endurecimento" e apresenta uma cristalinidade e reatividade média quando comparado com os outros dois graus de MgO queimado. Um exemplo de MgO queimado até o endurecimento inclui, sem limitação, o fluido de endurecimento rígido THERMATEK® LT que é disponível comercialmente da Halliburton Energy Services. O terceiro grau de MgO é produzido pela calcinação em temperaturas variando de 700°C - 1000°C e é denominado de magnésio "queimado pela luz" ou magnésia "cáustica." O MgO queimado pela luz é caracterizado por uma área superficial elevada, uma baixa cristalinidade e um alto grau de reatividade, quando comparado com os outros graus de MgO queimado. Em uma realização, o MgO para uso em um LTOCC é composto de MgO queimado pela luz (LBMO). Sem desejarmos ser limitados por teoria, a reatividade elevada do LBMO poderá permitir que o mesmo reaja com os outros componentes do LTOCC resultando na rápida formação de uma composição de cimento com resistência à compressão apreciável em baixa temperatura.

O LBMO adequado para uso nesta apresentação poderá ter um

tamanho médio de partícula de cerca de 0,1 a 20 microns, alternativamente, de cerca de 1 a 10 microns alternativamente, de cerca de 3 a 5 microns. Um LBMO tendo um tamanho de partícula na faixa apresentada poderá resistir ao endurecimento quando colocado em suspensão em um fluido (i.e., um fluido aquoso) dessa forma permitindo uma disponibilidade e reatividade aumentada do LBMO.

Em uma realização, um LTOCC é composto de preto metálico, alternativamente um cloreto alcalino terroso metálico, alternativamente, cloreto de magnésio ($MgCl_2$). Em uma realização, o LTOCC é composto de $MgCl_2$. O $MgCl_2$ é bem conhecido e é disponível a partir de uma grande variedade de fontes. Por exemplo, um $MgCl_2$ adequado para uso nesta apresentação é o C-TEK disponível comercialmente da Halliburton Energy Services.

Em uma realização, é formada uma composição de cimento através do contato do LBMO com $MgCl_2$ na presença de outros componentes a serem descritos em maiores detalhes posteriormente aqui. Em uma realização, um LTOCC poderá ser composto de um LBMO e um $MgCl_2$ presente em uma proporção de cerca de 150:50 de LBMO: $MgCl_2$, alternativamente, de cerca de 100:50 de LBMO: $MgCl_2$, alternativamente, de cerca de 50:50 de LBMO: $MgCl_2$, alternativamente, de cerca de 40:60 de LBMO: $MgCl_2$. A composição resultante é composta de um oxidocloreto de magnésio e é um tipo de cimento comumente denominado de cimento Sorel. Verificou-se que os sistemas de vedação com base em sal de magnésio, tipicamente referidos como cimentos Sorel, são compostos de óxido de magnésio ou de um sal solúvel, por exemplo, cloreto de magnésio, sulfato de magnésio ou fosfato mono ou dibásico de amônio e são adequados para várias aplicações de manutenção em furos de poço, como por exemplo, o controle da conformidade, onde os cimentos são usados para controlar o influxo de água em uma formação subterrânea. Uma discussão sobre vários cimentos com base em magnésio pode ser encontrada em "Lea's Chemistry of Cement and Concrete " de Peter Hewlett: quarta edição, páginas 813 - 820: 2003: Elsevier Publishing.

O LTOCC poderá incluir uma quantidade suficiente de água para formar uma suspensão bombeável. A água poderá ser água doce ou água salgada, por exemplo, uma solução aquosa salina insaturada ou uma solução aquosa salina saturada, como salmoura ou água do mar. A água poderá estar presente na

5 quantidade de cerca de 20 a cerca de 180% em peso de cimento, alternativamente, de cerca de 28 a cerca de 60% em peso de cimento, alternativamente, de cerca de 36 a cerca de 66% em peso de cimento, onde o peso do cimento é o peso combinado do LBMO e do $MgCl_2$.

Em algumas realizações, poderão ser incluídos aditivos no

10 LTOCC para melhorar ou alterar as propriedades do mesmo. Exemplos de tais aditivos incluem, mas não são limitados a sais, aceleradores, retardadores ou inibidores de cura, eliminadores de espuma, agentes de perda de fluido, materiais de adição de peso, dispersantes, xisto vitrificado, agente de condicionamento da

15 formação, ou combinações dos mesmos. Outros aditivos mecânicos de modificação de propriedade, por exemplo, fibras de carbono, fibras de vidro, fibras metálicas, fibras minerais, e semelhantes, podem ser adicionados para adicionalmente modificarem as propriedades mecânicas. Estes aditivos poderão ser incluídos sozinhos ou em combinação. Métodos para a introdução destes

20 aditivos e das suas quantidades efetivas são conhecidos pela pessoa com conhecimento normal na técnica.

Em uma realização, o LTOCC poderá ser composto de um retardante ou inibidor opcional de cura. Os inibidores poderão ser utilizados para ajuste do tempo requerido para a cura da suspensão de cimento. Tais inibidores poderão permitir que o operador controle o tempo de cura da composição, com

25 base na temperatura geotérmica na qual a composição será usada. O aumento da percentagem em peso do inibidor aumentará o tempo requerido para que a composição seja submetida à transição de fase de uma suspensão para uma massa endurecida com resistência à compressão apreciável. Inibidores adequados para uso nesta apresentação incluem, sem limitação, hexametáfosfato de sódio

(granular grau técnico), hexaidrato de fosfato de potássio e magnésio, hexametafosfato de potássio e magnésio e misturas dos mesmos. Um exemplo de um inibidor adequado para uso nesta apresentação é o hexametafosfato de sódio que é disponível comercialmente da Deepearth Solutions com a marca comercial T-TEK.

Em uma realização, o tempo de espessamento do LTOCC poderá ser ajustado através do uso de um inibidor, (por exemplo, hexametafosfato de sódio) de tal forma que a composição permaneça bombeável durante a colocação furo abaixo antes da cura rápida. O tempo de espessamento refere-se ao tempo requerido para que a composição de cimento alcance 70 unidades Bearden de consistência (Bc). Com cerca de 70 Bc, a suspensão sofre uma conversão do estado de fluido bombeável para uma pasta não bombeável. Os inibidores poderão estar presentes no LTOCC em uma faixa de cerca de 0,01% a cerca de 7,0% em peso de óxido de magnésio, alternativamente, de cerca de 0,1% a cerca de 6%, alternativamente, de cerca de 0,1% a cerca de 3%. O LTOCC poderá ter uma densidade de cerca de 4 libras/galão (ppg) (0,472 kg/l) até cerca de 23 ppg (2,714 kg/l), alternativamente, de cerca de 12 ppg (1,416 kg/l) a cerca de 17 ppg (2,006 kg/l), alternativamente, de cerca de 6 ppg (0,708 kg/l) a cerca de 14 ppg (1,652 kg/l). Os aditivos de redução de densidade, tais como grânulos de vidro ou espuma e os aditivos de expansão, tais como gás, auxiliares de suspensão, eliminadores de espuma e semelhantes, poderão ser incluídos no LTOCC para gerar uma suspensão de cimento leve. Quantidades de tais aditivos de redução de densidade e métodos para a sua inclusão são conhecidos pela pessoa com conhecimento normal na técnica.

O LTOCC desta apresentação poderá desenvolver uma resistência à compressão apreciável quando colocado no furo abaixo em baixas temperaturas. Aqui, a resistência à compressão é definida como a capacidade de um material de suportar forças de compressão axial direta. A resistência máxima de um material a uma força axial é determinada de acordo com as práticas recomendadas pela API

10B, 22ª edição, dezembro de 1997. Além do limite da resistência à compressão, o material se torna deformado irreversivelmente e não mais produz um suporte estrutural e/ou um isolamento de zoneamento. A resistência à compressão que uma formação de cimento atinge é uma função, tanto da maturidade do cimento (o
5 tempo de cura) como da temperatura na qual ocorre a cura. A maturidade do cimento refere-se especificamente ao tempo que a formulação de cimento é deixada para ser curada.

Em uma realização, o LTOCC poderá desenvolver uma resistência à compressão de cerca de 50 psi a cerca de 10.000 psi (345 a 68.948
10 kPa), alternativamente, de cerca de 100 psi a cerca de 9000 psi (689 a 62.053kPa), alternativamente, de cerca de 1000 psi a cerca de 8000 psi (6.895 a 55.158 kPa). A resistência à compressão do LTOCC poderá aparecer em cerca de 15 minutos a cerca de 7h, alternativamente, em cerca de 30 minutos a cerca de 5h, alternativamente, em cerca de 1 hora a cerca de 3h. Em uma realização, o LTOCC
15 desenvolve uma resistência à compressão apreciável em uma temperatura igual ou menor do que cerca de 80°F (27°C), alternativamente, igual ou menor do que cerca de 70°F (21°C), alternativamente, igual ou menor do que cerca de 60°F (16°C), alternativamente, igual ou menor do que cerca de 50°F (10°C), alternativamente, igual ou menor do que cerca de 40°F (4°C), alternativamente,
20 igual ou menor do que 30°F (-1°C), alternativamente, igual ou menor do que cerca de 20°F (-7°C), alternativamente, igual ou menor do que cerca de 10°F (-12°C).

Conforme ilustrado nos exemplos abaixo, os LTOCCs desta apresentação também apresentam uma viscosidade relativamente constante durante um período de tempo após eles serem inicialmente preparados e enquanto
25 eles estão sendo colocados nos seus locais pretendidos no furo de poço, i.e., durante o período em que a suspensão está em movimento. Eventualmente, as composições de cimento são curadas rapidamente de tal forma que a viscosidade aumenta de cerca de 35 Bc até igual ou maior do que 70 Bc em cerca de 60 minutos ou menos, alternativamente, em cerca de 50 minutos ou menos,

alternativamente igual ou menos que cerca de 40 minutos, alternativamente, igual ou menos que cerca de 30 minutos, alternativamente, igual ou menos de cerca de 20 minutos, alternativamente, igual ou menos de cerca de 10 minutos, alternativamente, igual ou menos de cerca de 1 minuto. Este pulo repentino em viscosidade poderá ser muito desejável para evitar acontecimentos indesejáveis, tais como a migração de gás ou de água para dentro da suspensão, porque ele indica a rápida formação de massa impermeável a partir do estado geleificado após a sua colocação. Este comportamento, com frequência, é referido como "cura em ângulo reto" e tais composições de cimento são chamadas de "composições de cimento curadas em ângulo reto" em referência ao aumento do ângulo quase que reto mostrado em um registro de viscosidade ao longo do tempo.

O LTOCC poderá ser usado como um fluido de manutenção no furo de poço. Conforme usado aqui, um "fluido de manutenção" refere-se a um fluido utilizado para perfurar, completar, trabalhar, fraturar, reparar ou de qualquer forma preparar um furo de poço para a recuperação de materiais localizados em uma formação subterrânea penetrada pelo furo de poço. Deve ser entendido que "formação subterrânea" inclui ambas as áreas abaixo do solo que fica exposto e as áreas abaixo da terra cobertos por água, tais como oceano ou água doce. Exemplos de fluidos de manutenção incluem, mas não são limitados a suspensões de cimento, fluidos ou lamas de perfuração, fluidos espaçadores, fluidos de fraturamento ou fluidos de completação, todos eles sendo bem conhecidos na técnica. Sem limitação, a manutenção no furo de poço inclui a colocação da composição de cimento no furo de poço para isolar a formação subterrânea de uma porção do furo de poço; para suportar um duto no furo de poço; para tamponar um espaço vazio ou fratura no duto; para tamponar um espaço vazio ou fratura em um revestimento de cimento colocado no segmento circular do furo de poço; para tamponar uma abertura entre o revestimento de cimento e o duto; para evitar a perda de fluidos aquosos ou não aquosos de perfuração para dentro das zonas de perda de circulação, tais como um espaço vazio, uma cavidade, ou

fratura; para ser usado como um fluido na frente da suspensão de cimento em operações de cimentação; para vedar um segmento circular entre o furo de poço e um tubo expansível ou uma coluna de tubo; ou combinações dos mesmos.

Em uma realização, o LTOCC poderá ser introduzido no furo de poço para evitar a perda de fluidos aquosos ou não aquosos de perfuração para dentro das zonas de perda de circulação, tais como espaços vazios, zonas de cavidade, e fraturas naturais induzidas durante a perfuração. Os componentes do LTOCC poderão ser combinados em qualquer ordem desejada pelo usuário para formar uma suspensão que poderá então ser colocada dentro de um furo de poço.

Os componentes do LTOCC poderão ser combinados utilizando-se qualquer dispositivo de mistura compatível com a composição, por exemplo, um misturador de grande volume. Alternativamente, o LTOCC é colocado dentro de um furo de poço como uma corrente sozinha e é ativado pelas condições de furo abaixo para formar uma barreira que veda substancialmente as zonas de perda de circulação. Em tal realização, o LTOCC poderá ser colocado furo abaixo através da broca de perfuração, formando uma composição que elimina substancialmente a perda de circulação. Ainda em outra realização, o LTOCC é formado no furo abaixo através da mistura de uma primeira corrente composta de um ou mais componentes da composição de cimento e uma segunda corrente composta de componentes adicionais da composição de cimento. Por exemplo, o LTOCC poderá ser formado no furo abaixo misturando-se uma primeira corrente composta de MgO e uma segunda corrente composta de $MgCl_2$ e os aditivos opcionais. Métodos para a introdução de composições para dentro de furo de poço, para vedar as zonas subterrâneas, são descritos nas patentes americanas US 5.913.364; US 6.167.967; e US 6.258.757, cada uma delas sendo incorporada aqui como referência na sua integridade.

O LTOCC poderá formar uma massa intacta não escoante dentro da zona de perda de circulação que tampa a zona e inibe a perda do fluido de perfuração bombeado posteriormente, o que permite a perfuração adicional.

Em uma realização, o LTOCC poderá ser utilizado em operações de completção do poço, tais como operações primárias e secundárias de cimentação. O LTOCC poderá ser colocado em um segmento circular do furo de poço e deixado curar-se de tal forma que isole a formação subterrânea de uma porção diferente do furo de poço. O LTOCC forma assim uma barreira que evita que os fluidos na formação subterrânea migrem para dentro de outras formações subterrâneas. Dentro do segmento circular, o LTOCC também serve para suportar um duto, por exemplo, o revestimento, no furo de poço. Em uma realização, o furo de poço no qual a composição é colocada, pertence a uma configuração multilateral do furo de poço. Deve ser entendido que uma configuração multilateral do furo de poço inclui pelo menos dois furos de poço principais ligados por um ou mais furos de poço auxiliares.

Em uma cimentação secundária, com frequência referida como cimento espremido, o LTOCC poderá ser colocado estrategicamente no furo de poço para tamponar um espaço vazio ou fratura no duto, para tamponar um espaço vazio ou fratura na vedação endurecida (por exemplo, o revestimento de cimento) localizado no segmento circular, para tamponar uma abertura relativamente pequena conhecida como micro-segmento circular entre a vedação endurecida e o duto, e assim por diante. Vários procedimentos que podem ser seguidos para se utilizar uma composição de vedação em um furo de poço são descritos nas patentes americanas US 5.346.012 e US 5.588.488, que são incorporadas aqui como referência na sua integridade.

Em uma realização, o LOTCC poderá servir como um fluido de recheio de cascalho em operações de recheio de cascalho. O recheio de cascalho refere-se àquele método comumente utilizado para evitar a migração de areia para dentro dos poços e para manter a integridade das formações subterrâneas. No recheio de cascalho, uma peneira permeável é colocada contra a face de uma formação subterrânea, seguido pelo recheio de cascalho contra o exterior da peneira. O tamanho das partículas de cascalho usadas para este fim é maior do que

o das partículas de areia, mas é também suficientemente pequeno para assegurar que a areia não passe através dos espaços vazios entre as partículas. O cascalho tipicamente é transportado para a formação subterrânea através da colocação em suspensão do cascalho em um fluido assim chamado de recheio de cascalho e o bombeamento do fluido para a formação. A peneira bloqueia a passagem do cascalho, mas não do fluido para dentro da formação subterrânea, de tal forma que a peneira evita que o cascalho seja circulado para fora do furo, o que mantém o mesmo no local. O cascalho é separado do fluido quando escoar através da peneira, deixando o mesmo depositado no exterior da peneira.

Exemplos

Tendo sido descrita a invenção de forma generalizada, os exemplos seguintes são apresentados como realizações específicas da invenção para demonstrar a prática e as vantagens da mesma. Deve ser entendido que os exemplos são apresentados para fins de ilustração e não se pretende limitar a especificação das reivindicações de forma alguma.

Exemplo 1

Cinco suspensões de cimento foram preparadas utilizando-se a quantidade indicada de MgO queimado pela luz, referida aqui posteriormente como LBMO, C-TEK que é um sal de cloreto de magnésio e água, ver a tabela 1. Coletivamente, estas suspensões são referidas como composições de cimento de oxidocloreto de baixa temperatura (LTOCC). As suspensões são deixadas curar-se durante 72h na temperatura ambiente e a resistência à compressão das suspensões é avaliada de acordo com as práticas recomendada pela API 10B, 22ª edição, dezembro de 1997. A densidade e a resistência à compressão destas suspensões são mostradas na tabela 1. As suspensões comparativas foram preparadas utilizando-se o fluido de cura rígido THERMATEK® LT que é um MgO queimado rígido para uso na formulação de suspensões de cimento em baixa temperatura disponíveis comercialmente da Halliburton Energy Services. A densidade em libras/galão, e a resistência à compressão em libras por polegada

quadrada das suspensões, são comparadas na figura 1, onde RT indica a temperatura ambiente.

Tabela 1

Materiais	Suspensão #1	Suspensão #2	Suspensão #3	Suspensão #4	Suspensão #5
LMBO	450	450	450	450	450
C-TEK	450	450	450	450	450
Água	300	375	450	525	750
Densidade (ppg) (0,118 kg/l)	13,7	13,3	12,9	12,5	11,3
Resistência à compressão (psi) (6,9 kPa)	7200	4670	3630	2100	77

Os resultados demonstram que as suspensões de LTOCC formadas com o LBMO geraram uma resistência à compressão quase igual na faixa de densidade de cerca de 12,5 - 12,9 ppg (1,475 – 1,522 kg/l) àquela observada utilizando-se o fluido de cura rígido THERMATEK® LT com uma densidade de 13,7 ppg (1,617 kg/l). A habilidade das suspensões compostas de LBMO desenvolverem uma resistência à compressão semelhante em uma densidade reduzida é vantajosa em termos de efetividade de custo da suspensão.

Exemplo 2

Foi investigado o efeito da água no tempo de espessamento das suspensões de LTOCC. O tempo de espessamento das suspensões foi medido de acordo com a API 10B. Especificamente, o tempo de espessamento para as suspensões 1 e 4 do exemplo 1, foram comparadas a 60°F e 77°F (15,6 e 25°C) e os resultados são apresentados na tabela 2.

Tabela 2

	Tempo de espessamento (suspensão # 1) (horas:minutos)	Tempo de espessamento (suspensão # 4) (horas:minutos)
60° F (15,6°C)	2:07	2:10
77° F (25°C)	1:00	1:03

Os resultados demonstram que o tempo de espessamento para ambas as suspensões não foi afetado pela diluição com água e eram quase que idênticos, tanto a 60°F como a 77°F (15,6 e 25°C).

Exemplo 3

Foi investigado o efeito de um inibidor de endurecimento de uma

suspensão contendo LBMO. Foi preparada a suspensão #4 do exemplo 1 e a quantidade indicada de R-TEK foi adicionada na suspensão. R-TEK é o hexametáfosfato de sódio que é um inibidor disponível comercialmente da Halliburton Energy Services. O tempo de espessamento da suspensão foi medido de acordo com a API 10B, tanto a 60°F como a 77°F (15,6 a 25°C) e os resultados são mostrados na figura 2. Os resultados demonstram que o tempo de espessamento da suspensão #4 pode ser ajustado pela adição de R-TEK.

Exemplo 4

Foi investigado o tempo de espessamento e a consistência de uma suspensão composta de 300 g de LBMO, 300 g de C-TEK e 200 g de água. O tempo de espessamento a 60°F, 87°F e 95°F (15,6, 31 e 35°C) são mostrados na tabela 3.

Tabela 3

Temperatura (° F)	Tempo de espessamento (horas:minutos)
60 (15,6°C)	2:07
87 (31°C)	0:48
95 (35°C)	0:38

O registro do tempo de espessamento na figura 3 demonstra o comportamento perfeito da "cura em ângulo reto" das composições, mesmo a 60°F (15,6°C).

Embora tenham sido apresentadas e descritas as realizações preferidas da invenção, podem ser feitas modificações na mesma por alguém versado na técnica sem se afastar do espírito e dos ensinamentos da invenção. As realizações descritas aqui são somente exemplos, e não se destinam a ser limitantes. São possíveis várias alterações e modificações da invenção apresentadas aqui e estão dentro do escopo da invenção. Quando são mencionadas expressamente faixas ou limitações numéricas, tais faixas ou limitações expressas devem ser entendidas como incluindo faixas ou limitações interativas com magnitude semelhante que se enquadram dentro das faixas ou limitações expressamente mencionadas (por exemplo, cerca de 1 a cerca de 10, inclui 2, 3, 4, etc.; maior do que 0,10, inclui 0,11, 0,12, 0,13, etc.). O uso do termo

"opcionalmente" com relação a qualquer elemento de uma reivindicação se destina a significar que o elemento visado é requerido, ou alternativamente não é requerido. Ambas as alternativas se destinam a ser enquadradas dentro do escopo da reivindicação. O uso de termos mais abrangentes, tais como é composto de, inclui, tendo, etc., devem ser entendidos como fornecendo suporte para termos mais limitados, tais como consistindo de, consistindo essencialmente de, composto substancialmente de, etc.

Assim sendo, o escopo de proteção não é limitado pela descrição apresentada acima, mas é limitado somente pelas reivindicações que se seguem, aquele escopo incluindo todos os equivalentes do referido conteúdo das reivindicações. Cada uma das reivindicações é incorporada na especificação como uma realização da invenção atual. Assim sendo, as reivindicações são uma descrição adicional e são uma adição às realizações preferidas da invenção atual. A discussão de uma referência aqui não é uma admissão de que ela é a técnica anterior da invenção atual, especialmente qualquer referência que poderá ter uma data de publicação posterior à data de prioridade desta solicitação. As apresentações de todas as patentes, solicitações de patente e publicações citadas aqui são incorporadas aqui como referência, para fins de fornecer outros detalhes de exemplo, de procedimentos suplementares àqueles apresentados aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de manutenção em um furo de poço, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

colocar no furo de poço uma composição de cimento composta de
5 óxido de magnésio queimado pela luz, água e um cloreto de metal alcalino; e,
permitir que a composição se cure, onde a composição de cimento apresenta uma cura em ângulo reto e onde a composição é deixada curar em uma temperatura menor do que 80°F (27°C).

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
10 fato de que o óxido de magnésio queimado pela luz tem um tamanho médio de partícula de 0,1 a 20 microns.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o cloreto de metal alcalino compreende cloreto de magnésio.

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo
15 fato de que a relação entre o óxido de magnésio queimado pela luz e o cloreto de magnésio é de 50:50.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a provisão de um inibidor.

6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo
20 fato de que o inibidor é selecionado do grupo consistindo de hexametáfosfato de sódio, hexaidrato de fosfato de potássio e magnésio, hexametáfosfato de potássio e magnésio ou combinações dos mesmos.

7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
25 fato de que a composição de cimento desenvolve uma resistência à compressão de 50 psi a 10.000 psi (345 a 68.948 kPa).

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a composição de cimento desenvolve uma resistência à compressão apreciável num período de 15 minutos a 7h.

9. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

fato de que a composição de cimento tem uma densidade de 4 libras/galão (ppg) (0,472 kg/l) até 23 ppg (2,714 kg/l).

10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a composição de cimento é um fluido de recheio de cascalho.

5 11. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a viscosidade da composição de cimento aumenta de 35 Bc até um valor igual ou maior do que 70 Bc em um período de tempo de 60 minutos ou menos.

10 12. Método de cimentação, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

preparar uma composição de cimento composta de óxido de magnésio queimado pela luz, água e um cloreto de metal alcalino; e,

15 permitir que a composição se cure, onde a composição de cimento apresenta uma cura em ângulo reto e onde a composição é deixada curar em uma temperatura menor do que 80°F (27°C).

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o óxido de magnésio queimado pela luz tem um tamanho médio de partícula de 0,1 a 20 microns.

20 14. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o cloreto de metal alcalino compreende cloreto de magnésio.

15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato da relação entre o óxido de magnésio queimado pela luz e o cloreto de magnésio é de 50:50.

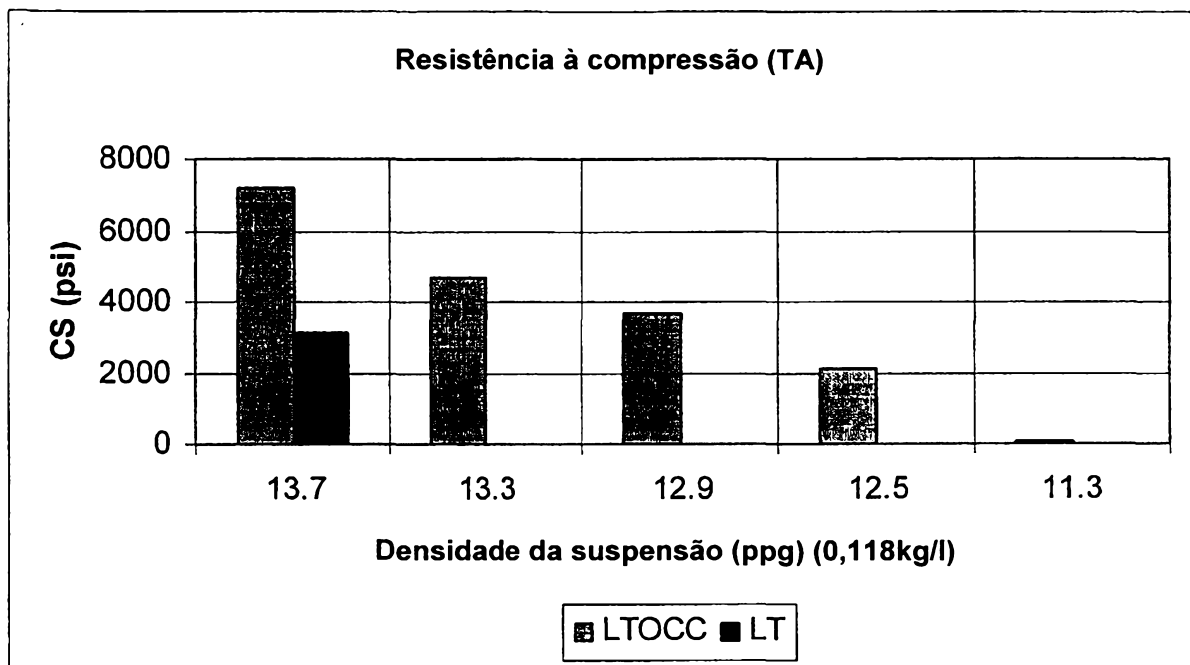
25 16. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a provisão de um inibidor.

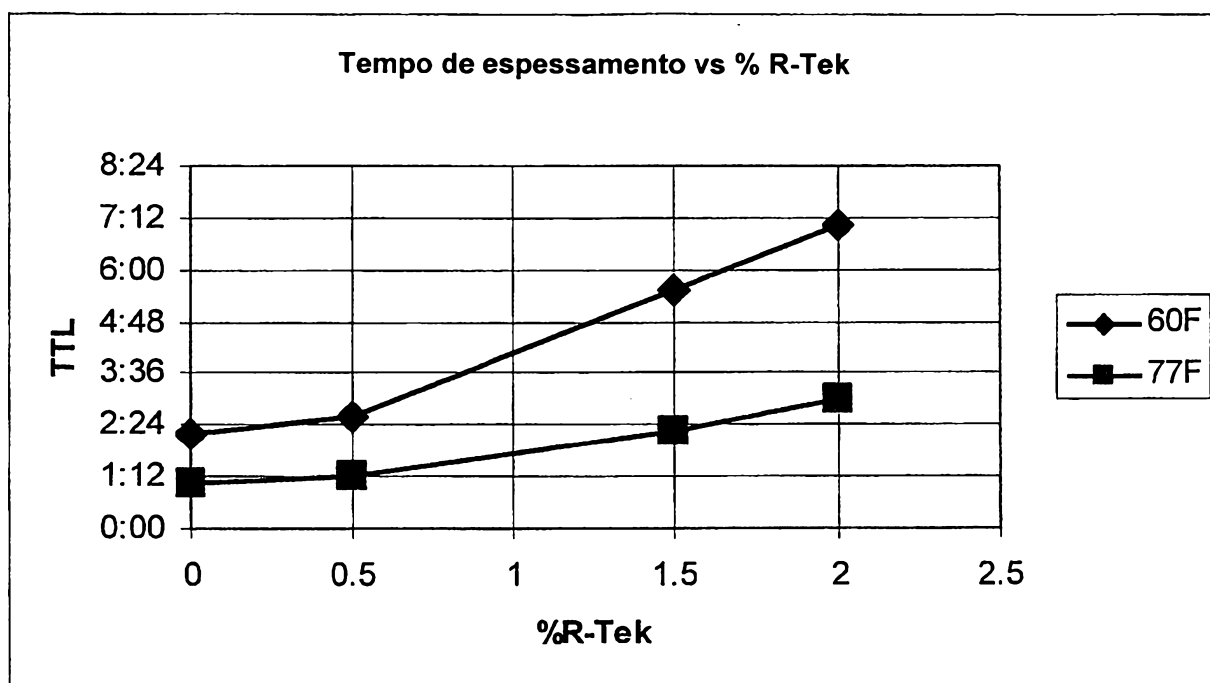
17. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o inibidor é selecionado do grupo consistindo de hexametafosfato de sódio, hexaidrato de fosfato de potássio e magnésio, hexametafosfato de potássio e magnésio ou combinações dos mesmos.

18. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a composição de cimento desenvolve uma resistência à compressão de 50 psi a 10.000 psi (345 a 68.948 kPa).

5 19. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a composição de cimento desenvolve uma resistência à compressão apreciável num período de 15 minutos a 7h.

10 20. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a viscosidade da composição de cimento aumenta de 35 Bc até um valor igual ou maior do que 70 Bc em um período de tempo de 60 minutos ou menos.

**FIGURA 1**

**FIGURA 2**

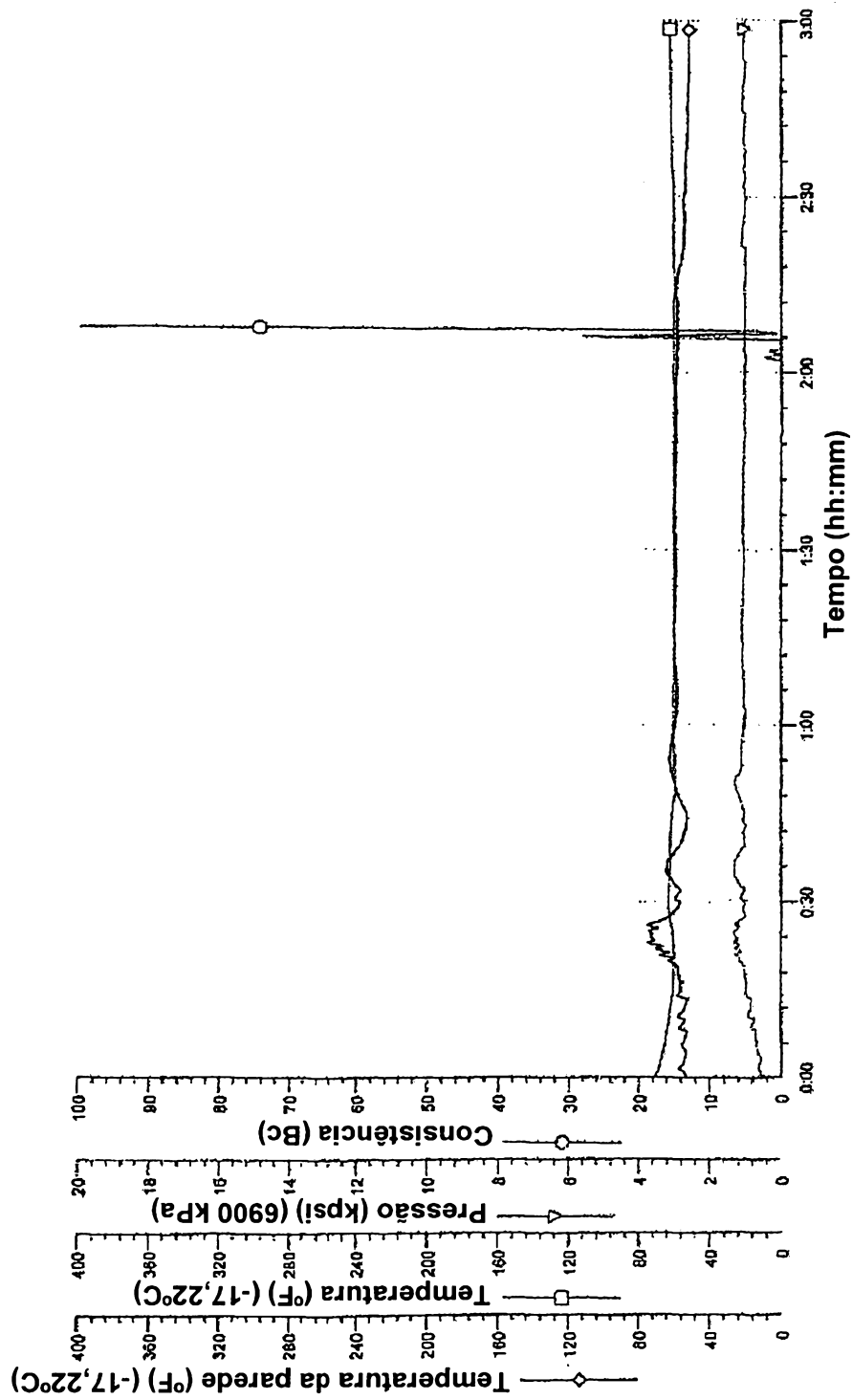


FIGURA 3