



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

(11) PI 0715680-4 B1

(22) Data do Depósito: 22/08/2007

(45) Data de Concessão: 11/09/2018



(54) Título: MÉTODO PARA A MISTURA DE UMA FORMULAÇÃO DE FLUIDO DE PERFURAÇÃO E SISTEMA PARA A MISTURA DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

(51) Int.Cl.: B01F 3/08; B01F 15/00

(30) Prioridade Unionista: 21/08/2007 US 11/842.506, 23/08/2006 US 60/823.346

(73) Titular(es): M-I L.L.C.

(72) Inventor(es): DIANA GARCIA; RICHARD BINGHAM

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/02/2009

**MÉTODO PARA A MISTURA DE UMA FORMULAÇÃO DE FLUIDO DE
PERFURAÇÃO E SISTEMA PARA A MISTURA DE FLUIDOS DE
PERFURAÇÃO**

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

[001] Este pedido reivindica prioridade para o Pedido de Patente U.S. N° 11/842.506, depositado em 21 de agosto 2007, e o Pedido de Patente U.S. N° de Série 60/823.346, depositado em 23 de agosto de 2006, os quais são incorporados aqui como referência em sua totalidade.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Campo da Invenção

[002] As modalidades mostradas aqui se referem geralmente a fluidos de furo de poço. Em particular, as modalidades mostradas aqui se referem geralmente a processos para a mistura de fluidos de furo de poço.

Técnica Antecedente

[003] Quando da perfuração ou da completação de poços em formações de terreno, vários fluidos são usados tipicamente no poço por uma variedade de razões. Os usos comuns para fluidos de poço incluem: lubrificação e resfriamento de superfícies de corte de broca de perfuração, quando perfurando geralmente ou em uma perfuração de zona produtora (isto é, perfurando em uma formação petrolífera almejada), transporte de "cortes" (pedaços de formação desalojados pela ação de corte dos dentes em uma broca de perfuração) até a superfície, controle da pressão de fluido de formação para prevenção de erupções, manutenção de estabilidade do poço, suspensão de sólidos no poço, minimização de perda de fluido e estabilização da formação através da qual o poço está sendo

perfurado, fraturação da formação nas vizinhanças do poço, deslocamento de fluido dentro do poço com um outro fluido, limpeza do poço, teste do poço, transmissão de potência mecânica hidráulica para a broca de perfuração, fluido usado para colocação de um obturador, abandono do poço ou preparação do poço para abandono, e tratamento de outra forma do poço ou da formação.

[004] Em geral, os fluidos de perfuração devem ser bombeáveis sob pressão abaixo através de colunas de fluido de perfuração, então, através de e em torno da profundidade de cabeça de broca de perfuração no terreno e, então, retornados de volta para a superfície do terreno através do espaço anular entre o exterior da haste de perfuração e a parede de furo ou o revestimento. Além de se prover uma lubrificação de perfuração e eficiência, e retardar o desgaste, os fluidos de perfuração devem colocar em suspensão e transportar partículas sólidas para a superfície para peneiramento e descarte. Além disso, os fluidos devem ser capazes de colocarem em suspensão agentes de aumento de peso aditivos (para aumento do peso específico da lama), geralmente baritas finamente moídas (minério de sulfato de bário) e argila de transporte e outras substâncias capazes de aderirem a e revestirem a superfície de furo de poço.

[005] Os fluidos de perfuração geralmente são caracterizados como sistemas de fluido tixotrópicos. Isto é, eles exibem baixa viscosidade quando cisalhados, tal como quando em circulação (como ocorre durante um bombeamento ou um contato com a broca de perfuração em movimento). Contudo, quando a ação de cisalhamento é

parada, o fluido deve ser capaz de colocar em suspensão os sólidos que ele contiver, para se evitar uma separação por gravidade. Além disso, quando o fluido de perfuração está sob condições de cisalhamento e um líquido quase fluindo livre, ele deve reter uma viscosidade suficientemente alta o bastante para portar toda a matéria particulada indesejada a partir do fundo do furo de poço até a superfície. A formulação de fluido de perfuração também deve permitir que os cortes e outro material particulado indesejado seja removido o de outra forma depositado fora da fração de líquido.

[006] Há uma necessidade crescente de fluidos de perfuração tendo os perfis reológicos que permitam que estes poços sejam perfurados mais facilmente. Os fluidos de perfuração tendo propriedades reológicas talhadas asseguram que os cortes sejam removidos do furo de poço de forma tão eficiente e efetiva quanto possível, para se evitar a formação de leitos de cortes no poço, o que poderia fazer com que a coluna de perfuração se tornasse agarrada, dentre outras questões. Também há uma necessidade de uma perspectiva de hidráulica de fluido de perfuração (densidade de circulação equivalente) de redução das pressões requeridas para a circulação do fluido, isto ajudando a evitar uma exposição da formação a forças excessivas que podem fraturar a formação, fazendo com que o fluido e, possivelmente, o poço sejam perdidos. Além disso, um perfil melhorado é necessário, para se evitar uma deposição ou um abatimento do agente de aumento de peso no fluido. Caso isto ocorra, pode levar a um perfil de densidade não uniforme dentro do sistema de fluido de

circulação, o que pode resultar em problemas de controle de poço (fluxo de entrada de gás / fluido) e de estabilidade de furo de poço (desabamento / fraturas).

[007] Para a obtenção das características de fluido requeridas para adequação a estes desafios, o fluido deve ser fácil de bombear, de modo que requeira a quantidade mínima de pressão para se forçá-lo através de restrições no sistema de fluido de circulação, tais como bocais de broca ou ferramentas de poço abaixo. Ou, em outras palavras, o fluido deve ter a viscosidade mais baixa possível sob condições de cisalhamento alto. Inversamente, em zonas do poço em que a área para fluxo de fluido é grande e a velocidade do fluido é lenta, ou quando há baixas condições de cisalhamento, a viscosidade do fluido precisa ser tão alta quanto possível, de modo a se colocarem em suspensão e transportarem os cortes perfurados. Isto também se aplica aos períodos em que o fluido é deixado estático no furo, onde o corte e os materiais de aumento de peso precisam ser mantidos em suspensão para se evitar uma deposição. Contudo, também deve ser notado que a viscosidade do fluido não deve continuar a aumentar sob condições estáticas para níveis inaceitáveis, pois, caso contrário, quando o fluido precisar ser circulado de novo, isto poderá levar a pressões excessivas que podem fraturar a formação ou, alternativamente, pode levar a tempo perdido, se a força requerida para a recuperação de um sistema de fluido de circulação estiver além dos limites das bombas.

[008] Dependendo do poço em particular a ser perfurado, um operador de perfuração tipicamente seleciona entre um fluido de perfuração à base de água e um fluido de

perfuração à base de óleo ou sintético. Cada fluido de perfuração à base de água e um fluido de perfuração à base de óleo tipicamente incluem uma variedade de aditivos para a criação de um fluido tendo o perfil reológico necessário para uma aplicação de perfuração em particular. Por exemplo, uma variedade de compostos tipicamente é adicionada a fluidos de poço à base de água ou de salmoura, incluindo viscosificantes, inibidores de corrosão, lubrificantes, aditivos de controle de pH, tensoativos, solventes, redutores, agentes de afinamento e/ou agentes de aumento de peso, dentre outros aditivos. Alguns aditivos de viscosificação de fluido de poço à base de água ou de salmoura típicos incluem argilas, polímeros sintéticos, polímeros naturais e derivados dos mesmos, tais como goma xantana e hidroxietilcelulose (HEC). De modo similar, uma variedade de compostos também é tipicamente adicionada a um fluido à base de óleo, incluindo agentes de aumento de peso, agentes de umedecimento, argilas organofílicas, viscosificantes, agentes de controle de perda de fluido, tensoativos, dispersantes, redutores de tensão interfacial, tampões de pH, solventes naturais, redutores, agentes de afinamento e agentes de limpeza.

[009] Embora a preparação de fluidos de perfuração possa ter um efeito direto sobre sua performance em um poço e assim sobre os lucros daquele poço, os métodos de preparação de fluido de perfuração mudaram pouco ao longo dos últimos anos. Tipicamente, o método de mistura ainda emprega trabalho manual para esvaziamento de sacos de componentes de fluido de perfuração em uma tremonha para a feitura de uma composição de fluido de perfuração inicial.

Contudo, devido aos aglomerados formados como resultado de uma mistura inadequada de alto cisalhamento durante a produção inicial da composição de fluido de perfuração, agitadores de peneira usados em um processo de reciclagem para remoção de cortes de perfuração de um fluido para recirculação no poço também filtram tanto quanto trinta por cento dos componentes de fluido de perfuração iniciais, antes de uma reutilização de fluido. Além da ineficiência de custo quando um fluido de perfuração é misturado inadequadamente, e, assim, os componentes são agregados e filtrados do fluido, os fluidos também tendem a falhar em algum aspecto na sua performance poço abaixo. Uma performance inadequada pode resultar de observações que as técnicas de mistura atualmente disponíveis prejudicam a capacidade de se atingirem as capacidades reológicas de fluidos. Por exemplo, freqüentemente é observado que fluidos de perfuração apenas atingem seus limites de escoamento absolutos após uma circulação poço abaixo.

[010] Mais ainda, para fluidos de perfuração que incorporem um polímero que é suprido em uma forma seca, a adequação da mistura inicial é composta adicionalmente pela hidratação daqueles polímeros. Quando partículas de polímero são misturadas com um líquido tal como água, a porção externa das partículas de polímero se umedece instantaneamente em contato com o líquido, enquanto o centro permanece não umedecido. Também está afetando a hidratação uma casca viscosa que é formada pela porção umedecida externa do polímero, restringindo mais o umedecimento da porção interna do polímero. Estas partículas inicialmente umedecida ou não umedecidas são

conhecidas na técnica como "olhos de peixe". Embora olhos de peixe possam ser processados com misturadores mecânicos, até certo ponto, para a formação de uma mistura úmida homogeneamente, a mistura mecânica não apenas requer energia, mas também degrada as ligações moleculares do polímero e reduz a eficácia do polímero. Assim, embora muitos esforços de pesquisa na área de tecnologia de fluido de perfuração se concentrem na modificação de formulações de fluido de perfuração para a obtenção e a otimização de propriedades reológicas e características de performance, as capacidades de performance plenas de muitos destes fluidos nem sempre são encontradas devido a técnicas de mistura inadequadas ou a uma degradação molecular devido a uma mistura mecânica.

[011] Assim sendo, existe uma necessidade de técnicas melhoradas que permitam uma mistura eficiente e efetiva de fluidos de perfuração.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[012] Em um aspecto, as modalidades mostradas aqui se referem a um método para a mistura de uma formulação de fluido de perfuração que inclui o estabelecimento de um percurso de fluxo para um fluido de base, a adição de aditivos de fluido de perfuração ao fluido de base para a criação de uma mistura, a aeração da mistura de fluido de base e de aditivos de fluido de perfuração e a injeção de um fluido de direcionamento compressível na mistura de fluido de base e aditivos de fluido de perfuração para a formação de um fluido de perfuração misturado.

[013] Em um aspecto, as modalidades mostradas aqui se referem a um sistema para a mistura de fluidos de

perfuração, que inclui um tanque de suprimento de fluido para suprimento de um fluido de perfuração não misturado; e um reator de mistura conectado em termos de fluido ao tanque de suprimento de fluido, onde o reator de mistura inclui uma admissão e uma saída; uma câmara de mistura disposta entre a entrada e a saída; uma entrada para a injeção de um fluido de direcionamento compressível na câmara de mistura; e uma entrada para a injeção de um gás de aeração na câmara de mistura, e onde o fluido de perfuração não misturado flui para o reator de mistura, o fluido de direcionamento compressível e o gás de aeração são injetados no fluido de perfuração não misturado para a formação do fluido de perfuração misturado.

[014] Outros aspectos e vantagens das modalidades mostradas serão evidentes a partir da descrição a seguir e das reivindicações em apenso.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[015] A FIG. 1 mostra um sistema de acordo com uma modalidade da presente exposição.

[016] A FIG. 2 mostra uma seção transversal de um reator de mistura de um sistema de acordo com uma modalidade da presente exposição.

[017] A FIG. 3 mostra um método de acordo com uma modalidade da presente exposição.

[018] A FIG. 4 mostra um sistema de acordo com uma modalidade da presente exposição.

[019] A FIG. 5 mostra um sistema de acordo com uma modalidade da presente exposição.

[020] A FIG. 6 mostra um sistema de acordo com uma modalidade da presente exposição.

[021] A FIG. 7 mostra um sistema de acordo com uma modalidade da presente exposição.

[022] A FIG. 8 mostra um sistema de acordo com uma modalidade da presente exposição.

[023] As FIG. 9A a B mostram um sistema de acordo com uma modalidade da presente exposição.

[024] A FIG. 10 mostra um sistema de acordo com uma modalidade da presente exposição.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[025] Em um aspecto, as modalidades mostradas aqui se referem a métodos e sistemas para a mistura de componentes de fluido de perfuração para a produção de fluidos de perfuração que são substancialmente misturados de forma homogênea.

[026] Com referência à FIG. 1, um sistema 100 para mistura de fluidos de perfuração de acordo com uma modalidade da presente exposição é mostrado. Nesta modalidade, um tanque de suprimento de fluido (isto é, um poço de lama em várias modalidades) 102 é conectado a um reator de mistura 104 através de uma linha de fluido 106, de modo que um fluido de perfuração não misturado flua a partir do tanque de suprimento de fluido 102 para o reator de mistura 104. Um fluido de perfuração misturado sai do reator de mistura 104 e pode ser coletado em um tanque de recebimento 108 ou, se uma mistura adicional for desejada, o fluido misturado pode ser retornado através da linha de fluido de recirculação 110 através do tanque de suprimento de fluido 102 para a linha de fluido 106 para uma passagem subsequente através do reator de mistura 104. Alternativamente, a linha de fluido recirculado 110 pode

ser diretamente conectada à linha de fluido 106, e o fluido não precisa ser passado através do tanque de suprimento de fluido 102. Uma tremonha 112 é mostrada conectada à linha de fluido 106 entre o tanque de suprimento de fluido 102 e o reator de mistura 104. Conforme o fluido de perfuração não misturado flui a partir do tanque de suprimento de fluido 102 para o reator de mistura 104, aditivos de fluido de perfuração podem fluir a partir da tremonha 112 para o fluido de perfuração não misturado. Contudo, alguém de conhecimento na técnica reconheceria que em modalidades alternativas a tremonha 112 pode ser conectada ao tanque de suprimento de fluido 102, de modo que aditivos possam ser derramados diretamente no tanque de suprimento de fluido 102 ou, em modalidades alternativas, os aditivos podem ser derramados diretamente no tanque de suprimento de fluido 102 sem o uso de uma tremonha 112.

[027] Conforme um fluido de base e aditivos de fluido de perfuração são introduzidos no sistema 100, uma válvula de regulagem de fluido 114 (e uma válvula de regulagem de aditivo 116, se uma tremonha for usada) podem controlar o fluxo de fluido de base e de aditivos de fluido de perfuração, respectivamente, na linha de fluido 106 e, assim, no reator de mistura 104.

[028] Com referência à FIG. 2, um reator de mistura 200 de acordo com uma modalidade da presente exposição é mostrado. O reator de mistura 200 inclui uma câmara de mistura 202 que define uma passagem de fluxo para o fluido de perfuração, e uma admissão 204 e uma saída 206 através da qual o fluido de perfuração, respectivamente, entra não misturado e sai misturado. Após o fluido de perfuração

entrar no reator de mistura 200 através da admissão 204, ele flui para a câmara de mistura 202. As entradas 208 e 212 na parede lateral de câmara de mistura 202 provêm um primeiro e um segundo gás de aeração, respectivamente, para o percurso de fluxo de fluido de perfuração não misturado. A entrada 210 nas paredes laterais de câmara de mistura 202 provê um fluido de direcionamento compressível para o fluido de perfuração não misturado. Alguém de conhecimento na técnica reconheceria que as entradas 208, 210 e 212 podem incluir, individualmente, cada uma, por exemplo, estruturas de bocal, janelas, uma válvula de isolamento e/ou aberturas. Em modalidades alternativas, a câmara de mistura 202 pode ter uma entrada única para a injeção de um gás de aeração e pode ser colocada a montante ou a jusante da entrada de fluido de direcionamento 210, ou o gás de aeração e o fluido de direcionamento compressível podem ser injetados através da mesma entrada.

[029] Conforme o fluido de direcionamento entra na câmara de mistura, ele pode sofrer uma redução na pressão e aumentar de velocidade (tipicamente para níveis ultra-sônicos). Conforme o fluido de direcionamento se condensa através de expansão e da influência de resfriamento do fluido de perfuração, uma redução de pressão na câmara de mistura pode resultar. A rápida redução de pressão é, com efeito, uma implosão na zona de mistura. Um colapso volumétrico do fluido de direcionamento pode aspirar mais fluido de perfuração não misturado através da admissão e da câmara de mistura. A velocidade alta do fluido de direcionamento também pode afetar a transferência de momento para o fluido de perfuração e acelerar o fluxo de

fluido de perfuração a uma velocidade aumentada. Conseqüentemente, o fluido de perfuração não misturado pode ser entranhado a partir da admissão para a câmara de mistura em uma base contínua. Durante uma operação do reator de mistura, o fluido de direcionamento pode ser injetado no fluido de perfuração em uma base contínua ou em uma base intermitente, tal como de uma forma pulsada.

[030] Conforme a velocidade do fluido de direcionamento e do fluido de perfuração misturados se torna supersônica, ela pode formar uma onda de choque. Conforme a onda de choque cresce, uma onda de choque ou zona de choque supersônica, de baixa pressão, de baixa densidade pode ser formada na câmara de mistura através do diâmetro, desse modo aumentando a transferência de energia. Forças de cisalhamento altas na zona de choque podem misturar de forma homogênea o líquido e produzir uma mistura aerada com bolhas finas. As altas forças de cisalhamento na zona de choque também podem formar um fluido de perfuração substancialmente misturado de forma homogênea.

[031] O fluido de direcionamento compressível pode incluir um fluido substancialmente gasoso capaz de uma rápida redução de pressão mediante uma exposição à influência de resfriamento do fluido de perfuração. Em algumas modalidades, o fluido de direcionamento compressível pode incluir um gás ou uma mistura gasosa. Em outras modalidades, o fluido de direcionamento compressível pode ter partículas tais como gotículas de líquido entranhadas ali. Em uma modalidade em particular, o fluido de direcionamento pode compreender, por exemplo, um vapor condensável, tal como vapor de água. Alguém de conhecimento

comum na técnica reconheceria que, quando o fluido de perfuração contém água, vapor de água pode ser uma forma particularmente apropriada de fluido de direcionamento, de modo que não haja uma contaminação indesejável do fluido de perfuração mediante um contato com o vapor de água. O fluido de perfuração também pode ser um fluido multifásico, tal como uma mistura de vapor de água, ar e gotículas de água, por exemplo, quando o ar e as gotículas de água podem ser na forma de uma névoa. Um fluido multifásico como esse também pode servir para se aumentar a vazão em massa do fluido de direcionamento e a densidade do fluido de direcionamento para uma densidade mais similar à densidade do fluido de perfuração.

[032] O fluido de direcionamento compressível injetado no fluido de perfuração não misturado pode ter uma temperatura de suprimento proporcional a sua pressão de suprimento. Quando o fluido de direcionamento compressível é injetado no fluido de perfuração não misturado, ele pode ter o efeito de aumentar a temperatura do fluido de perfuração. O grau de aumento de temperatura pode ser dependente da vazão escolhida do fluido de direcionamento compressível. Em uma modalidade, a temperatura do fluido de direcionamento é uma temperatura de pelo menos 50 °C, provendo uma elevação de temperatura de 30 °C acima da condição ambiente de 20 °C. Em uma modalidade alternativa, uma elevação de temperatura de fluido de perfuração de mais de 50 °C acima da temperatura ambiente pode ser observado. O fluido de direcionamento compressível também pode ser pressurizado antes da injeção no fluido de perfuração. Em uma modalidade, o fluido de direcionamento compressível

pode ser submetido a uma pressão que varia de em torno de 300 a em torno de 1.000 kPa. O processo de injeção do fluido de direcionamento compressível em um ambiente de pressão mais baixa pode resultar em a pressão de fluido de direcionamento compressível atingir uma pressão de equilíbrio com a pressão ambiente local.

[033] Durante uma operação do reator de mistura, o fluido de direcionamento pode ser injetado no fluido de perfuração em uma base contínua ou em uma base intermitente (por exemplo, de uma forma pulsada). As vazões do fluido de direcionamento e do fluido de perfuração podem ser selecionadas de acordo com a vazão de fluido de trabalho sendo descarregado na saída. A vazão de fluido de perfuração total requerida ditará o tamanho físico do reator de mistura e, daí, o fluxo. Cada tamanho de reator de mistura pode ter uma relação proporcional entre a vazão de fluido de direcionamento e aquela da vazão de entrada de fluido de perfuração induzida.

[034] Com referência à FIG. 3, um método 300 de mistura de fluidos de perfuração de acordo com uma modalidade mostrada aqui é mostrado. O método 300 inclui o estabelecimento de um percurso de fluxo para um fluido de base na etapa 302. Os aditivos de fluido de perfuração podem ser adicionados ao fluido de base (etapa 304) antes ou após o estabelecimento do percurso de fluxo para o fluido de base. A mistura não homogênea de fluido de base e aditivos de fluido de perfuração pode ser injetada com um gás de aeração (etapa 306) e um fluido de direcionamento compressível (etapa 308) para a formação de um fluido de perfuração substancialmente misturado de forma homogênea.

De acordo com várias modalidades, uma aeração (etapa 306) pode ocorrer antes, depois ou antes e depois da injeção de fluido de direcionamento compressível (etapa 308). O fluido de perfuração misturado então pode ser coletado (etapa 310) e/ou peneirado (etapa 312), ou pode ser recirculado (etapa 314) através do reator de mistura para receber um segundo passe (ou terceiro passe, etc.) na aeração e na injeção de fluido de direcionamento compressível.

[035] Embora a FIG. 3 se refira a uma modalidade de um sistema para a mistura de fluidos de perfuração, alguém de conhecimento comum na técnica apreciará que variações no sistema podem ser feitas, sem que se desvie do escopo da presente exposição. Com referência à FIG. 4, um sistema 400 para a mistura de fluidos de perfuração de acordo com uma modalidade da presente exposição é mostrado. Nesta modalidade, tanques de suprimento de fluido (isto é, um poço de lama em várias modalidades) 402a e 402b são conectados a um reator de mistura 404 através de uma linha de fluido 406, de modo que um fluido de perfuração não misturado flua a partir do tanque de suprimento de fluido 402a e/ou 402b para o reator de mistura 404. Um fluido de perfuração misturado sai do reator de mistura 404 e pode ser retornado através de uma linha de recirculação de fluido 410 através do tanque de suprimento de fluido 402a para a linha de fluido 406 para um passe subsequente através do reator de mistura 404 ou através de um tanque de suprimento de fluido em paralelo 402b. Uma tremonha 412 é mostrada conectada à linha de fluido 406 entre o tanque de suprimento de fluido 402a/b e o reator de mistura 404. Conforme um fluido de perfuração não misturado flui a

partir do tanque de suprimento de fluido 402 para um reator de mistura 404, aditivos de fluido de perfuração podem fluir a partir da tremonha 412 para o fluido de perfuração não misturado. Contudo, alguém de conhecimento na técnica reconheceria que em modalidades alternativas a 412 pode ser conectada ao tanque de suprimento de fluido 402, de modo que aditivos possam ser derramados diretamente no tanque de suprimento de fluido 402a ou 402b, ou, em modalidades alternativas, aditivos podem ser derramados diretamente no tanque de suprimento de fluido 402a ou 404b, sem o uso da tremonha 412.

[036] Conforme um fluido de base e aditivos de fluido de perfuração são introduzidos no sistema 400, válvulas de regulagem de fluido 414a e/ou 414b (e a válvula de regulagem de aditivo 116, se uma tremonha for usada) podem controlar o fluxo de fluido de base e de aditivos de fluido de perfuração, respectivamente, para a linha de fluido 406 e, assim, para o reator de mistura 404.

[037] Com referência à FIG. 5, um sistema 500 para a mistura de fluidos de perfuração de acordo com uma outra modalidade da presente exposição é mostrado. Nesta modalidade, um tanque de suprimento de fluido (isto é, um poço de lama em várias modalidades) 502, o qual opcionalmente pode incluir um agitador de tanque 520, é conectado ao reator de mistura 504 através de uma linha de fluido 506, de modo que um fluido de perfuração não misturado flua a partir do tanque de suprimento de fluido 502 para o reator de mistura 504. Um fluido de perfuração misturado sai do reator de mistura 504 e pode ser retornado através da linha de fluido de recirculação 510 para o

tanque de suprimento de fluido 502 (ou qualquer outro tanque) ou pode fluir através do tanque de suprimento de fluido 502 para a linha de fluido 506 para um passe subsequente através do reator de mistura 504. Uma tremonha 512 é mostrada conectada à linha de fluido 506 entre o tanque de suprimento de fluido 502 e o reator de mistura 504. Conforme o fluido de perfuração não misturado flui a partir do tanque de suprimento de fluido 502 para o reator de mistura 504, aditivos de fluido de perfuração podem fluir a partir da tremonha 512 para o fluido de perfuração não misturado. Contudo, alguém de conhecimento na técnica reconheceria que em modalidades alternativas a tremonha 512 pode ser conectada ao tanque de suprimento de fluido 502, de modo que aditivos possam ser derramados diretamente no tanque de suprimento de fluido 502, ou, ainda em outras modalidades alternativas, os aditivos podem ser derramados diretamente no tanque de suprimento de fluido 502 sem o uso da tremonha 512.

[038] Conforme um fluido de base e aditivos de fluido de perfuração são introduzidos no sistema 500, uma válvula de regulação de fluido 514 (e uma válvula de regulação de aditivo 516, se uma tremonha for usada) podem controlar o fluxo de fluido de base e de aditivos de fluido de perfuração, respectivamente, para a linha de fluido 506 e, assim, para o reator de mistura 504.

[039] Com referência à FIG. 6, um sistema 600 para a mistura de fluidos de perfuração de acordo ainda com uma outra modalidade da presente exposição é mostrado. Nesta modalidade, um tanque de suprimento de fluido (isto é, um poço de lama em várias modalidades) 602, o qual pode

incluir opcionalmente um agitador de tanque 620, é conectado ao reator de mistura 604 através de uma linha de fluido 606, de modo que um fluido de perfuração não misturado flua a partir do tanque de suprimento de fluido 602 para o reator de mistura 604. O fluido de perfuração não misturado pode ser empurrado para o reator de mistura 604 por uma bomba 622 na linha de fluido 606. Um fluido de perfuração misturado sai do reator de mistura 604 e pode ser retornado através da linha de fluido de recirculação 610 para o tanque de suprimento de fluido 602 (ou para qualquer outro tanque) ou pode fluir através do tanque de suprimento de fluido 602 para a linha de fluido 606 para uma passagem subsequente através do reator de mistura 604. Uma tremonha 612 é mostrada conectada à linha de fluido 606 entre a bomba 622 e o reator de mistura 604. Conforme o fluido de perfuração não misturado é bombeado a partir do tanque de suprimento de fluido 602 para o reator de mistura 604, aditivos de fluido de perfuração podem fluir a partir da tremonha 612 para o fluido de perfuração não misturado. Contudo, alguém de conhecimento na técnica reconheceria que em modalidades alternativas a tremonha 612 pode ser conectada ao tanque de suprimento de fluido 602, de modo que aditivos possam ser derramados diretamente no tanque de suprimento de fluido 602, ou ainda em outras modalidades alternativas, aditivos podem ser derramados diretamente no tanque de suprimento de fluido 602 sem o uso da tremonha 612.

[040] Conforme um fluido de base e aditivos de fluido de perfuração são introduzidos no sistema 600, uma válvula de regulação de fluido 614 (e uma válvula de regulação de

aditivo 616, se uma tremonha for usada) podem controlar o fluxo de fluido de base e de aditivos de fluido de perfuração, respectivamente, para a linha de fluido 606 e, assim, para o reator de mistura 604.

[041] Com referência à FIG. 7, um sistema 700 para a mistura de fluidos de perfuração de acordo ainda com uma outra modalidade da presente exposição é mostrado. Nesta modalidade, um tanque de suprimento de fluido (isto é, um poço de lama em várias modalidades) 702, o qual pode incluir opcionalmente um agitador de tanque 720, é conectado ao reator de mistura 704 através de uma linha de fluido 706, de modo que um fluido de perfuração não misturado flua a partir do tanque de suprimento de fluido 702 para o reator de mistura 704. Em operação, um fluido de perfuração não misturado pode ser bombeado a partir do tanque de suprimento de fluido 702 pela bomba 722 através da linha de fluido 706. Um fluido de perfuração não misturado pode ser bombeado através de um edutor 724, o qual é conectado a uma tremonha 712a e à saída (não mostrada) de reator de mistura 704, e retornado para o tanque de suprimento de fluido 702. Conforme o fluido de perfuração é bombeado através do edutor 724, uma pressão negativa aspira um fluido de perfuração não misturado a partir do tanque de suprimento de fluido 702 através do reator de mistura 704 via a linha de suprimento de fluido 706. Uma vez misturado, o fluido de perfuração pode ser retornado para o tanque de suprimento de fluido 702 (ou para qualquer outro tanque) através da linha de recirculação 710. Aditivos de fluido de perfuração podem ser adicionados ao sistema na tremonha 712a e/ou 712b.

[042] Conforme um fluido de base e aditivos de fluido de perfuração são introduzidos no sistema 700, uma válvula de regulagem de fluido 714 pode controlar o fluxo de fluido de base para a linha de fluido 726 e através do edutor 724, e uma válvula de regulagem de fluido 717 pode controlar o fluxo de fluido de base para a linha de fluido 706 e, assim, através do reator de mistura 704. A entrada de aditivos de fluido de perfuração através da tremonha 712a pode ser controlada pela regulagem de aditivo 718 e, de modo similar, a válvula de regulagem de aditivo 716 pode controlar a entrada de aditivos de fluido de perfuração através da tremonha 712b.

[043] Alguém de conhecimento na técnica reconheceria que o sistema 700 mostrado na FIG. 7 pode ser uma modificação de um sistema de tremonha de mistura de lama convencional, no qual os aditivos são adicionados através da tremonha 712a a um fluido de base que flui através do edutor 724 e é retornado para o tanque de suprimento de fluido 702. Pela conexão da saída de reator de mistura 704 à saída de edutor 724, a pressão negativa gerada no bombeamento de fluido através do edutor pode ser usada para aspiração de fluido de perfuração através do reator de mistura 704 e permitir uma mistura substancialmente homogênea de um fluido de base com aditivos supridos pela tremonha 712b. Ainda, alguém de conhecimento comum na técnica também apreciaria que outras modificações em sistemas de tremonha de mistura de lama podem ser realizadas, sem que se desvie do escopo da presente exposição.

[044] Com referência à FIG. 8, um sistema 800 para a

mistura de fluidos de perfuração de acordo ainda com uma outra modalidade da presente exposição é mostrado. Nesta modalidade, um tanque de suprimento de fluido (isto é, um poço de lama em várias modalidades) 802, o qual pode incluir opcionalmente um agitador de tanque (não mostrado), é conectado ao reator de mistura 804 através de uma linha de fluido 806, de modo que um fluido de perfuração não misturado flua a partir do tanque de suprimento de fluido 802 para o reator de mistura 804. Em operação, um fluido de perfuração não misturado pode ser bombeado a partir do tanque de suprimento de fluido 802 pela bomba 822 através da linha de suprimento de fluido 806. Conforme um fluido da linha de suprimento de fluido 806 é bombeado através do edutor 824, uma pressão negativa aspira aditivos a partir da tremonha 812a para o fluido. O fluido de perfuração não misturado então flui através do reator 804 e é misturado. Uma vez misturado, o fluido de perfuração pode ser retornado para o tanque de suprimento de fluido 802 (ou para qualquer outro tanque) através da linha de recirculação 810. Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que múltiplas tremonhas podem ser usadas para a adição de aditivos de fluido de perfuração que podem ser adicionados ao sistema, tal como na tremonha 812a e/ou 812b. A entrada de aditivos de fluido de perfuração através da tremonha 812a pode ser controlada por uma regulagem de aditivo 818 e, de modo similar, uma válvula de regulagem de aditivo 816 pode controlar a entrada de aditivos de fluido de perfuração através da tremonha 812b.

[045] Alguém de conhecimento na técnica reconheceria que o sistema 800 mostrado na FIG. 8 pode ser uma

modificação de um sistema de tremonha de mistura de lama convencional, no qual os aditivos são adicionados através da tremonha 812a a um fluido de base que flui através do edutor 824 e é retornado para o tanque de suprimento de fluido 802. Ainda, alguém de conhecimento comum na técnica também apreciaria que outras modificações em sistemas de tremonha de mistura de lama podem ser realizadas, sem que se desvie do escopo da presente exposição.

[046] Com referência às FIG. 9A a B, um sistema 900 para a mistura de fluidos de perfuração de acordo ainda com uma outra modalidade da presente exposição é mostrado. Nesta modalidade, um tanque de suprimento de fluido (isto é, um poço de lama em várias modalidades) 902, o qual pode incluir opcionalmente um agitador de tanque (não mostrado), é conectado ao reator de mistura 904 através de uma linha de fluido 906, de modo que um fluido de perfuração não misturado flua a partir do tanque de suprimento de fluido 902 para o reator de mistura 904, o qual está localizado de modo que forme a entrada ou o bocal de edutor 924. Em operação, um fluido de perfuração não misturado pode ser bombeado a partir do tanque de suprimento de fluido 902 pela bomba 922 através da linha de suprimento de fluido 906. Conforme o fluido de perfuração é bombeado através do edutor 924, e, assim, através do reator de mistura 904, uma pressão negativa aspira aditivos a partir da tremonha 912 para o fluido. Uma válvula de regulagem de aditivo 916 pode ser usada para o controle da entrada de aditivos através da tremonha 912 no edutor 924. Um fluido de perfuração não misturado flui através da admissão 904a e da saída 904b de reator de mistura 904, conforme um gás(es), tal como vapor

de água, é (são) injetado(s) 904c no reator de mistura 904. Conforme gás(es) e/ou fluido(s) são injetados no reator de mistura 904, eles podem sofrer uma redução na pressão e um aumento na velocidade (tipicamente para níveis supersônicos), o que, conforme descrito acima, pode aspirar mais fluido de perfuração não misturado para e através do reator de mistura, conforme aditivos de fluido de perfuração forem aspirados para e misturados com o fluido no edutor 924. Uma vez misturado, o fluido sai do edutor 924 e pode ser retornado para o tanque de suprimento de fluido 802 (ou qualquer outro tanque) através da linha de recirculação 910.

[047] Com referência à FIG. 10, um sistema 1000 para a mistura de fluidos de perfuração de acordo ainda com uma outra modalidade da presente exposição é mostrado. Nesta modalidade, um tanque de suprimento de fluido (isto é, um poço de lama em várias modalidades) 1002, o qual pode incluir opcionalmente um agitador de tanque (não mostrado), é conectado ao reator de mistura 1004 através de uma linha de suprimento de fluido 1006. Em operação, um fluido de perfuração não misturado pode ser bombeado a partir do tanque de suprimento de fluido 1002 pela bomba 1022 através da linha de fluido 1026. Conforme um fluido a partir da linha de suprimento de fluido 1006 é bombeado através do edutor 1024, uma pressão negativa aspira aditivos (tais como aditivos entranhados em fluido) a partir da tremonha 1012 para o fluido, o qual pode ser recirculado de volta para o tanque de suprimento de fluido 1002 através da linha de recirculação 1010. Um fluido a partir do tanque de suprimento de fluido 1002 (o qual pode conter aditivos ali)

alternativamente pode ser bombeado através da linha de suprimento de fluido 1006 para o reator de mistura 1004, onde vapor de água (ou outros fluidos) podem ser injetados 1004c ali para a formação de um fluido de perfuração misturado de forma homogênea. Um fluido de perfuração misturado sai do reator de mistura 1004 e pode ser coletado em um tanque de recebimento 1008 ou, se uma mistura adicional for desejada, o fluido misturado pode ser retornado (não mostrado) através do tanque de suprimento de fluido 1002.

[048] Conforme fluidos e aditivos de fluido de perfuração são introduzidos no sistema 1000, uma válvula de regulagem de fluido 1014 pode controlar o fluxo de fluido de base para a linha de fluido 1026 e através do edutor 1024, e uma válvula de regulagem de fluido 1017 pode controlar o fluxo de fluido de base para a linha de fluido 1006 e, assim, através do reator de mistura 1004. Ainda, a entrada de aditivos de fluido de perfuração através da tremonha 1012 pode ser controlada pela regulagem de aditivo 1018. Alguém de conhecimento comum na técnica reconheceria que o sistema 1000 mostrado na FIG. 10 pode ser uma modificação de um sistema de tremonha de mistura de lama convencional, no qual aditivos são adicionados através da tremonha 1012 a um fluido de base que flui através do edutor 1024 e é retornado para o tanque de suprimento de fluido 1002.

[049] Ainda, alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que componentes adicionais, tais como sensores, medidores, etc. que podem ser usados para a medição, entre outras coisas, de pressões, temperaturas, densidades,

vazões e níveis de fluxo podem ser incluídos em qualquer um dos sistemas da presente exposição.

[050] Os fluidos de perfuração que podem ser misturados de acordo com as modalidades mostradas aqui podem incluir fluidos à base de água, bem como fluidos à base de óleo. Se as modalidades mostradas aqui forem usadas para a mistura de fluidos à base de óleo, também está no escopo das modalidades da presente exposição que o método e o sistema mostrado também possam ser usados para a formação de emulsões.

[051] Fluidos de perfuração à base de óleo podem incluir um fluido de base aquoso. O fluido aquoso pode incluir pelo menos um dentre água doce, água do mar, salmoura, misturas de água e compostos orgânicos solúveis em água e misturas dos mesmos. Por exemplo, o fluido aquoso pode ser formulado com misturas de sais desejados em água doce. Esses sais podem incluir, mas não estão limitados a cloretos de metal alcalino, hidróxidos, ou carboxilatos, por exemplo. Em várias modalidades do fluido de perfuração mostrado aqui, a salmoura pode incluir água do mar, soluções aquosas em que a concentração de sal é menor do que aquela da água do mar, ou soluções aquosas em que a concentração de sal é maior do que aquela da água do mar. Os sais que podem ser encontrados em água do mar incluem, mas não estão limitados a sais de sódio, cálcio, enxofre, alumínio, magnésio, potássio, estrôncio, silício, lítio, e fósforo de cloretos, brometos, carbonatos, iodetos, cloratos, bromatos, formatos, nitratos, óxidos e fluoretos. Os sais que podem ser incorporados em uma dada salmoura incluem qualquer um ou mais daqueles presentes em água do

mar natural ou quaisquer outros sais dissolvidos orgânicos ou inorgânicos. Adicionalmente, as salmouras que podem ser usadas nos fluidos de perfuração mostrados aqui podem ser naturais ou sintéticos, com salmouras sintéticas tendendo a ser de constituição muito mais simples. Em uma modalidade, a densidade do fluido de perfuração pode ser controlada pelo aumento da concentração de sal na salmoura (até a saturação). Em uma modalidade em particular, uma salmoura pode incluir sais de haleto ou carboxilato de cátions mono e divalentes de metais, tais como céσιο, potássio, cálcio, zinco e/ou sódio. Alguém de conhecimento comum apreciaria que os sais acima podem estar presentes no fluido de base ou, alternativamente, podem ser adicionados de acordo com o método mostrado aqui.

[052] Os fluidos à base de óleo podem incluir uma emulsão inversa tendo uma fase contínua oleaginosa e uma fase descontínua não oleaginosa. O fluido oleaginoso pode ser um líquido e, mais preferencialmente, é um óleo natural ou sintético e, mais preferencialmente, o fluido oleaginoso é selecionado a partir do grupo que inclui óleo diesel, óleo mineral, um óleo sintético (por exemplo, olefinas hidrogenadas e não hidrogenadas incluindo polialfaolefinas, olefinas lineares e ramificadas e similares, polidiorganossiloxanos, siloxanos ou organossiloxanos, ésteres de ácido graxo, especificamente ésteres de alquila de cadeia reta, ramificados e cíclicos, misturas dos mesmos e compostos similares conhecidos por alguém versado na técnica), e misturas dos mesmos. A concentração do fluido oleaginoso deve ser suficiente para que uma emulsão inversa se forme, e pode ser menor do que em torno de 99% em volume

da emulsão inversa. Em uma modalidade, a quantidade de fluido oleaginoso é de em torno de 30% a em torno de 95% em volume e, mais preferencialmente, de em torno de 40% a em torno de 90% em volume do fluido de emulsão inversa. O fluido oleaginoso em uma modalidade pode incluir pelo menos 5% em volume de um material selecionado a partir do grupo que consiste em ésteres, éteres, acetais, dialquilcarbonatos, hidrocarbonetos e combinações dos mesmos.

[053] O fluido não oleaginoso usado na formulação do fluido de emulsão inversa mostrado aqui é um líquido e, preferencialmente, um líquido aquoso. Em uma modalidade, o fluido não oleaginoso pode ser selecionado a partir do grupo que inclui água do mar, uma salmoura contendo sais dissolvidos orgânicos e/ou inorgânicos, líquidos contendo compostos orgânicos miscíveis em água e combinações dos mesmos. A quantidade do fluido não oleaginoso tipicamente é menor do que o limite teórico necessário para a formação de uma emulsão inversa. Assim, em uma modalidade, a quantidade de fluido não oleaginoso é menor do que em torno de 70% em volume e, preferencialmente, de em torno de 1% a em torno de 70% em volume. Em uma outra modalidade, o fluido não oleaginoso preferencialmente é de em torno de 5% a em torno de 60% em volume do fluido de emulsão inversa. A fase de fluido pode incluir um fluido aquoso ou um fluido oleaginoso, ou misturas dos mesmos.

[054] Os aditivos de fluido de perfuração que podem ser adicionados aos fluidos de base descritos acima incluem uma variedade de compostos, tais como, por exemplo, viscosificantes, inibidores de corrosão, lubrificantes,

aditivos de controle de pH, tensoativos, solventes, redutores, agentes de afinamento, e/ou agentes de aumento de peso, agentes de umedecimento, agentes de controle de perda de fluido, dispersantes, redutores de tensão superficial, tampões de pH, solventes mútuos, e agentes de limpeza, dentre outros aditivos. Alguns agentes de viscosificação típicos incluem argilas, argilas organofílicas, polímeros sintéticos, polímeros naturais e derivados dos mesmos, tais como goma xantana e hidroximetilcelulose.

EXEMPLOS

[055] Os exemplos a seguir foram usados aqui para se testar a efetividade dos métodos e sistemas mostrados aqui na mistura de fluidos de perfuração.

Amostra 1: Pasta de Gel

[056] Uma pasta de gel foi formada pela adição de bentonita (5,7 kg) a um fluxo de água doce (92,8 kg) e pela aeração / injeção de vapor de água no fluxo, usando-se um sistema de reator de mistura, conforme foi descrito acima. Vapor foi injetado a uma taxa de 3,2-0,3 kg/min com uma pressão de 500 kPa por 30 segundos, desse modo se injetando 1,5 kg de vapor e formando uma amostra de pasta de gel de 100 kg. A pasta misturada foi visualmente examinada quanto a olhos de peixe, nenhum dos quais tendo sido encontrado na amostra.

Amostra 2: 1 lb/bbl de POLYPAC® UL, 0,333 lb/bbl de DUO-VIS® em Pasta de Gel

[057] Um fluxo de 100 kg de pasta de gel de Amostra 1 foi estabelecido no sistema de reator de mistura descrito acima. POLYPAC® UL (celulose polianiónica) (0,286 kg) e

DUO-VIS® (goma xantana) (0,095 kg), ambos os quais estando disponíveis a partir da M-I LLC, Houston, Texas, foram adicionados ao fluxo de gel e a amostra foi formada pela aeração / injeção de vapor de água ao fluxo. O vapor de água foi injetado a uma taxa de 3,2-0,3 kg/min com uma pressão de 500 kPa por 30 segundos, desse modo se injetando 1,5 kg de vapor. Após o primeiro passe, o produto foi transferido de volta para o tanque de alimentação para um segundo e um terceiro passes. Após cada passe, uma amostra do produto foi visualmente examinada quanto a olhos de peixe, nenhum dos quais tendo sido encontrado na amostra.

Amostra 3: 2 lb/bbl de POLYPAC® UL, 0,667 lb/bbl de DUO-VIS® em Pasta de Gel

[058] Um fluxo de 100 kg de pasta de gel de Amostra 1 foi estabelecido no sistema de reator de mistura descrito acima. POLYPAC® UL (celulose polianiónica) (0,572 kg) e DUO-VIS® (goma xantana) (0,191 kg) foram adicionados ao fluxo de gel e a amostra foi formada pela aeração / injeção de vapor de água ao fluxo. O vapor de água foi injetado a uma taxa de 3,2-0,3 kg/min com uma pressão de 500 kPa por 30 segundos, desse modo se injetando 1,5 kg de vapor. Após o primeiro passe, o produto foi transferido de volta para o tanque de alimentação para um segundo e um terceiro passes. Após cada passe, uma amostra do produto foi visualmente examinada quanto a olhos de peixe, nenhum dos quais tendo sido encontrado na amostra.

Amostra 4: 3 lb/bbl de POLYPAC® UL, 1 lb/bbl de DUO-VIS® em Pasta de Gel

[059] Um fluxo de 100 kg de pasta de gel de Amostra 1 foi estabelecido no sistema de reator de mistura descrito

acima. POLYPAC® UL (celulose polianiônica) (0,572 kg) e DUO-VIS® (goma xantana) (0,191 kg) foram adicionados ao fluxo de gel e a amostra foi formada pela aeração / injeção de vapor de água ao fluxo. O vapor de água foi injetado a uma taxa de 3,2-0,3 kg/min com uma pressão de 500 kPa por 30 segundos, desse modo se injetando 1,5 kg de vapor. Após o primeiro passe, o produto foi enviado diretamente para o tanque de alimentação, ao invés de para o tanque de recebimento, de modo que nenhuma amostra fosse tirada em andamento. Passes subseqüentes foram tentados, mas nenhum foi possível devido à contrapressão, fazendo com que o material irrompesse a partir da tremonha.

Amostra 5: 1 lb/bbl de Scleroglucan

[060] Uma pasta de gel foi formada pela adição de scleroglucan (0,286 kg) a um fluxo de água doce (98,2 kg) e pela aeração / injeção de vapor de água no fluxo, usando-se o sistema de reator de mistura, conforme descrito acima. Vapor de água foi injetado a uma taxa de 3,2-0,3 kg/min com uma pressão de 500 kPa por 30 segundos, desse modo se injetando 1,5 kg de vapor e formando uma amostra de pasta de gel de 100 kg. A amostra foi submetida a três passes no reator de mistura.

Amostra 6: 2 lb/bbl de Scleroglucan

[061] Uma pasta de gel foi formada pela adição de scleroglucan (0,572 kg) a um fluxo de água doce (97,9 kg) e pela aeração / injeção de vapor de água no fluxo, usando-se o sistema de reator de mistura, conforme descrito acima. Vapor de água foi injetado a uma taxa de 3,2-0,3 kg/min com uma pressão de 500 kPa por 30 segundos, desse modo se injetando 1,5 kg de vapor e formando uma amostra de pasta

de gel de 100 kg. A amostra foi submetida a três passes no reator de mistura.

Amostra 7: 1 lb/bbl de Scleroglucan, pH 5

[062] Uma pasta de gel foi formada pela adição de scleroglucan (0,286 kg) a um fluxo de água doce (98,2 kg), tendo seu pH ajustado para 5,0 usando-se um sistema de reator de mistura, conforme descrito acima. O vapor de água foi injetado a uma taxa de 3,2-0,3 kg/min com uma pressão de 500 kPa por 30 segundos, desse modo se injetando 1,5 kg de vapor e formando uma amostra de pasta de gel de 100 kg. A amostra foi submetida a três passes no reator de mistura.

[063] As propriedades reológicas dos fluidos misturados em cada uma das Amostras 1 a 7 foram determinadas usando-se um Viscosímetro de Fann Modelo 35, disponível a partir de Fann Instrument Company a 120 °F (48,9 °C) e um Viscosímetro de Brookfield para uma viscosidade de taxa de cisalhamento baixa à temperatura ambiente. As amostras também foram submetidas a um teste de filtração de pressão baixa, temperatura baixa para a medição de um comportamento de filtração estática do fluido à temperatura ambiente e a 100 psi (689,48 kPa), de acordo com as especificações estabelecidas pelos procedimentos de teste de Perda de Fluido da API. A resistência do gel (isto é, a medida das características de suspensão ou propriedades tixotrópicas de um fluido) das amostras foram avaliadas por 10 segundos e 10 minutos de resistências do gel em 0,4788 Pa de acordo com o procedimento na API Bulletin RP 13B-2, 1990. Os resultados dos testes são mostrados na Tabela 1a-b abaixo.

Tabela 1a

Amostra	1	2,1	2,2	2,3	3,1	3,2	3,3	4,1	4,2
Viscosidade de Funil (s)	63	130	100	70	130	215	160	488	410
Peso de Lama (ppg)	8,45	8,55	8,60	8,60	8,50	8,50	8,50-	8,50-	8,60+
600 rpm	23	38	33	30	40	50	46	67	64
300 rpm	17	26	22	20	27	34	31	47	44
200 rpm	15	20	17	16	20	28	25	39	36
100 rpm	12	15	12	12	13	21	18	29	26
6 rpm	10	6	4	4	5	9	7	12	10
3 rpm	10	6	3	4	4	8	6	10	9
Géis a 10 s [$\times 0,4788$ Pa]	16	7	6	6	5	9	7	12	11
Géis a 10 min [$\times 0,4788$ Pa]	32	18	17	15	17	22	16	27	25
PV (cP)	6	12	11	10	13	16	15	20	20
YP (cP)	11	14	11	10	14	18	16	27	24
Brookfield 0,3 rpm - 1 min (cP)	24000	22400	24700	23200	27000	38900	44900	55400	59100
Brookfield 0,3 rpm - 2 min (cP)	23000	26800	28100	24900	31300	43800	50900	62700	66600
Brookfield 0,3 rpm - 3 min (cP)	23700	28700	29500	26500	33300	46000	53800	66800	70500

pH	9,70	8,65	8,65	8,53	8,73	8,16	8,12	7,86	7,83
API FL (mL)	21,5	9,5	9,6	9,5	10,4	8,2	8,4	9,3	8,5

Tabela 1b

Amostra	5,1	5,2	5,3	6,1	6,2	6,3	7,1	7,2	7,3
Viscosidade de Funil (s)	31	37	37	36	39	40	35	39	39
Peso de Lama (ppg)	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30
600 rpm	2	11	9	13	19	17	6	11	9
300 rpm	1	8	6	10	15	13	4	9	7
200 rpm	0	7	5	8	13	12	3	7	5
100 rpm	0	6	4	6	12	10	3	6	4
6 rpm	0	3	2	1	7	5	1	3	2
3 rpm	0	3	2	1	6	4	1	3	2
Géis a 10 s [x0,4788 Pa]	0	3	4	2	6	4	1	3	2
Géis a 10 min [x0,4788 Pa]	1	3	5	2	9	4	2	3	2
PV (cP)	1	3	3	3	4	4	2	2	2
YP (cP)	0	5	3	7	11	9	2	7	5
Brookfield 0,3 rpm - 1 min (cP)	60	720	700	180	6660	1300	1460	4640	3560

Brookfield 0,3 rpm - 2 min (cP)	60	740	1260	120	7260	1440	1560	4820	3580
Brookfield 0,3 rpm - 3 min (cP)	60	800	1260	120	7460	1460	1600	4900	3500
pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-
API FL (mL)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Amostra 8A: 3 lb/bbl de DUO-VIS®

[064] A água foi primeiramente tratada com M-I CIDE® (0,05% em vol.), um biocida disponível a partir da M-I LLC, Houston, Texas. DUO-VIS® (goma xantana) foi adicionado ao fluxo de água para se atingir uma concentração de 3 lb/bbl, e a amostra foi formada pela aeração / injeção de vapor de água no fluxo. O vapor de água foi injetado a uma taxa de 3,2-0,3 kg/min com uma pressão de 500 kPa por 30 segundos, desse modo se injetando 1,5 kg de vapor. A amostra foi submetida a três passes no reator de mistura.

Amostra 9A: 5 lb/bbl de HEC

[065] A água foi primeiramente tratada com M-I CIDE® (0,05% em vol.), um biocida. Hidroxietilcelulose (HEC) foi adicionado ao fluxo de água para se atingir uma concentração de 5 lb/bbl, e a amostra foi formada pela aeração / injeção de vapor de água no fluxo. O vapor de água foi injetado a uma taxa de 3,2-0,3 kg/min com uma pressão de 500 kPa por 30 segundos, desse modo se injetando 1,5 kg de vapor. A amostra foi submetida a três passes no reator de mistura.

[066] As propriedades reológicas dos fluidos misturados em cada uma das Amostras 8A e 9A foram determinadas usando-se um Viscosímetro de Fann Modelo 35, disponível a partir de Fann Instrument Company a 120 °F (48,9 °C) e um Viscosímetro de Brookfield para uma viscosidade de taxa de cisalhamento baixa à temperatura ambiente. As amostras também foram submetidas a um teste de filtração de pressão baixa, temperatura baixa para a medição de um comportamento de filtração estática do fluido à temperatura ambiente e a 100 psi (689,48 kPa), de acordo com as especificações

estabelecidas pelos procedimentos de teste de Perda de Fluido da API. Os resultados dos testes são mostrados na Tabela 2a abaixo.

Tabela 2a

Amostra	8A.1	8A.2	8A.3	9A.1	9A.2	9A.3
Viscosidade de Funil (s)	-	-	-	-	-	-
Peso de Lama (ppg)	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30
600 rpm	64	55	44	-	280	291
300 rpm	54	48	38	263	234	242
200 rpm	49	44	35	236	209	216
100 rpm	42	38	31	193	169	176
6 rpm	26	22	22	64	52	54
3 rpm	23	20	20	44	36	36
Géis a 10 s [x0,4788 Pa]	24	21	21	44	35	36
Géis a 10 min [x0,4788 Pa]	24	23	21	46	36	36
PV (cP)	10	7	6	-	46	49
YP (cP)	4	41	32	-	188	193
Brookfield 0,3 rpm - 1 min (cP)	37500	23400	21600	93800	79700	76500
Brookfield 0,3 rpm - 2 min (cP)	41100	24200	21700	-	100000	90400
Brookfield 0,3 rpm - 3 min (cP)	41800	24200	21800	-	-	91300
pH	9,16	9,18	9,18	8,883	9,01	9,03

[067] Os testes foram repetidos após as Amostras 8A e 9A serem submetidas a um rolamento a quente por 16 horas a 150 °F (65,56 °C). Os resultados são mostrados abaixo na

Tabela 2b.

Tabela 2b

Amostra	8A.1	8A.2	8A.3	9A.1	9A.2	9A.3
Viscosidade de Funil (s)	-	-	-	-	-	-
Peso de Lama (ppg)	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30
600 rpm	47	46	38	258	261	256
300 rpm	41	40	34	212	214	207
200 rpm	39	38	32	190	190	184
100 rpm	35	34	29	154	152	147
6 rpm	24	22	21	49	45	43
3 rpm	21	20	18	34	31	29
Géis a 10 s [$\times 0,4788$ Pa]	21	20	18	34	31	29
Géis a 10 min [$\times 0,4788$ Pa]	26	25	25	36	31	30
PV (cP)	6	6	4	46	47	49
YP (cP)	35	34	30	166	167	158
Brookfield 0,3 rpm - 1 min (cP)	32500	22300	20900	80400	76000	71500
Brookfield 0,3 rpm - 2 min (cP)	34500	2300	21000	-	91000	86800
Brookfield 0,3 rpm - 3 min (cP)	34200	22800	21100	-	93800	86600
pH	9,31	9,21	9,20	7,56	7,52	7,77

Amostras 8A (3 lb/bbl de DUO-VIS®) e 9B (5 lb/bbl de HEC)

[068] De modo a se determinar a capacidade do sistema mostrado de otimizar as propriedades reológicas dos fluidos misturados, as formulações de lama das Amostras 8A e 9A também foram formadas usando-se um misturador Silverson convencional a 4000 rpm por 1 hora para a produção das Amostras 8B e 9B. As propriedades reológicas dos fluidos

misturados em cada uma das Amostras 8B e 9B foram determinadas usando-se um Viscosímetro de Fann Modelo 35, disponível a partir de Fann Instrument Company a 120 °F (48,9 °C) e um Viscosímetro de Brookfield para uma viscosidade de taxa de cisalhamento baixa à temperatura ambiente. As amostras também foram submetidas a um teste de filtração de pressão baixa, temperatura baixa para a medição de um comportamento de filtração estática do fluido à temperatura ambiente e a 100 psi (689,48 kPa), de acordo com as especificações estabelecidas pelos procedimentos de teste de Perda de Fluido da API. Cada um dos testes foi realizado duas vezes antes de uma laminação a quente (BHR) e após uma laminação a quente (AHR) por 16 horas a 150 °F (65,56 °C). Os resultados são mostrados na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3

Amostra	8B:BHR	8B:AHR	9B:BHR	9B:AHR
Viscosidade de Funil (s)	76	81	9960	7200
Peso de Lama (ppg)	8,3	8,3	8,3	8,3
600 rpm	39	33	-	-
300 rpm	32	27	-	295
200 rpm	29	24	280	266
100 rpm	25	20	234	222
6 rpm	15	13	90	78
3 rpm	14	11	64	55
Géis a 10 s [$\times 0,4788$ Pa]	17	14	65	55
Géis a 10 min [$\times 0,4788$ Pa]	23	16	65	53
PV (cP)	7	6	-	-
YP (cP)	25	21	-	-
Brookfield 0,3 rpm - 1 min (cP)	49800	30100	82800	37300

Brookfield 0,3 rpm - 2 min (cP)	51700	30000	77700	39700
Brookfield 0,3 rpm - 3 min (cP)	57000	30000	82000	40100
pH	6,91	6,16	7,37	6,38
API FL (mL)	33,0	-	55,0	100

Amostras 8C-D (3 lb/bbl de DUO-VIS®) e 9C-D (5 lb/bbl de HEC)

[069] Para as amostras 8C e 9C, as formulações de lama descritas nas Amostras 8A e 9A foram formadas em um lote de 4 bbl usando-se um misturador Silverson adaptado em um cabeçote de cisalhamento de furo redondo a 6000 rpm por 15 min., para simulação do método de API para uma mistura de lama à base de água com um tempo de mistura reduzido, mas um cisalhamento / volume unitário aumentado. Para as amostras 8D e 9D, as formulações de lama descritas nas Amostras 8A e 9A foram misturadas usando-se um misturador de pá de Heidolph por 15 min. para se mostrar o efeito de uma mistura com cisalhamento reduzido.

[070] As propriedades reológicas dos fluidos misturados em cada uma das Amostras 8C-D e 9C-D foram determinadas usando-se um Viscosímetro de Fann Modelo 35, disponível a partir de Fann Instrument Company a 120 °F (48,9 °C) e um Viscosímetro de Brookfield para uma viscosidade de taxa de cisalhamento baixa à temperatura ambiente. Os resultados são mostrados na Tabela 4a abaixo.

Tabela 4a

Amostra	8C	8D	9C	9D
Viscosidade de Funil (s)	81	86	-	-
Peso de Lama (ppg)	8,3	8,3	8,3	8,3

600 rpm	34	42	-	-
300 rpm	31	35	-	280
200 rpm	29	33	271	256
100 rpm	26	29	227	215
6 rpm	17	18	84	83
3 rpm	15	16	60	60
Géis a 10 s [$\times 0,4788$ Pa]	19	19	60	60
Géis a 10 min [$\times 0,4788$ Pa]	26	26	60	60
PV (cP)	3	7	-	-
YP (cP)	28	26	-	-
Brookfield 0,3 rpm - 1 min (cP)	56000	72900	60000	64900
Brookfield 0,3 rpm - 2 min (cP)	49100	64100	72800	81900
Brookfield 0,3 rpm - 3 min (cP)	46700	62700	76800	88200
pH	8,71	8,63	9,21	9,08

[071] Os testes foram repetidos após as Amostras 8C-D e 9C-D foram submetidas a uma laminação a quente por 16 horas a 150 °F (65,56 °C). Os resultados são mostrados abaixo na Tabela 4b.

Tabela 4b

Amostra	8C	8D	9C	9D
Viscosidade de Funil (s)	83	86	-	-
Peso de Lama (ppg)	8,3	8,3	8,3	8,3
600 rpm	36	40	-	288
300 rpm	31	35	254	239
200 rpm	29	32	227	214
100 rpm	25	28	185	173
6 rpm	16	17	62	56
3 rpm	14	15	44	39
Géis a 10 s [$\times 0,4788$ Pa]	16	16	44	39

Géis a 10 min [$\times 0,4788$ Pa]	24	20	44	39
PV (cP)	5	5	-	49
YP (cP)	26	30	4	39
Brookfield 0,3 rpm - 1 min (cP)	60000	66000	36400	36100
Brookfield 0,3 rpm - 2 min (cP)	60400	71300	35000	36600
Brookfield 0,3 rpm - 3 min (cP)	59300	71000	36200	36300
pH	9,28	9,01	9,85	9,51

[072] Pode ser mostrado a partir da ausência de olhos de peixe no exame visual das amostras e dos resultados acima, que os fluidos de perfuração podem ser misturados de forma homogênea usando-se os métodos e sistemas mostrados aqui, se comparado com métodos de mistura convencionais que produzem fluidos de perfuração sobrecarregados com olhos de peixe. Adicionalmente, em uma comparação das propriedades reológicas de fluidos misturados por um sistema da presente exposição com um fluido preparado por técnicas de mistura convencionais, os fluidos da presente exposição mostraram melhoramentos nas propriedades reológicas de fluidos, sem uma circulação poço abaixo.

[073] As modalidades mostradas aqui podem prover pelo menos algumas das vantagens a seguir. Os métodos mostrados aqui podem prover um fluido de perfuração que pode ser misturado de forma substancialmente homogênea e substancialmente livre de olhos de peixe. Ao se permitir a formação de fluidos de perfuração sem aglomerados, a eficiência de custo dos aditivos pode ser otimizada pela redução da quantidade de aditivos que é filtrada pelos agitadores de folhelho, antes de uma recirculação de um fluido de perfuração poço abaixo. Adicionalmente, a performance de fluidos de perfuração poço abaixo pode ser

aumentada, devido à quantidade diminuída de material aglomerado. Aumentos na performance podem resultar da melhor obtenção das capacidades reológicas máximas do fluido. Ainda, uma eficiência de custo também pode ser obtida ao se permitir a modificação de sistemas existentes de tremonha para a provisão de um fluido de perfuração misturado de forma substancialmente homogênea.

[074] Embora a presente exposição tenha sido descrita com respeito a um número limitado de modalidades, aqueles versados na técnica, tendo o benefício desta exposição apreciarão que outras modalidades podem ser divisadas, sem que se desvie do escopo da invenção, conforme descrito aqui. Assim sendo, o escopo da invenção deve ser limitado apenas pelas reivindicações em apenso.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a mistura de uma formulação de fluido de perfuração, caracterizado pelo fato de compreender:

a formulação de um fluido de perfuração misturado em uma câmara de mistura (202), compreendendo:

o estabelecimento de um percurso de fluxo para um fluido de base;

a adição de um ou mais aditivos de fluido de perfuração ao fluido de base para a criação de uma mistura;

o escoamento da mistura do fluido de base e do um ou mais aditivos de fluido de perfuração para a câmara de mistura (202);

a injeção de um gás de aeração na câmara de mistura (202) por meio de pelo menos uma entrada (208, 212) da câmara de mistura (202); e

a injeção de um fluido de direcionamento compressível na câmara de mistura (202) por meio de pelo menos uma segunda entrada (210) na câmara de mistura (202) a uma vazão que aumenta a velocidade do fluido de direcionamento compressível e mistura do fluido de base e do um ou mais aditivos de fluido de perfuração para a produção de uma onda de choque na câmara de mistura (202) para a formação do fluido de perfuração misturado; e

circular o fluido de perfuração misturado através de um furo de poço após a formulação.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o fluido de direcionamento compressível compreender vapor de água.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda:

a aeração da mistura antes da injeção do fluido de direcionamento compressível.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

a coleta do fluido de perfuração misturado.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

a re-injeção de um fluido de direcionamento compressível no fluido de perfuração misturado.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

o peneiramento do fluido de perfuração misturado antes da circulação.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a injeção do fluido de direcionamento compressível ser a uma velocidade e a uma pressão suficientes para a formação do fluido de perfuração misturado.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o fluido de base compreender pelo menos um dentre um fluido à base de água e um fluido à base de óleo.

9. Sistema para a mistura de fluidos de perfuração pelo método como definido na reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender:

um tanque de suprimento de fluido (102), tendo um agitador no mesmo, para suprimento de um fluido de perfuração não misturado, em que o dito fluido de perfuração não misturado compreende um fluido de base e um ou mais aditivos de fluido de perfuração;

um reator de mistura (104) conectado em termos de fluido ao tanque de suprimento de fluido (102) por meio de uma linha de fluido (106), o reator de mistura (104) compreendendo:

uma entrada (204) e uma saída (206);

uma câmara de mistura (202) disposta entre a entrada (204) e a saída (206) e conectável à linha de fluido (106);

pelo menos uma primeira entrada (210) para a injeção de um fluido de direcionamento compressível na câmara de mistura (202); e

pelo menos uma segunda entrada (208, 212) para a injeção de um gás de aeração na câmara de mistura (202);

uma bomba (622) conectada em termos de fluido ao tanque de suprimento de fluido (102) e ao reator de mistura (104) para o bombeamento do fluido de perfuração não misturado ao reator de mistura (104),

onde, conforme o fluido de perfuração não misturado é bombeado para o reator de mistura (104) pela bomba (622), o fluido de direcionamento compressível e o gás de aeração são injetados no fluido de perfuração não misturado na câmara de mistura (202) para a formação do fluido de perfuração misturado.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

uma tremonha (112) operativamente conectada ao tanque de suprimento de fluido (102) para suprimento de componentes de fluido de perfuração para o fluido de perfuração não misturado.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 9,

caracterizado pelo fato de compreender ainda:

uma tremonha (112) conectada em termos de fluido a uma linha de fluido (106) entre o tanque de suprimento de fluido (102) e o reator de mistura (104) para suprimento de um ou mais aditivos de fluido de perfuração para o fluido de perfuração não misturado.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

uma linha de recirculação (110) conectando em termos de fluido a saída (206) do reator de mistura (104) à entrada (204) do reator de mistura (104).

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

uma linha de recirculação (110) conectando em termos de fluido a saída (206) do reator de mistura (104) ao tanque de suprimento de fluido (102).

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

um tanque de recebimento (108) conectado em termos de fluido ao reator de mistura (104) para a coleta do fluido de perfuração misturado.

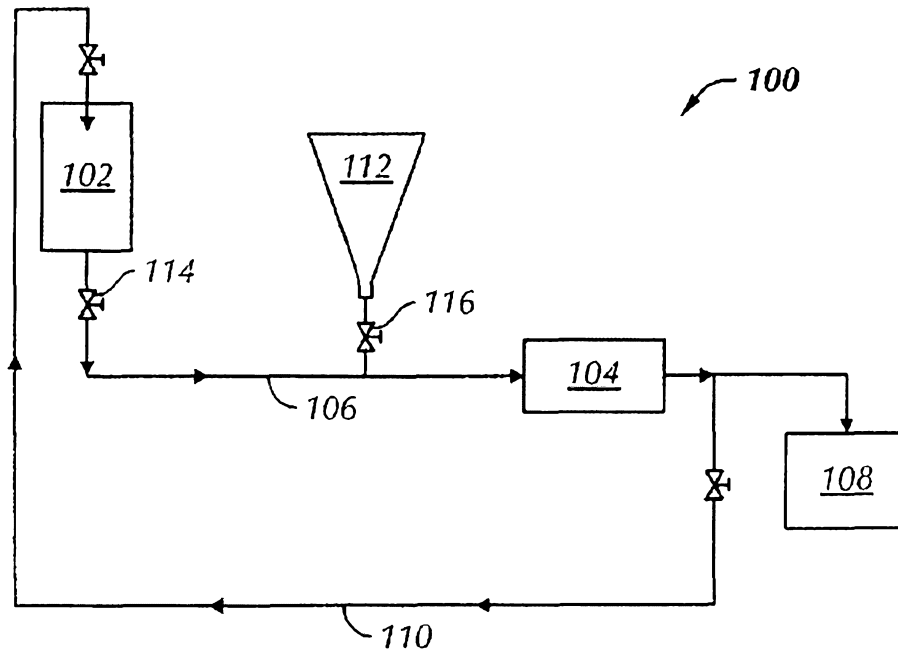


FIG. 1

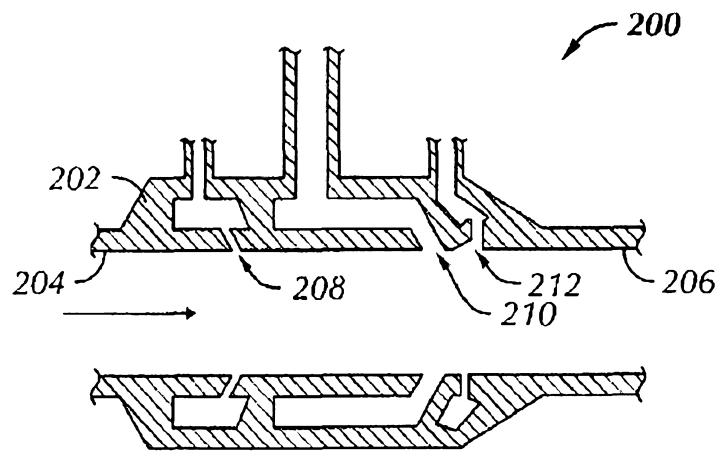
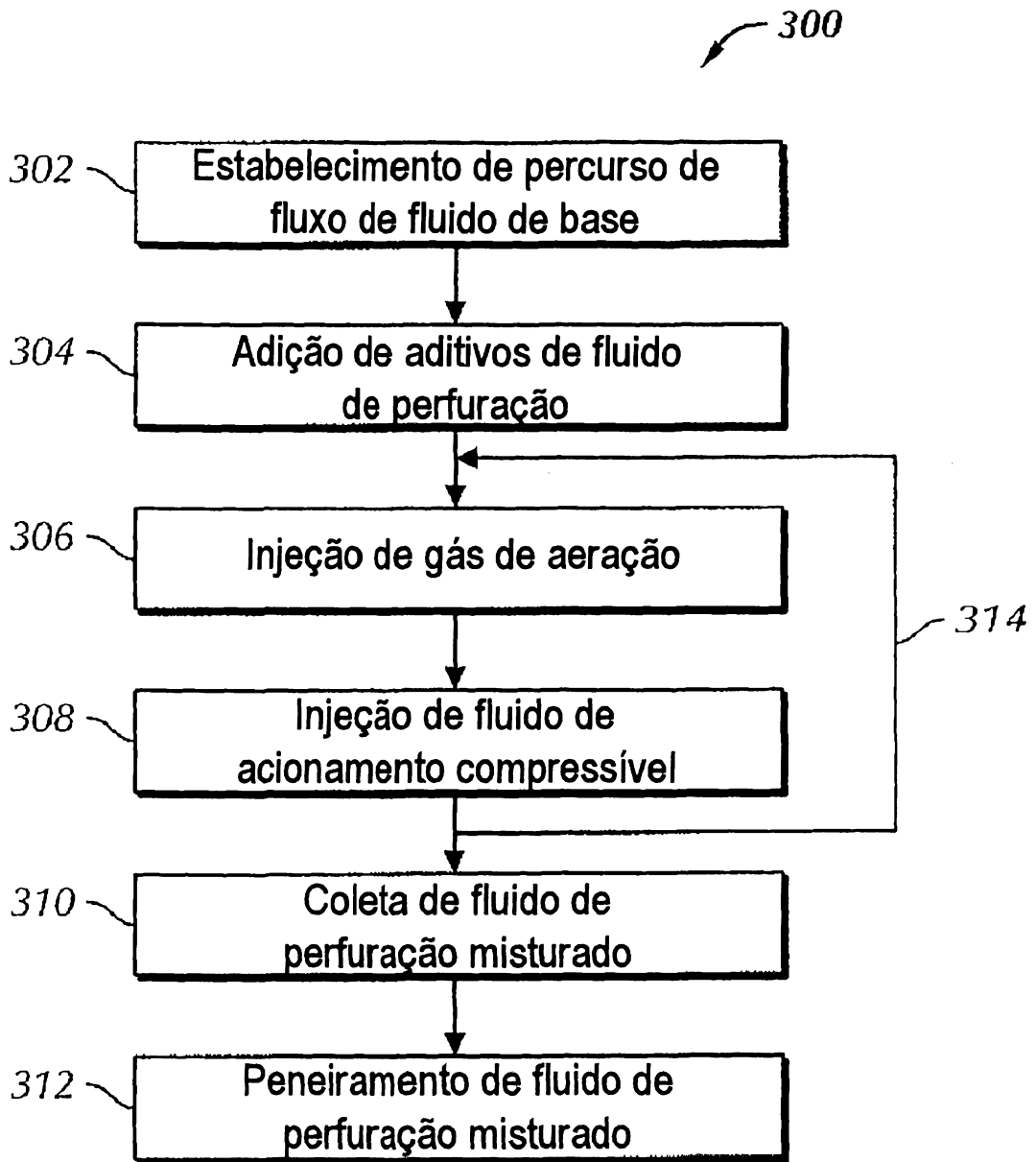


FIG. 2

**FIG. 3**

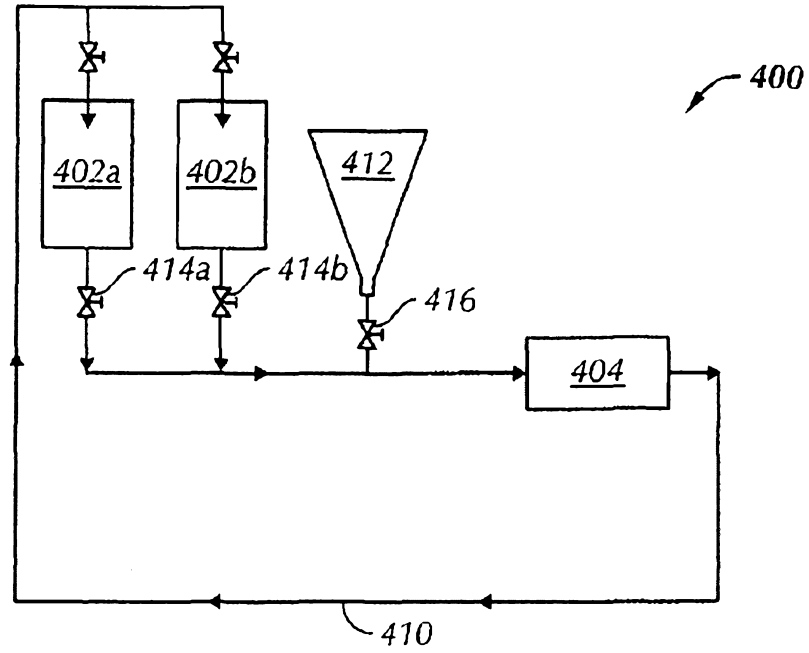


FIG. 4

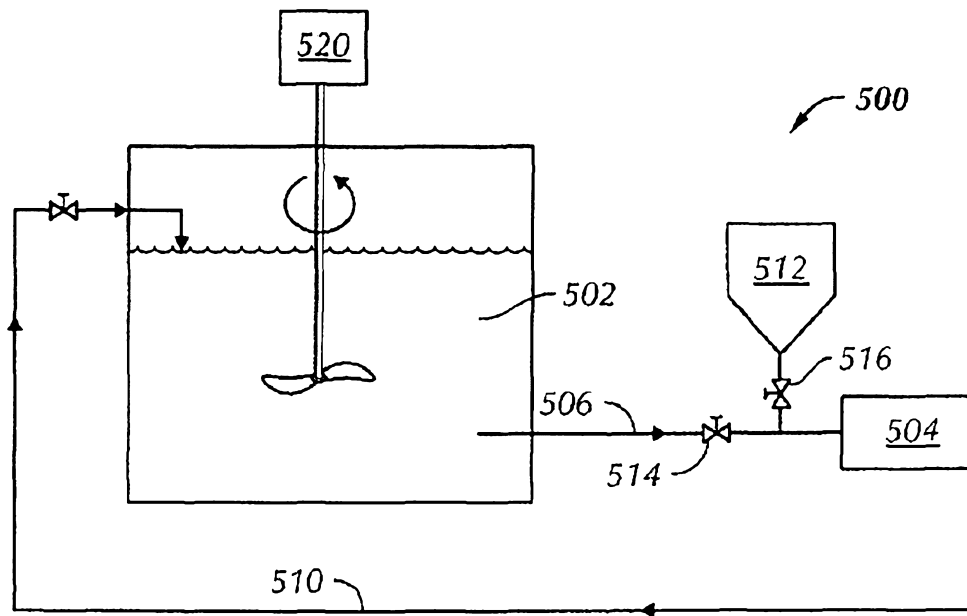


FIG. 5

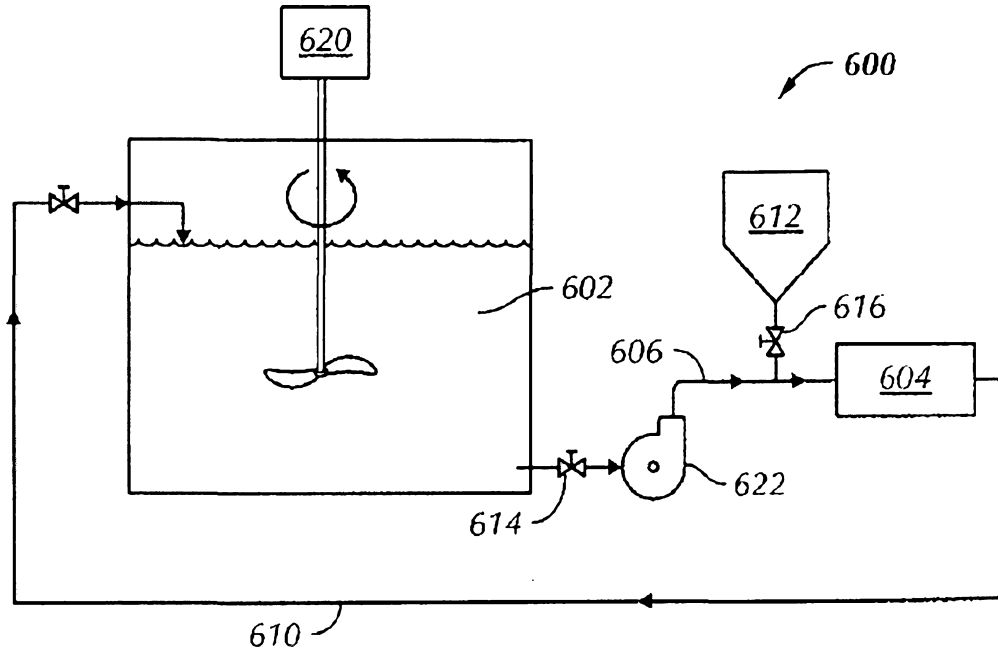


FIG. 6

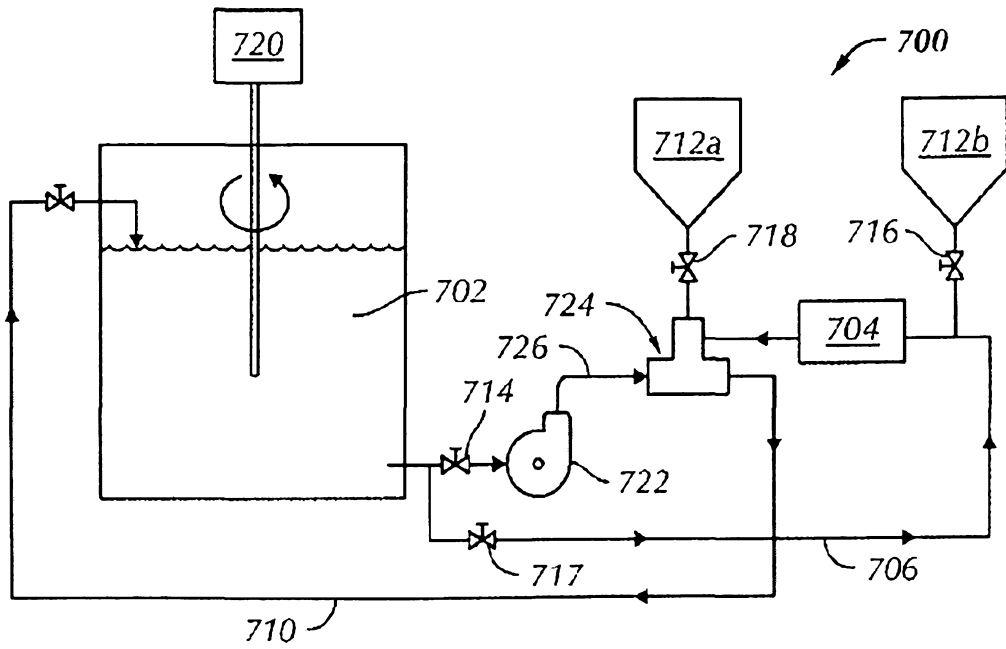


FIG. 7

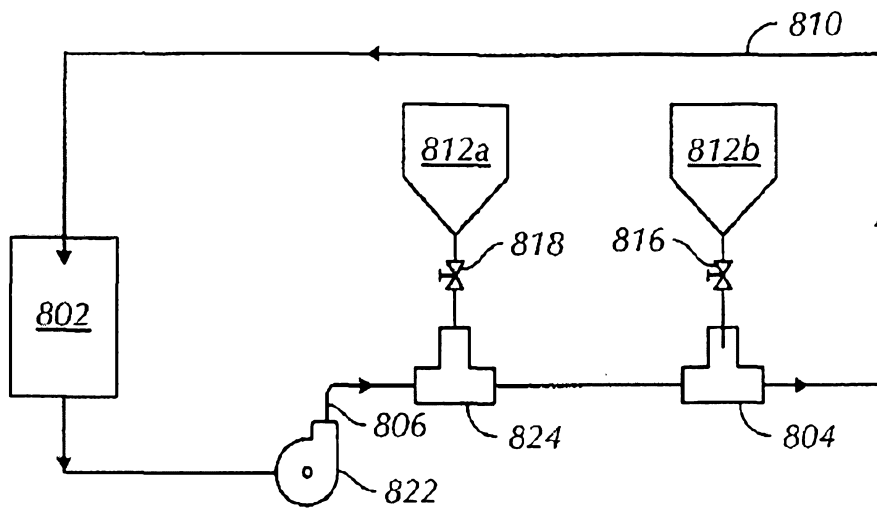


FIG. 8

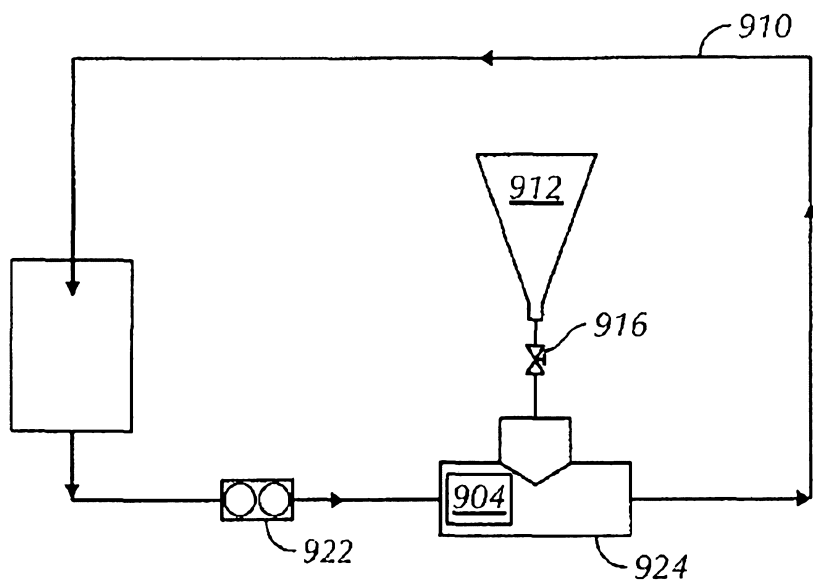


FIG. 9A

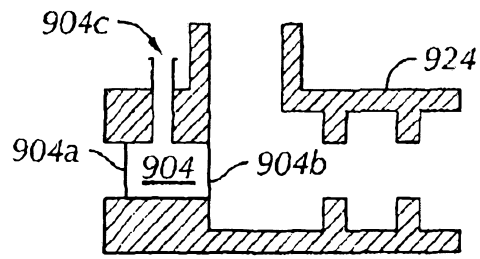


FIG. 9B

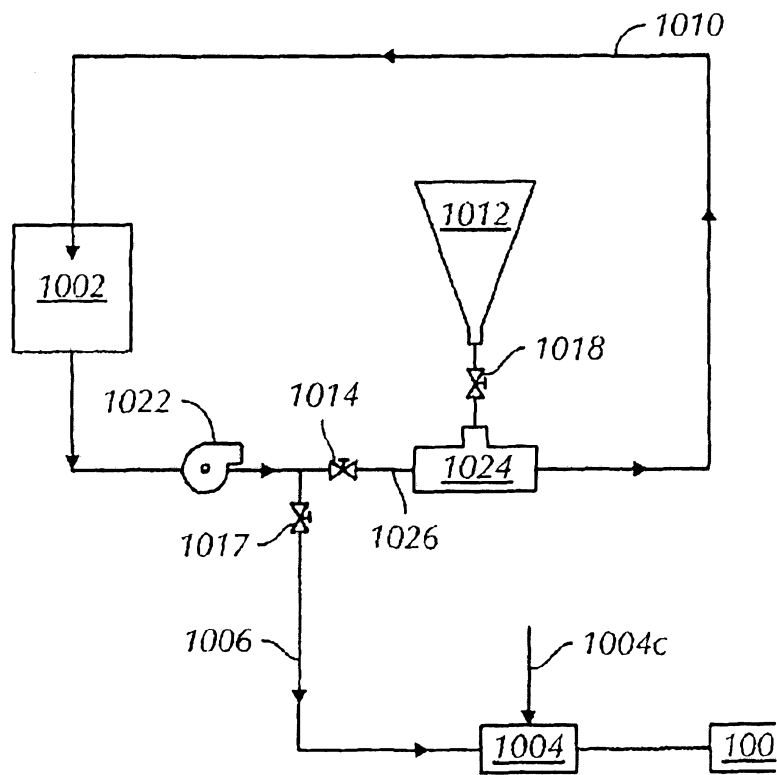


FIG. 10