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

(21) **PI0900725-3 A2**

BRPI0900725A2

(22) Data de Depósito: 24/03/2009
(43) Data da Publicação: 14/12/2010
(RPI 2084)

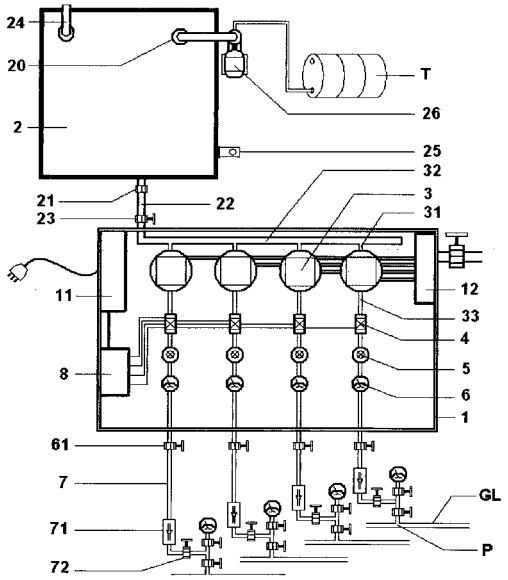
(51) Int.Cl.:
E21B 37/06
B08B 9/00

(54) Título: **SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO, MÉTODO DE INSTALAÇÃO E MÉTODO DE FUNCIONAMENTO**

(73) Titular(es): Multioil Comércio e Serviços Industriais Ltda

(72) Inventor(es): Alfredo Henrique Tinoco Ribeiro, Leonardo Carneiro Antonio

(57) Resumo: SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO, MÉTODO DE INSTALAÇÃO E METODO DE FUNCIONAMENTO. E relatado na presente invenção um sistema e métodos voltados para limpeza quimica de um poço produtor de petróleo que envolvem todos os seus componentes, desde uma coluna de produção, até as linhas de produção, linhas de transporte e demais equipamentos inerentes a este processo de produção de petróleo. O objetivo da presente invenção é alcançado por meio de um sistema que bombeia um produto químico diretamente em uma linha de gás utilizada em poços de petróleo para executar elevação artificial sem que aconteça uma interrupção de produção. Adicionalmente, o sistema e os métodos da presente invenção também podem ser empregados em poços que tenham uma linha de álcool.



PI0900725-3

SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO, MÉTODO DE INSTALAÇÃO E MÉTODO DE FUNCIONAMENTO

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção encontra-se no campo dos sistemas e dos métodos para limpeza química de poços produtores de petróleo. Mais particularmente para limpeza química desde a coluna de produção até os equipamentos de tratamento de petróleo produzido. Mais especificamente em poços produtores que utilizam um sistema de elevação por gás ("gas-lift").

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Um sistema de extração e produção de petróleo pode variar de acordo com a formação geológica do reservatório.

Após ser determinada a localização de um reservatório, um poço é perfurado com a utilização de uma sonda, ou torre de perfuração.

Se uma quantidade de gás que se encontre acumulado no reservatório for grande o suficiente, a pressão exercida por esse gás expulsa naturalmente o petróleo do reservatório, bastando para isso que seja instalada uma tubulação que comunique este reservatório com o meio externo por meio de um poço. Esses poços são conhecidos como surgentes.

Pode ser, também, que a pressão no reservatório seja muito fraca, ou mesmo nula. Neste caso é necessário que o poço sofra uma intervenção externa para que o petróleo do reservatório seja extraído.

Essa intervenção compreende meios como a injeção de gás no poço ou o deslocamento mecânico do petróleo por meio de bombas e unidades de bombeio (cavalos de pau). Esses poços são conhecidos como produtores por elevação artificial.

A produção de um poço se inicia após a conclusão física do mesmo, isto é, após a completação e interligação dele às demais unidades da

planta de produção. A partir deste procedimento inicial, o petróleo é produzido e escoado para unidades de armazenamento para posterior transporte para as unidades de refino.

O transporte na indústria petrolífera pode ser realizado por oleodutos, gasodutos, navios petroleiros e terminais marítimos.

Durante o processo de produção que inclui a extração do petróleo do reservatório, a elevação até a superfície e a purificação deste petróleo, diversos resíduos são formados devido a processos físicos e químicos.

Esses resíduos se depositam ao longo dos componentes das instalações como por exemplo, a coluna de produção, as linhas de produção, linhas de transporte e demais equipamentos inerentes ao processo.

A deposição desses resíduos reduz o diâmetro interno das tubulações envolvidas ocasionando perdas de carga, que podem ser localizadas ou distribuídas, com reflexo imediato na quantidade de petróleo produzido. Em casos mais graves pode ocorrer a obstrução total de uma tubulação.

Dos resíduos mencionados logo acima, podem ser destacados como mais comuns: a aglomeração de parafinas e asfaltenos, depósitos de carbonato de cálcio e deposições de sulfato de bário. Não deve ser negligenciada a necessidade de proceder a uma desestabilização de emulsão óleo/água.

Dentro da técnica, vários métodos, equipamentos e sistemas, têm sido empregados no sentido de promover a remoção destes depósitos tanto das linhas de produção como da coluna de produção.

Os procedimentos podem ser mecânicos, como por exemplo, a passagem de escovas ou raspadores, conhecidos pelo termo em língua inglesa "*pig*", nas linhas de produção, ou uso de tubos helicoidais (flex-tubo), assim como a utilização de sondas para intervenção, com limpeza mecânica ou química, na coluna de produção.

Outros métodos combinam o emprego de substâncias químicas que são injetadas no interior do poço, para que dissolvam os depósitos até um ponto que seja possível completar a remoção com raspadores sem o risco destes últimos ficarem presos a acúmulos muito grandes em um local do interior de uma tubulação.

Os métodos acima citados têm características em comum, quais sejam: normalmente é necessária a interrupção da produção, são onerosos e não agem sobre os equipamentos de superfície.

Em outro aspecto, há, também, a limpeza dos equipamentos de superfície que normalmente envolve a não só a interrupção da produção como a abertura destes equipamentos, como por exemplo, separadores de produção, permutadores e dessalgadoras, operação que demanda tempo e onera o processo.

A limpeza destes equipamentos de superfície é feita por meios mecânicos, como jateamento por exemplo, e a retirada do resíduo é feita de forma manual ou em alguns casos, com a vaporização dos equipamentos. De qualquer forma, o procedimento também implica em parada de produção.

Um outro fato é a necessidade de estabelecimento de uma periodicidade nas operações de limpeza e remoção de depósitos.

Em termos de equipamentos adicionais para que esses meios mecânicos possam ser implementados, por exemplo, são instalados receptáculos para lançamento e recebimento dos equipamentos raspadores e equipamentos extras de monitoração das condições de escoamento, para que programações sejam agendadas e seguidas, de acordo com o intervalo de tempo operacional calculado. Para qualquer destes fatos, continua a existir a inevitável parada de produção.

Em casos onde os reservatórios se encontram sob o leito submerso, algumas causas naturais se transformam em fator complicador. Uma delas é a diferença de temperatura entre o reservatório no sub-solo e a lâmina

d'água. Como a extração no mar, conhecida pelo termo em inglês "offshore", é feita hoje em dia em profundidades que chegam a ultrapassar dois mil metros, próximo ao leito submerso a água encontra-se a uma temperatura, em geral em torno de quatro graus centígrados, e o petróleo enfrenta um choque térmico ao passar do reservatório para o interior da tubulação ascendente (riser). Este choque térmico aumenta naturalmente a viscosidade do petróleo que encontra dificuldade em escoar favorecendo a precipitação e deposição de material indesejado ao longo das paredes internas da tubulação, restringindo o diâmetro interno, que implica em um decréscimo no volume de produção.

A técnica tentou solucionar esse problema com o uso de aquecedores internos ao revestimento já existente nas tubulações, ou com camadas maiores de revestimento térmico e, mesmo, sobre-revestimentos térmicos.

A consequência foi um aumento de peso destas tubulações, que aumentou o risco de estresse estrutural, tanto nelas próprias quanto nos equipamentos que as sustentavam em uma plataforma. Com isso, novas pesquisas precisaram ser desenvolvidas nestes equipamentos para compensação dos efeitos do aumento de peso.

Adicionalmente, torna-se necessário o uso de bombas com maior capacidade, ou em maior número que, da mesma forma, criam um comprometimento tanto em relação a peso, quanto ao escasso espaço físico de uma plataforma.

Ainda não foi conseguido pela técnica um sistema e um método que sejam capazes de promover uma limpeza, não só nas tubulações diretamente ligadas ao poço como nos equipamentos de tratamento posteriores ao procedimento de extração, que necessariamente não obrigue a uma parada de produção, que seja de fácil implementação e de baixo custo.

TÉCNICA RELACIONADA

A técnica relacionada pode ser acompanhada nos documentos a seguir citados e incorporados como referência:

O documento PI 0203422-0 (Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras) apresenta um equipamento (pig) destinado a ser enviado pelo interior de uma tubulação de diâmetro variável impulsionado por um fluido que escoa dentro da referida tubulação. O equipamento apresenta um corpo cilíndrico alongado em material polimérico espumado com uma pluralidade de canais profundos espaçados entre si, os quais se estendem helicoidalmente ao longo do comprimento do corpo cilíndrico do pig, começando próximos a uma das extremidades do corpo e terminando próximos a outra extremidade. Estas extremidades apresentam um formato substancialmente tronco cônico dando lhe um aspecto simétrico. Pelo interior do corpo cilíndrico do pig são inseridos elementos estruturais e limpadores.

O documento US 7,377,283 B2 (BJ Services Company), apresenta um método e um instrumento para a de limpeza de um furo de poço que inclui a passagem de um conjunto de tubos helicoidais (flex-tubo) no poço, de forma a criar um vórtex de fluido de limpeza por meio dos helicoides do tubo, e puxando esse tubo para fora do furo de poço em uma velocidade suficiente para limpar substancialmente sólidos depositados. O instrumento serve para limpeza de poços verticais, horizontais, ou poços afastados.

O documento US 4,132,270 (Exxon Production Research Company) apresenta um método de proteger obturadores, válvulas, válvulas de injeção de gás, luvas, mandris laterais, "plugues" recuperáveis situados em qualquer lugar em um poço de partículas depositadas, por meio da formação de uma coluna de um líquido protetor que tem uma densidade pelo menos de, aproximadamente, 3.0 gramas por mililitro em contacto com estes equipamentos e que estende acima destes equipamentos. O líquido protetor serve como uma barreira para impedir que partículas que

tenham uma densidade menor do que a densidade do líquido se incrustem em torno destes equipamentos ou em espaços entre componentes destes equipamentos onde podem causar problemas operacionais.

O documento US 4,347,899 (Mobil Oil Corporation) apresenta uma composição para tratamento de um poço que é injetada neste durante as operações de "gas-lift" por meio da colocação de uma válvula operada por diferencial de pressão colocada em um ponto mais baixo que a válvula de fluxo de "gas-lift" e que mantenha uma quantidade de líquido da composição química no espaço anular para, quando da abertura desta válvula, permita que a composição química passe para o interior da coluna de produção.

De um modo geral, a técnica se concentra ainda em métodos mecânicos para limpeza e prevenção de depósitos, no entanto, esses métodos têm como alvo principal a coluna de produção. Mesmo em se tratando de utilização de produto químico, como é o caso do documento US 4,347,899, é observada a necessidade de acumular líquido dentro do furo do poço e a implementação de mais uma válvula, Esta válvula adicional, caso apresente mal funcionamento, gera consequências operacionais grandes já que a substituição obriga a uma parada de produção e, como se encontra no ponto mais baixo do poço, teria que ser utilizada uma sonda para uma operação conhecida como pescaria, operacionalmente complicada e onerosa. De qualquer forma, o foco da operação de limpeza e desobstrução ainda permanece somente sobre a coluna de produção.

Seria desejável um sistema e um método para limpeza que fosse de fácil implementação, aproveitasse todas as facilidades existentes na unidade de produção, compacto e de fácil transporte, que alcançasse não só a coluna de produção, como as linhas de produção, linhas de transporte, assim como demais equipamentos inerentes ao processo, que tenha a possibilidade de dimensionamento de acordo com as

características do resíduo a ser removido, do produto a ser utilizado para o tratamento e das informações das características do próprio poço a ser tratado.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É objetivo da presente invenção, um sistema e métodos voltados para limpeza química de um poço produtor de petróleo que envolvem todos os seus componentes, desde uma coluna de produção, até as linhas de produção, linhas de transporte e demais equipamentos inerentes a este processo de produção de petróleo. O sistema da presente invenção, apresenta fácil implementação, aproveita todas as facilidades existentes na unidade de produção, é compacto, de fácil transporte e apresenta simplicidade e flexibilidade em ser customizado, a partir do conhecimento das características do resíduo a ser removido, do produto usado para o tratamento e das informações sobre as características do próprio poço a ser tratado.

O objetivo da presente invenção é alcançado por meio de um sistema composto basicamente no bombeio de um produto químico que é injetado diretamente em uma linha de gás conhecida na técnica como linha de "gas-lift", utilizada em poços de petróleo para executar elevação artificial. Adicionalmente, o sistema e os métodos da presente invenção também podem ser empregados em poços que tenham uma linha de álcool em vez de uma linha de "gas-lift", onde o produto químico de limpeza é carreado pelo álcool em vez de pelo gás.

O produto químico adequado às características do resíduo a ser removido chega até o fundo do poço onde se mistura ao petróleo produzido, este último é elevado pelo gás injetado com o produto sem necessidade de interromper a produção. O produto promove uma limpeza gradual por dissolução de depósitos acumulados ao longo das paredes internas de tubulações como a coluna de produção, linhas de produção, linhas de transporte e atinge os equipamentos de tratamento do petróleo

produzido após o poço. Como a dissolução é gradual, os resíduos que porventura chegam aos equipamentos não são suficientes para provocar um colapso nestes últimos ou, pelo menos, descontrolar a planta de produção.

O sistema e os métodos da presente invenção promovem um aumento no volume de produção devido à melhoria na capacidade de escoamento, antes prejudicado pelos depósitos acumulados, assim como requer menos esforço no bombeamento do petróleo, não só por recuperar a capacidade total de escoamento das tubulações envolvidas quanto, em caso de produção offshore, melhorar a viscosidade provocada pelo choque térmico assim que o petróleo sai do reservatório.

A presente invenção traz vantagens em relação à economia com energia, redução de gastos com manutenção e a quase eliminação do binômio hora parada "versus" petróleo que poderia estar sendo produzido, por exemplo.

O sistema e os métodos que são apresentados pela presente invenção substituem com vantagem as limpezas mecânicas até então praticadas, e apresenta vantagens em relação às limpezas químicas até então realizadas, pois de forma alguma requer que a produção de petróleo seja interrompida.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

As características do sistema e dos métodos para limpeza química de poços produtores de petróleo, objetos da presente invenção, serão mais bem compreendidas a partir da descrição detalhada que se fará a seguir, a mero título de exemplo, associada aos desenhos abaixo referenciados, os quais são parte integrante do presente relatório.

A Figura 1 é uma representação, de uma possível concretização para o sistema da presente invenção onde uma bomba dosadora bombeia produto químico para cada poço.

A Figura 2 é uma representação esquemática do sistema da

presente invenção onde uma bomba dosadora (3) bombeia produto químico para um número determinado de poços.

A Figura 3 é uma representação esquemática do sistema da presente invenção onde uma única bomba dosadora (3) bombeia produto químico para todos os poços.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A descrição detalhada do sistema e dos métodos para limpeza química de poços produtores de petróleo, será feita de acordo com a identificação dos componentes que o formam, com base nas figuras acima descritas.

Todo e qualquer poço não surgente e que seja estimulado por "gas-lift", a partir de uma plataforma quando a unidade de produção for no mar ("offshore"), ou de uma base satélite quando a unidade de produção for em terra ("onshore"), possui sua respectiva linha de "gas-lift" diretamente ligada à sua coluna de produção. Em geral, a ligação destas linhas citadas acima é feita por meio de válvulas alojadas na coluna de produção em profundidades variadas.

Trata a presente invenção de um sistema e métodos voltados para limpeza química de um poço produtor de petróleo que envolvem todos os seus componentes de produção desde uma coluna de produção, como das linhas de produção, linhas de transporte e demais equipamentos inerentes a este processo de produção de petróleo que fácil implementação, aproveita todas as facilidades existentes na unidade de produção, compacto, de fácil transporte e apresenta simplicidade em ser dimensionado a partir do conhecimento das características do resíduo a ser removido, do produto usado para o tratamento e das informações sobre as características do próprio poço a ser tratado.

Adicionalmente, o sistema e os métodos da presente invenção também podem ser empregados em poços que tenham uma linha de álcool em vez de uma linha de "gas-lift", onde o produto químico de

limpeza é carreado pelo álcool em vez de pelo gás.

A presente invenção utiliza linhas que já existem nos poços que chegam até a coluna de produção e seus canhoneados sem a necessidade de implantação de umbilicais de serviço.

A mero título de simplificação e melhor entendimento, será abordado daqui por diante, o emprego tanto do sistema quanto dos métodos sobre um poço produtor estimulado por uma linha de "gas-lift".

O princípio da presente invenção baseia-se na injeção dos produtos químicos para limpeza interna do poço na linha de "gas-lift" com um proporcionamento controlado, contínuo e sem interromper a produção do poço, de forma que o próprio gás injetado para elevação seja veículo para o transporte deste produto através das longas distâncias que separam a coluna de produção das instalações superficiais de escoamento.

Desta forma, ao estimular a elevação, o produto químico se mistura com o petróleo e passa a escoar junto com este último e promove, gradativa e continuadamente as ações desejadas de remoção de incrustações e limpeza por todas as unidades por onde o petróleo escoar.

O sistema pode ser empregado em poços terrestres, poços submarinos equipados com instalações submersas (árvore de natal molhada) e poços submarinos equipados com instalações na plataforma ou unidade flutuante (árvore de natal seca).

Em poços submarinos, uma vez que o produto é misturado ao petróleo e escoa junto com este último, como já foi dito, adicionalmente, promove a diminuição da ocorrência de aumento de viscosidade do petróleo devido à baixa temperatura do leito submerso em grandes profundidades, principal responsável pela precipitação de hidratos.

O sistema da presente invenção apresenta flexibilidade de trabalho compatível com a maioria das operações de tratamento para poços para remoção, por exemplo, de parafina, asfaltenos, carbonato de cálcio, sulfato de cálcio, sulfato de bário, etc., com possibilidade de injeção de produtos

químicos para tratamento que podem ser escolhidos entre: anti-espumantes, desemulsificantes, anti-incrustantes, biocidas, inibidores de parafinas, inibidores de corrosão e inibidores de hidratos, entre outros.

Com o auxílio da Figura 1, pode ser notado que o sistema da presente invenção compreende em uma possível concretização:

- uma estrutura (1) de acondicionamento e transporte, substancialmente em forma de caixa vazada, serve para alojar os componentes do sistema e apresenta um fundo em forma de bandeja para contenção de possíveis gotejamentos;
- um reservatório (2) para produto químico a ser injetado, separado da estrutura (1), com capacidade mínima de pelo menos dois tambores comerciais de produto químico, apresenta um bocal (20) em sua parte superior, uma conexão (21) para escoamento do produto químico armazenado localizado na parte inferior, um mangote de alimentação (22) provido de um registro (23) do tipo gaveta para interrupção de fluxo, um suspiro (24) para evitar uma ocorrência de sub-pressão e um visor de nível (25) de produto químico;
- pelo menos uma bomba dosadora (3), fixada rigidamente ao fundo da estrutura (1), de desempenho operacional capaz de vencer a pressão dinâmica ou estática da linha de "gas-lift" (GL), com força motriz que pode ser escolhida entre pneumática e elétrica, pode ter a ação de bombeio por meios que podem ser escolhidos entre pistão ou diafragma, tem sua admissão (31) ligada a um distribuidor de alimentação (32) que é conectado ao mangote de alimentação (22) do reservatório (2);
- pelo menos uma válvula eletrônica (4) de controle de vazão para cada bomba, ligada a seguir da expulsão (33) da bomba dosadora (3), serve para regular a vazão efetiva de produto químico bombeado pela bomba dosadora (3);
- pelo menos um medidor de vazão (5) instalado logo a seguir de cada válvula eletrônica (4) de controle de vazão, serve para informação sobre o

volume de produto químico bombeado pela bomba dosadora (3) e regulado pela válvula eletrônica (4);

- pelo menos um manômetro (6) instalado logo a seguir de cada medidor de vazão (5), serve para informação sobre a pressão de injeção de produto químico bombeado pela bomba dosadora (3) e regulado pela válvula eletrônica (4) e tem sua saída ligada a uma conexão de injeção (61) fixada à estrutura (1);

- pelo menos um mangote de injeção (7), responsável pelo transporte do volume de produto químico a ser injetado, é ligado por uma de suas extremidades à conexão de injeção (61) e, por sua outra extremidade ligado a uma válvula de retenção (71) que, por sua vez, é ligada a um registro de esfera (72), o qual se liga a um ponto (P) existente na linha de "gas-lift" (GL). O ponto (P) na linha de "gas-lift" também é conhecido na técnica pelo termo em inglês "choke".

- um controlador lógico programável (8) ligado a cada uma das válvulas eletrônicas (4) de controle de vazão existentes, serve para monitorar e comandar a abertura de cada válvula eletrônica (4) de controle de vazão para permitir a passagem de um volume de produto químico de acordo com as necessidades previamente estabelecidas em função das características do poço a ser tratado.

A estrutura (1), adicionalmente, acondiciona um quadro elétrico (11) para distribuição de energia elétrica aos equipamentos que utilizam esse tipo de energia e um quadro pneumático (12) para interligação entre uma fonte de ar comprimido e equipamentos acionados por esse tipo de força motriz.

O quadro elétrico (11) é ligado a uma fonte de energia elétrica fornecida pela unidade de produção. O quadro pneumático (12) é ligado a uma fonte de ar comprimido fornecido pela unidade de produção.

O reservatório (2) é enchido com o produto químico de tratamento desde um tambor (T) por meio de uma bomba auxiliar (26).

O reservatório (2), alternativamente, pode ser o próprio tambor (T) de produto químico.

Como já foi dito, a bomba dosadora (3) pode ter como força motriz, energia que pode ser escolhida entre elétrica e pneumática. Apenas a título de exemplo, as bombas dosadoras (3) aqui ilustradas utilizam força motriz pneumática.

As bombas dosadoras (3) trabalham em regime de afogamento, ou seja, o fundo do reservatório (2) de produtos químicos está, pelo menos, no nível da admissão (31) da bomba dosadora (3).

De acordo com o número de poços, o arranjo de bombeio de produto químico pode ser escolhido entre uma bomba dosadora (3) bombeando produto químico para um poço, como mostrado na Figura 1; uma bomba dosadora (3) bombeando produto químico para um número determinado de poços, que pode ser observado com a Figura 2; e uma única bomba dosadora (3) bombeando produto químico para todos os poços como pode ser acompanhado com o auxílio da Figura 3.

Em situações operacionais onde existem uma bomba dosadora (3) para um número determinado de poços (Figura 2) e de apenas uma bomba dosadora (3) para todos os poços (Figura 3), é ligado à expulsão da bomba dosadora (3) uma rede de distribuição de líquido ("manifold"), em número de ramais (R) igual ao número de poços a serem tratados e, em cada ramal (R), são instalados os equipamentos de controle de volume e monitoração como se fosse para um poço apenas.

A pressão de bombeio de produto químico deve exceder em, pelo menos, 1% a pressão de operação da linha de "gas-lift" (GL).

A válvula de retenção (71) fixada em uma das extremidades do mangote de injeção (7) serve para prevenir o retorno de produto químico ao sistema nos casos de sobrepressão da linha de "gas-lift" ou perda de pressão de bombeamento de produto químico por algum problema no sistema.

O ponto (P) de injeção de produtos químicos na linha de "gas-lift" (GL) tem sua localização escolhida antes de regiões onde ocorrem turbulências como curvas, por exemplo, para que a turbulência promova uma íntima mistura do produto químico com o gás, resultando em um efeito de vaporização.

O método de instalação compreende os seguintes passos:

- posicionar a estrutura (1) de acordo com o local de instalação;
- posicionar o reservatório (2) de acordo com o local de instalação;
- interligar o mangote de alimentação (22) do reservatório (2) ao distribuidor de alimentação (32) conectado à bomba dosadora (3);
- interligar o sistema ao ponto (P) de injeção na linha de "gas-lift" (GL) por meio do mangote de injeção (7);
- interligar o quadro elétrico (11) a uma fonte de energia elétrica fornecida pela unidade de produção;
- interligar o quadro pneumático (12) a uma fonte de ar comprimido fornecida pela unidade de produção;
- transferir o produto químico a ser utilizado dos tambores (T) para o reservatório (2) por meio da bomba auxiliar (26);
- abrir o registro (23) do mangote de alimentação (22);
- acionar o controlador lógico programável (8);
- acionar a bomba dosadora (3);
- verificar a estanqueidade das interligações de fluido;
- verificar o valor da pressão de trabalho no manômetro (6);
- abrir o registro de esfera (72) no ponto (P) de injeção na linha de "gas-lift" (GL).

O sistema da presente invenção, após devidamente instalado segundo acima explicado, tem um método de funcionamento de acordo com as seguintes etapas que se cumprem com o poço em regime de plena operação:

- com o sistema ativado, abre-se o registro de esfera (72) ligado ao ponto

(P) de injeção na linha de "gas-lift" (GL) do poço a ser tratado;

- como a pressão de bombeio é maior que a pressão de gás dentro da linha de "gas-lift", o produto químico é injetado pelo interior desta última e é pulverizado devido ao fluxo de gás em regime turbulento;

- o gás e o produto químico formam uma mistura homogênea que é conduzida pelo espaço anular do poço até alcançar o interior da coluna de produção;

- ao alcançar o interior da coluna de produção, o produto químico se mistura com o petróleo que passa a ser o carreador e disseminador do produto por todas as tubulações e equipamentos de produção seguintes;

- ao entrar em contato com o resíduo depositado nas paredes internas da coluna de produção, o produto químico começa a reagir e, gradativamente, devido à concentração determinada, começa a amolecer este resíduo e desgastá-lo em camadas até a remoção estar completa, sem desprender placas de resíduo que poderiam descontrolar a planta de processo, como se fosse uma ferramenta líquida;

- o produto químico que flui dissolvido com o petróleo impede que haja nova deposição de resíduo ao longo da parede interna da coluna de produção;

- a mistura de petróleo com o produto químico passa pela coluna de produção que, por estar limpa, não desgasta o produto químico e começa então a reagir no interior da linha de produção da mesma forma que no interior da coluna de produção;

- após a limpeza da linha de produção, a mistura de petróleo com o produto químico passa pela coluna de produção e pela linha de produção sem desgaste do produto químico que começa então a reagir no interior dos equipamentos, como os separadores de produção, permutadores, dessalgadoras entre outros;

- ao longo do procedimento de limpeza, a eficiência é aferida por meio da indicação da diminuição da contrapressão em todo o circuito produtor,

resultante do maior volume de escoamento e da diminuição da chegada de resíduos nos filtros dos equipamentos de tratamento do petróleo elevado;

- a partir da estabilização dos parâmetros de processo originais ou próximos dos originais, resultantes da efetiva limpeza de todo o circuito produtivo, ainda com o sistema de injeção de "gas-lift" em plena operação, é fechado o registro de esfera (72) ligado ao ponto (P) de injeção na linha de "gas-lift" (GL) e, a seguir, proceder à desinstalação do sistema.

Embora a presente invenção tenha sido descrita em sua forma de realização preferida, o conceito principal que norteia a presente invenção que é um sistema e métodos voltados para limpeza química de um poço produtor de petróleo que envolvem todos os seus componentes, desde uma coluna de produção, como das linhas de produção, linhas de transporte e demais instalações e equipamentos inerentes a este processo de produção de petróleo, se mantém preservado quanto ao seu caráter inovador, onde aqueles usualmente versados na técnica poderão vislumbrar e praticar variações, modificações, alterações, adaptações e equivalentes, cabíveis e compatíveis ao meio de trabalho em questão, sem, contudo se afastar da abrangência do espírito e escopo da presente invenção, que estão representados pelas reivindicações que se seguem.

REIVINDICAÇÕES

1 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO caracterizado por compreender:

- uma estrutura (1) de acondicionamento e transporte, substancialmente em forma de caixa vazada, serve para alojar os componentes do sistema e apresenta um fundo em forma de bandeja para contenção de possíveis gotejamentos;

- um reservatório (2) para produto químico a ser injetado, separado da estrutura (1), com capacidade mínima de pelo menos dois tambores comerciais de produto químico, apresenta um bocal (20) em sua parte superior, uma conexão (21) para escoamento do produto químico armazenado localizado na parte inferior, um mangote de alimentação (22) provido de um registro (23) do tipo gaveta para interrupção de fluxo, um suspiro (24) para evitar uma ocorrência de sub-pressão e um visor de nível (25) de produto químico;

- pelo menos uma bomba dosadora (3), fixada rigidamente ao fundo da estrutura (1), de desempenho operacional capaz de vencer a pressão dinâmica ou estática da linha de "gas-lift" (GL), com força motriz que pode ser escolhida entre pneumática e elétrica, pode ter a ação de bombeio por meios que podem ser escolhidos entre pistão ou diafragma, tem sua admissão (31) ligada a um distribuidor de alimentação (32) que é conectado ao mangote de alimentação (22) do reservatório (2);

- pelo menos uma válvula eletrônica (4) de controle de vazão para cada bomba, ligada a seguir da expulsão (33) da bomba dosadora (3), serve para regular a vazão efetiva de produto químico bombeado pela bomba dosadora (3);

- pelo menos um medidor de vazão (5) instalado logo a seguir de cada válvula eletrônica (4) de controle de vazão, serve para informação sobre o volume de produto químico bombeado pela bomba dosadora (3) e regulado pela válvula eletrônica (4);

- pelo menos um manômetro (6) instalado logo a seguir de cada medidor de vazão (5), serve para informação sobre a pressão de injeção de produto químico bombeado pela bomba dosadora (3) e regulado pela válvula eletrônica (4) e tem sua saída ligada a uma conexão de injeção (61) fixada à estrutura (1);

- pelo menos um mangote de injeção (7), responsável pelo transporte do volume de produto químico a ser injetado, é ligado por uma de suas extremidades à conexão de injeção (61) e, por sua outra extremidade ligado a uma válvula de retenção (71) que, por sua vez, é ligada a um registro de esfera (72), o qual se liga a um ponto (P) existente na linha de "gas-lift" (GL);

- um controlador lógico programável (8) ligado a cada uma das válvulas eletrônicas (4) de controle de vazão existentes, serve para monitorar e comandar a abertura de cada válvula eletrônica (4) de controle de vazão para permitir a passagem de um volume de produto químico de acordo com as necessidades previamente estabelecidas em função das características do poço a ser tratado.

2 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** adicionalmente, a estrutura (1) acondicionar um quadro elétrico (11) para distribuição de energia elétrica aos equipamentos que utilizam esse tipo de energia e um quadro pneumático (12) para interligação entre uma fonte de ar comprimido e equipamentos acionados por esse tipo de força motriz.

3 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o quadro elétrico (11) ser ligado a uma fonte de energia elétrica fornecida pela unidade de produção e o quadro pneumático (12) ser ligado a uma fonte de ar comprimido fornecido pela unidade de produção.

4 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o

reservatório (2) ser enchido com o produto químico de tratamento desde um tambor (T) por meio de uma bomba auxiliar (26).

5 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o reservatório (2) ser o próprio tambor (T) de produto químico.

6 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a bomba dosadora (3) poder ter como força motriz, energia que pode ser escolhida entre elétrica e pneumática.

7 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** as bombas dosadoras (3) trabalharem em regime de afogamento, onde o fundo do reservatório (2) de produtos químicos está, pelo menos, no nível da admissão (31) da bomba dosadora (3).

8 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** de acordo com o número de poços, o arranjo de bombeio de produto químico poder ser escolhido entre uma bomba dosadora (3) bombeando produto químico para um poço; uma bomba dosadora (3) bombeando produto químico para um número determinado de poços; e uma única bomba dosadora (3) bombeando produto químico para todos os poços.

9 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** em situações operacionais onde existem uma bomba dosadora (3) para um número determinado de poços e de apenas uma bomba dosadora (3) para todos os poços, ser ligado à expulsão da bomba dosadora (3) uma rede de distribuição de líquido ("manifold"), em número de ramais (R) igual ao número de poços a serem tratados e, em cada ramal (R), serem instalados os equipamentos de controle de volume e monitoração como se fosse para um poço apenas.

10 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a pressão de bombeio de produto químico exceder em, pelo menos, 1% a pressão de operação da linha de "gas-lift" (GL).

11 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a válvula de retenção (71) fixada em uma das extremidades do mangote de injeção (7) servir para prevenir o retorno de produto químico ao sistema nos casos de sobrepressão da linha de "gas-lift" e nos casos de perda de pressão de bombeamento de produto químico.

12 - SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o ponto (P) de injeção de produtos químicos na linha de "gas-lift" (GL) ter sua localização escolhida antes de regiões onde ocorrem turbulências para que a turbulência promova uma íntima mistura do produto químico com o gás, resultando em um efeito de vaporização.

13 – MÉTODO DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado por** compreender os seguintes passos:

- posicionar a estrutura (1) de acordo com o local de instalação;
- posicionar o reservatório (2) de acordo com o local de instalação;
- interligar o mangote de alimentação (22) do reservatório (2) ao distribuidor de alimentação (32) conectado à bomba dosadora (3);
- interligar o sistema ao ponto (P) de injeção na linha de "gas-lift" (GL) por meio do mangote de injeção (7);
- interligar o quadro elétrico (11) a uma fonte de energia elétrica fornecida pela unidade de produção;
- interligar o quadro pneumático (12) a uma fonte de ar comprimido fornecida pela unidade de produção;
- transferir o produto químico a ser utilizado dos tambores (T) para o

reservatório (2) por meio da bomba auxiliar (26);

- abrir o registro (23) do mangote de alimentação (22);
- acionar o controlador lógico programável (8);
- acionar a bomba dosadora (3);
- verificar a estanqueidade das interligações de fluido;
- verificar o valor da pressão de trabalho no manômetro (6);
- abrir o registro de esfera (72) no ponto (P) de injeção na linha de "gas-lift" (GL).

14 – MÉTODO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado por** compreender as seguintes etapas que se cumprem com o poço em regime de plena operação:

- com o sistema ativado, abre-se o registro de esfera (72) ligado ao ponto (P) de injeção na linha de "gas-lift" (GL) do poço a ser tratado;
- como a pressão de bombeio é maior que a pressão de gás dentro da linha de "gas-lift", o produto químico injetado pelo interior desta última é pulverizado devido ao fluxo de gás em regime turbulento;
- o gás e o produto químico formam uma mistura homogênea que é conduzida pelo espaço anular do poço até alcançar o interior da coluna de produção;
- ao alcançar o interior da coluna de produção, o produto químico se mistura com o petróleo que passa a ser o carreador e disseminador do produto por todas as tubulações e equipamentos de produção seguintes;
- ao entrar em contato com o resíduo depositado nas paredes internas da coluna de produção, o produto químico começa a reagir e, gradativamente, devido à concentração determinada, começa a amolecer este resíduo e desgastá-lo em camadas até a remoção estar completa como se fosse uma ferramenta líquida;
- o produto químico que flui dissolvido com o petróleo impede que haja nova deposição de resíduo ao longo da parede interna da coluna de

produção;

- a mistura de petróleo com o produto químico passa pela coluna de produção que, por estar limpa, não desgasta o produto químico e começa então a reagir no interior da linha de produção da mesma forma que no interior da coluna de produção;

- após a limpeza da linha de produção, a mistura de petróleo com o produto químico passa pela coluna de produção e pela linha de produção sem desgaste do produto químico que começa então a reagir no interior dos equipamentos;

- ao longo do procedimento de limpeza, a eficiência é aferida por meio da indicação da diminuição da contrapressão em todo o circuito produtor e da diminuição da chegada de resíduos nos filtros dos equipamentos de tratamento do petróleo elevado;

- a partir da estabilização dos parâmetros de processo originais ou próximos dos originais, resultantes da efetiva limpeza de todo o circuito produtivo, ainda com o sistema de injeção de "gas-lift" em plena operação, fecha-se o registro de esfera (72) ligado ao ponto (P) de injeção na linha de "gas-lift" (GL) e, a seguir, procede-se à desinstalação do sistema.

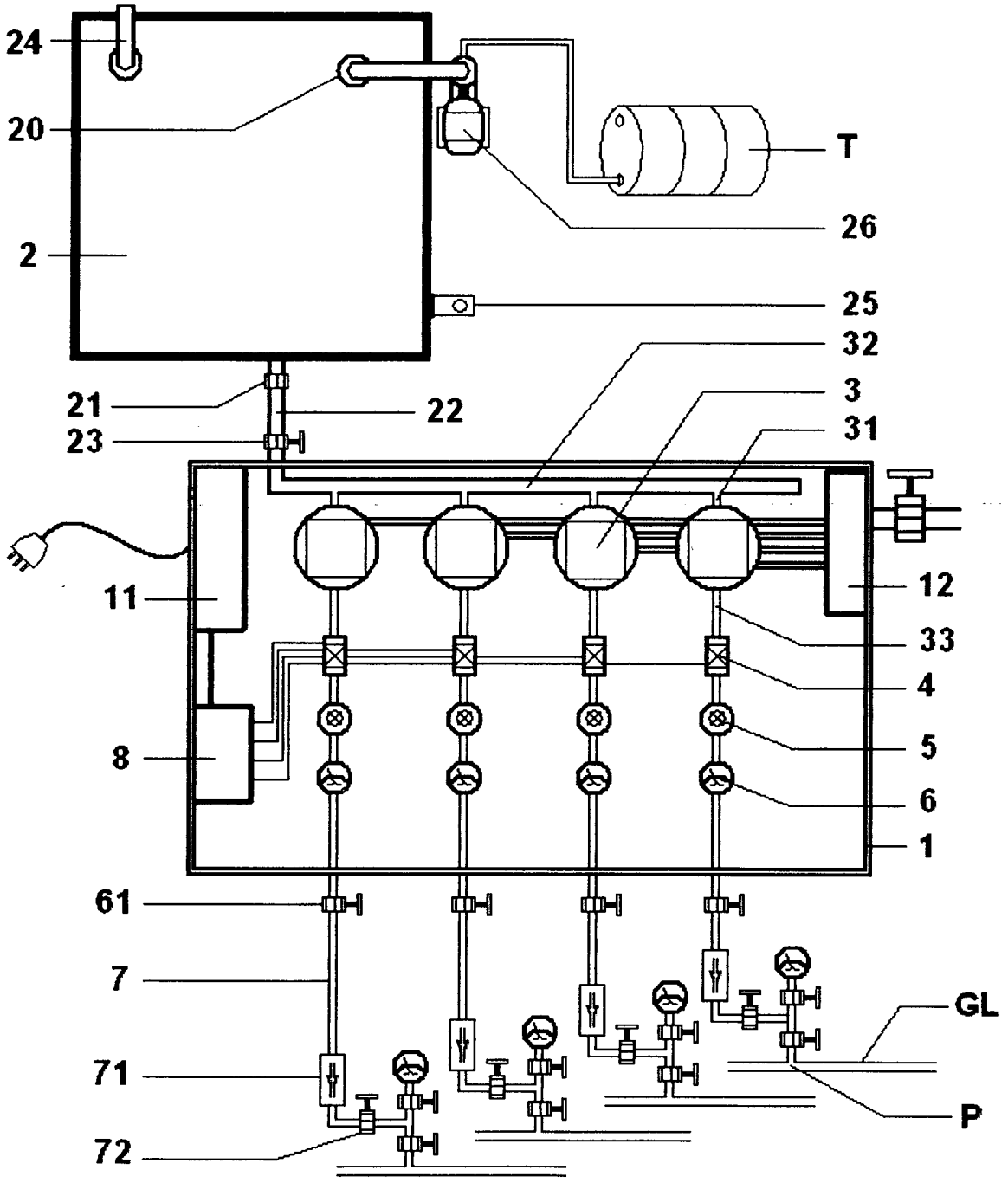


FIG. 1

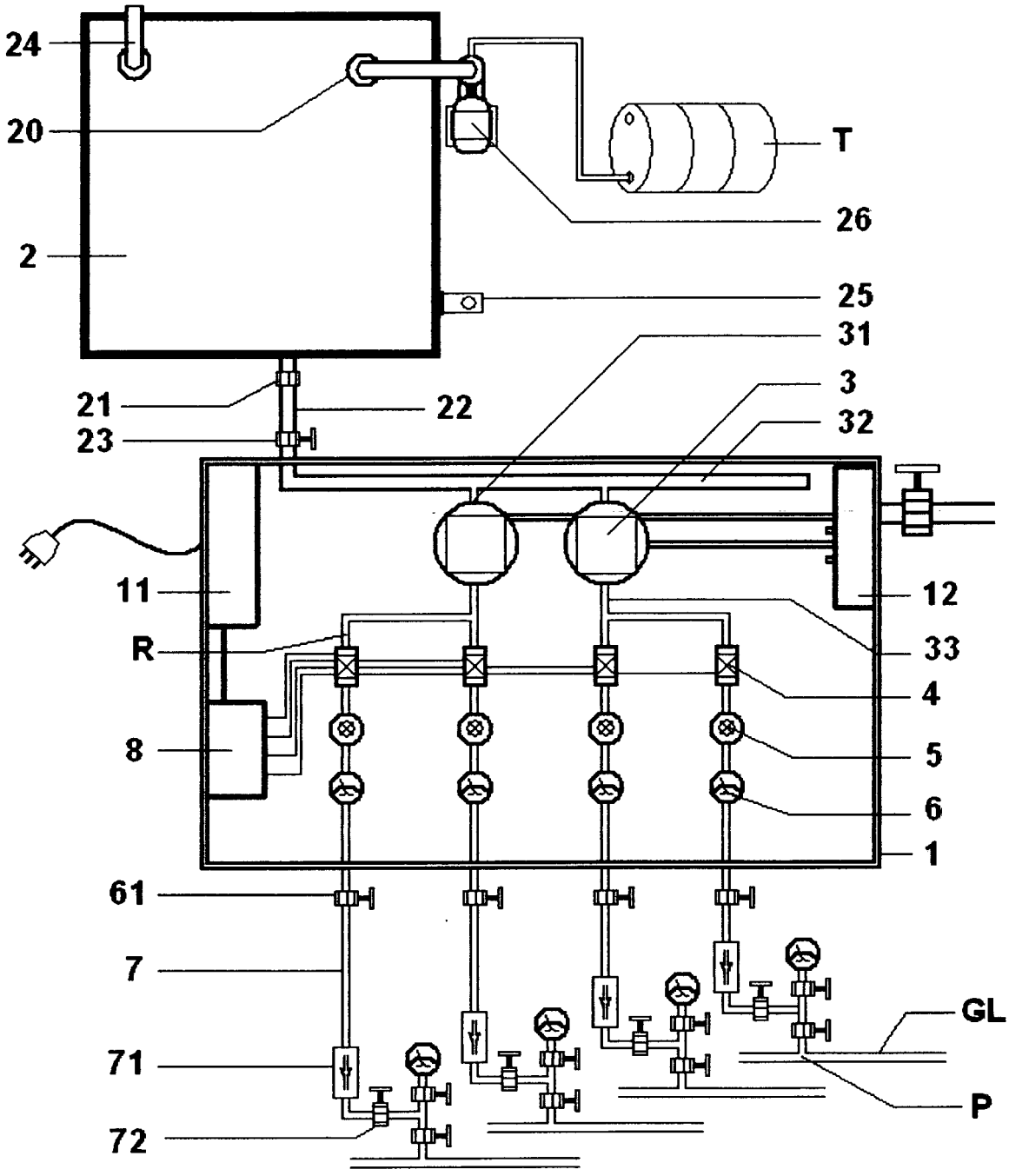


FIG. 2

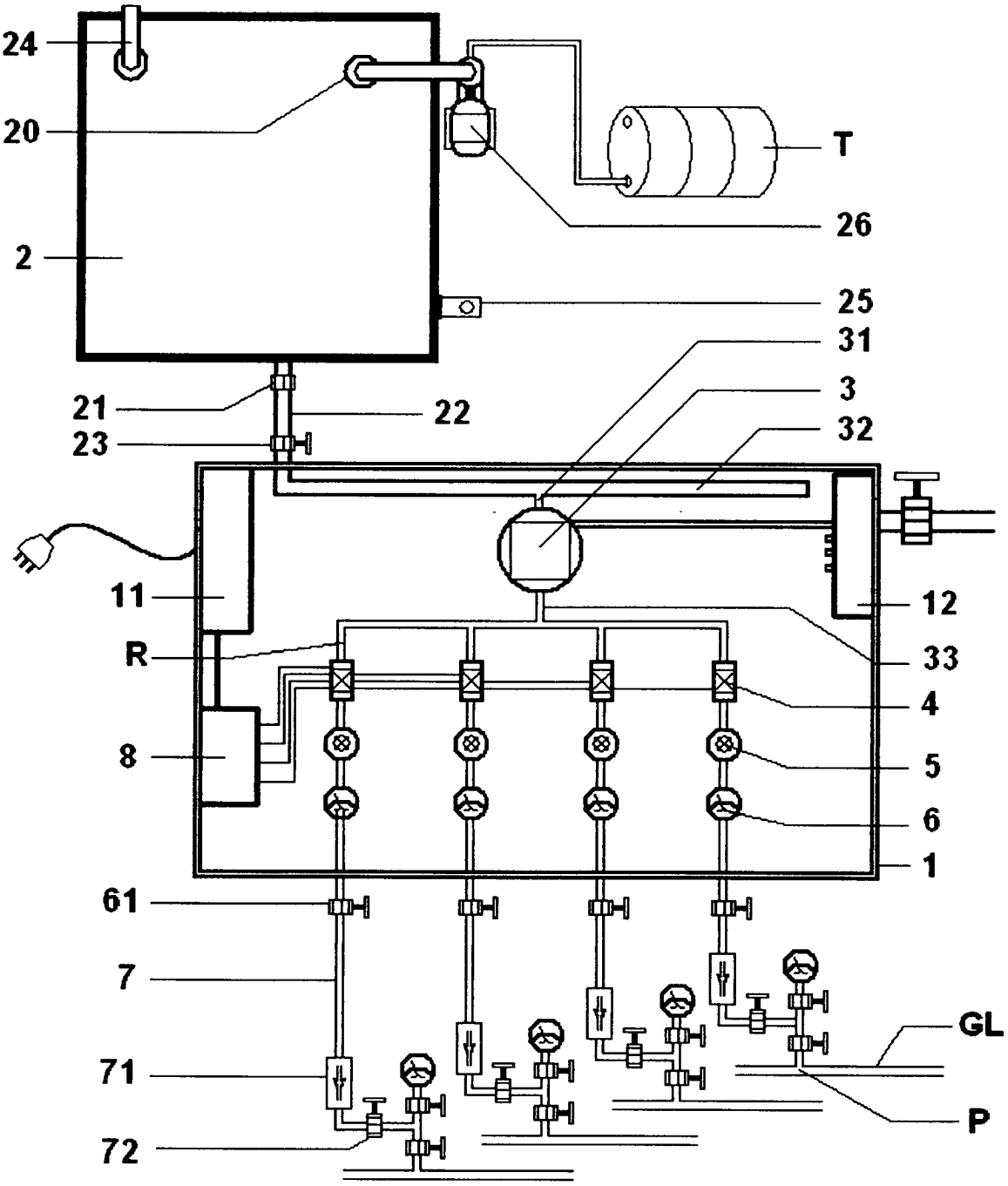


FIG. 3

PI 0900725-3

RESUMO

SISTEMA PARA LIMPEZA QUÍMICA DE POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO, MÉTODO DE INSTALAÇÃO E MÉTODO DE FUNCIONAMENTO

É relatado na presente invenção um sistema e métodos voltados para limpeza química de um poço produtor de petróleo que envolvem todos os seus componentes, desde uma coluna de produção, até as linhas de produção, linhas de transporte e demais equipamentos inerentes a este processo de produção de petróleo.

O objetivo da presente invenção é alcançado por meio de um sistema que bombeia um produto químico diretamente em uma linha de gás utilizada em poços de petróleo para executar elevação artificial sem que aconteça uma interrupção de produção. Adicionalmente, o sistema e os métodos da presente invenção também podem ser empregados em poços que tenham uma linha de álcool.