



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112012020287-1 B1



(22) Data do Depósito: 07/02/2011

(45) Data de Concessão: 07/04/2020

(54) Título: USO DE UM TRANSDUTOR ULTRASSÔNICO E UM SISTEMA E MÉTODO PARA TRATAR LÍQUIDOS EM POÇOS

(51) Int.Cl.: G10K 11/02; E21B 28/00.

(30) Prioridade Unionista: 12/02/2010 EP 10 153415.4.

(73) Titular(es): PROGRESS ULTRASONICS AG.

(72) Inventor(es): PETER SOLENTHALER.

(86) Pedido PCT: PCT EP2011051745 de 07/02/2011

(87) Publicação PCT: WO 2011/098422 de 18/08/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/08/2012

(57) Resumo: USO DE UM TRANSDUTOR ULTRASSÔNICO E UM SISTEMA E MÉTODO PARA TRATAR LÍQUIDOS EM POÇOS. A presente invenção refere-se a um dispositivo de tratamento para tratar líquidos em poços de petróleo, gás ou água compreende um dispositivo de tratamento ultrassônico (1). O dispositivo de tratamento ultrassônico (1) inclui um ressonador (2), um transdutor (9) e um transformador de casamento (10) para transferir um máximo de energia de um máximo de energia de um gerador ultrassônico para o transdutor (9) por meio de um cabo extenso (11). O cabo (11) tem um comprimento considerável de pelo menos 3 km e é conectado a um gerador (5).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"USO DE UM TRANSDUTOR ULTRASSÔNICO E UM SISTEMA E MÉTODO PARA TRATAR LÍQUIDOS EM POÇOS"**.

[001] A presente invenção refere-se ao uso de um transdutor ultrassônico, a um sistema para tratar líquidos em poços e a um método para tratar líquidos em tais poços de acordo com o preâmbulo das reivindicações de patente independentes.

[002] É conhecido tratar líquidos em poços tais como poços de gás, petróleo ou água com energia ultrassônica a fim de reduzir a viscosidade do líquido sem o uso de reagentes químicos ou geradores de vapor. Tal uso de energia ultrassônica, por exemplo, foi revelado no WO 2005/090746A1, WO 93/11338 ou na US 6 973 972. O efeito de redução de viscosidade é por causa de efeitos de cavitação induzidos no líquido por vibrações ultrassônicas.

[003] Todas estas soluções conhecidas, entretanto, têm certas desvantagens. Em particular, existem problemas no contexto de transmissão de energia ultrassônica para furos de poços ao longo de distâncias relativamente altas que tipicamente podem ser maiores que diversos quilômetros. Também, dispositivos conhecidos têm uma baixa eficiência.

[004] Portanto, é um objetivo da presente invenção superar as desvantagens da técnica anterior, em particular para fornecer um sistema e um método para tratar líquidos em poços de gás, petróleo ou água que possam ser usados também em poços profundos e que tenham uma alta eficiência para tratar o líquido, em particular para reduzir sua viscosidade.

[005] De acordo com a invenção, estes e outros objetivos são alcançados com o uso de um transdutor ultrassônico, um sistema e um método para tratar líquidos de acordo com as reivindicações de patente independentes.

[006] Constatou-se que o uso de um transdutor ultrassônico com um ressonador conectado a ele onde pelo menos uma extremidade do ressonador é conectada a uma superfície dianteira do transdutor no ponto de oscilação longitudinal máxima e onde o comprimento do ressonador é ajustado para um múltiplo integral de uma metade de comprimento acústico da oscilação longitudinal do transdutor é particularmente eficiente para tratamento de líquidos em poços tais como poços de gás, petróleo ou água. Tais ressonadores são conhecidos por si mesmos na técnica, por exemplo, tal como mostrado na EP 44 800 A2, cujo conteúdo está incorporado neste documento pela referência.

[007] De acordo com uma modalidade preferida o ressonador é tubular ou uma haste redonda sólida. Entretanto, também é concebível ter ressonadores não tubulares tais como ressonadores com uma seção transversal poligonal ou, dependendo da forma e tamanho do poço a ser tratado, ressonadores com uma forma cônica total ou ressonadores com uma forma externa, tal como onda. Entretanto, deve ser tomado o cuidado para que o ressonador seja ajustado de forma apropriada para a frequência de ressonância do transdutor.

[008] Em particular, um transdutor ultrassônico com um ressonador é usado, onde o transdutor é provido adicionalmente com um recurso para adaptar a energia à impedância, em particular um transformador de casamento de impedância para converter de forma ascendente a tensão de um sinal ultrassônico de entrada. No caso de transmissão de energia ultrassônica ao longo de distâncias relativamente grandes, por exemplo, através de cabos tendo um comprimento de mais que 3 km, altas perdas ocorrerão no cabo. Com este transformador de casamento a energia fornecida para o transdutor é máxima por adaptação à impedância do cabo e do dispositivo formado pelo transdutor com o ressonador.

[009] Desta maneira um aspecto adicional da invenção diz respeito

a um sistema para tratar líquidos em poços de gás, petróleo ou água. O sistema compreende um dispositivo de tratamento ultrassônico. O dispositivo de tratamento ultrassônico tem um transdutor com um ressonador conectado a ele. Pelo menos uma extremidade do ressonador é conectada a uma superfície dianteira do transdutor no ponto de oscilação longitudinal máxima. O comprimento do ressonador é ajustado para um múltiplo integral de metade de um comprimento acústico da oscilação longitudinal alimentada do transdutor para o ressonador. De acordo com a invenção, o sistema compreende um gerador para gerar energia ultrassônica. Os sinais são gerados em uma tensão relativamente alta. O sistema compreende adicionalmente um cabo extenso para conectar o gerador ao dispositivo de tratamento. O dispositivo compreende adicionalmente recurso para adaptar o gerador à impedância do cabo, do transdutor e do ressonador, em particular um transformador de rede de casamento para transferir um máximo da energia de gerador para o transdutor dentro do poço. Em uma modalidade preferida o ressonador é tubular. Outras formas são possíveis dependendo do uso.

[0010] De acordo com uma modalidade preferida adicional o transformador ou o recurso adaptando rede de impedância de casamento é fixado diretamente ao ressonador tubular. Com isso, um dispositivo integral pode ser formado que pode ser facilmente colocado dentro de um poço, por exemplo, ao fixá-lo a um cabo mecânico. O transformador de casamento é integrado ao dispositivo de maneira que não exista necessidade de conectores ou cabos adicionais que possam ser danificados durante uso. Tipicamente o cabo tem um comprimento de mais que 3 km, preferivelmente cerca de 6 a 8 km.

[0011] Preferivelmente, uma frequência ultrassônica de 5 a 25 kHz com uma tensão de até 2 kV resultará no transdutor dentro do poço.

[0012] De acordo com uma modalidade preferida adicional da invenção, é fornecido um conjunto de ressonadores diferentes tendo

formas diferentes que podem ser escolhidas dependendo da geometria do poço ou dependendo da composição do líquido a ser tratado. Tipicamente, o conjunto compreende pelo menos dois ressonadores tendo uma forma diferente, preferivelmente cerca de oito tamanhos e/ou formas diferentes.

[0013] A invenção será agora explicada com mais detalhes com referência aos desenhos, nos quais:

[0014] a figura 1 é uma vista geral esquemática de um dispositivo de acordo com a invenção;

[0015] a figura 2 é uma vista ampliada do dispositivo de tratamento tal como mostrado na figura 1; e

[0016] a figura 3 é um conjunto com três dispositivos de tratamento tendo formas diferentes.

[0017] A figura 1 mostra esquematicamente um dispositivo de tratamento ultrassônico 1 arranjado dentro de um furo poço B. O dispositivo de tratamento ultrassônico 1 consiste substancialmente de um ressonador 2, um transdutor 9 e um transformador de casamento 10. O transdutor 9 é fixado a uma extremidade do ressonador. O transformador 10 é fixado integralmente ao ressonador 2, por exemplo, por meio de soldagem ou por meio de conexões por parafusos. Um cabo extenso 11 está conectando o dispositivo de tratamento 1 e em particular seu transformador 10 a um gerador ultrassônico 5. O gerador ultrassônico 5 é um gerador conhecido basicamente pelos versados na técnica e gera energia ultrassônica com uma frequência de aproximadamente 20 kHz e com uma tensão/amplitude máxima de 2 kV. O cabo 11 tipicamente tem um comprimento de até 7 km. Em virtude do grande comprimento do cabo, o transformador 10 é usado para converter de forma ascendente a amplitude do sinal de entrada. O transformador é projetado de uma maneira tal como para adaptar a amplitude de vibração no transdutor para criar uma alta cavitação no dispositivo 1 para o tratamento.

[0018] O dispositivo de tratamento 1 está mostrado com mais detalhes na figura 2. O dispositivo de tratamento 1 tem um ressonador tubular 2. As extremidades abertas do ressonador tubular 2 são fechadas com um transformador acústico 3 e uma peça de transformador acústico 4. Fixado à extremidade dianteira formada pela peça de transformador 4 é arranjado um transdutor piezoelétrico 9. Estas partes do dispositivo de tratamento são concretizadas de forma substancialmente idêntica tal como a parte mostrada na EP 44 800 A2. Em particular, o comprimento do dispositivo é adaptado ao comprimento de onda de operação e à frequência de ressonância do transdutor 9. Tipicamente, o comprimento do ressonador corresponde a um múltiplo inteiro de metade de um comprimento de onda ($\lambda/2$).

[0019] O transformador 10 é arranjado em um envoltório de metal que é fixado ao ressonador 2 por meio de conexões mecânicas tais como soldas ou parafusos. Em operação o ressonador 2 gera ondas ultrassônicas que são distribuídas radialmente em volta do ressonador. Por causa de cavitação no fluido, a viscosidade do fluido, em particular de petróleo, é reduzida.

[0020] Dependendo das circunstâncias específicas, outros ressonadores podem ser usados. Em particular, o ressonador pode ser formado de uma haste (não oca) ou pode ter uma seção transversal retangular ou outra poligonal. Também, é possível usar dois transdutores arranjados em ambos os lados (vistos na direção axial) do ressonador a fim de ter uma operação “empurrar e puxar”. Tal como mostrado esquematicamente na figura 3, dependendo das exigências específicas, outras formas de ressonadores 2 podem ser usadas, por exemplo, ressonadores modelados de forma cônica ou ressonadores tendo uma superfície externa tal como onda. Na modalidade tal como mostrada na figura 3, todos os ressonadores têm uma seção transversal redonda no plano perpendicular ao eixo geométrico.

REIVINDICAÇÕES

1. Uso de um dispositivo de tratamento ultrassônico (1) com um transdutor ultrassônico (9) com um ressonador (2) fixado a ele,
em que pelo menos uma extremidade do dito ressonador (2) é conectada a uma superfície dianteira do transdutor (9) em um ponto de uma oscilação longitudinal máxima do dito transdutor (9) e
em que o comprimento do ressonador (2) é ajustado para um múltiplo integral de meio comprimento de onda acústica da oscilação longitudinal, alimentada do transdutor (9) para o ressonador (2)
para tratar um líquido em um poço de petróleo, gás ou água,
caracterizado pelo fato de que o dispositivo de tratamento (1) compreende ainda um transformador de casamento de impedância para converter de forma ascendente a voltagem de um sinal de entrada,
em que o transdutor é fixado ao transformador de casamento para transferir energia máxima de um gerador através de um cabo longo com um comprimento de 3 km a 7 km ao transdutor para adaptar o gerador à impedância do cabo, do transdutor e do ressonador.
2. Uso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito ressonador (2) é um ressonador tubular com uma faixa de frequências de operação de 10 kHz a 50 kHz.
3. Uso, de acordo com uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o dito transdutor é fixado a um transformador de casamento (10) para transferir o máximo de energia proveniente do gerador através de um cabo extenso com um comprimento preferivelmente de 3 km até 7 km para o transdutor dentro de um furo de poço.
4. Sistema para tratar líquidos em poços de petróleo, gás ou água, o dito sistema compreendendo:

um dispositivo de tratamento ultrassônico (1) tendo um transdutor (9) com um ressonador (2) conectado a ele,

caracterizado pelo fato de que pelo menos uma extremidade do ressonador é conectada a uma superfície dianteira do transdutor (9) em um ponto de oscilação longitudinal máxima do dito transdutor (9) e

em que o comprimento do ressonador (2) é ajustado para um múltiplo integral de meio comprimento de onda acústica da oscilação longitudinal alimentada do transdutor (9) para o ressonador (2);

um gerador (5) para gerar energia ultrassônica com uma frequência ultrassônica de 5 a 25 kHz com uma voltagem de até 2 kV;

um cabo (11) para conectar o dito gerador (5) com o dito dispositivo de tratamento (1),

em que o dispositivo de tratamento (1) compreende adicionalmente um transformador de casamento de impedância para converter de forma ascendente a voltagem de um sinal de entrada.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o dito ressonador é tubular.

6. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que o transformador de casamento (10) é arranjado em um alojamento fixado ao ressonador (2).

7. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 4 a 6, caracterizado pelo fato de que o cabo tem um comprimento de pelo menos 3 km.

8. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 4 a 7, caracterizado pelo fato de que o sistema compreende uma pluralidade de dispositivos de tratamento (1) tendo ressonadores (2) de formas diferentes.

9. Método para tratar um líquido em um poço de petróleo, gás ou água, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

gerar ondas ultrassônicas com um transdutor ultrassônico (9) tendo um ressonador (2) conectado a ele, em que pelo menos uma extremidade do dito ressonador (2) é conectada a uma superfície dianteira do transdutor (9) em um ponto de uma oscilação longitudinal máxima do dito transdutor (9) e em que o comprimento do ressonador é ajustado para um múltiplo integral de metade de um comprimento acústico da oscilação longitudinal alimentada do transdutor (9) para o ressonador (2);

prover o líquido dentro do dito poço com vibrações ultrassônicas geradas pelo dito transdutor (9) e pelo dito ressonador (2),

em que o dispositivo de tratamento compreende ainda um transformador de casamento de impedância,

em que a energia fornecida ao transdutor é maximizada pelo transformador de casamento por meio de adaptação do gerador à impedância do cabo, do transdutor e do ressonador.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dito método compreende a etapa de fornecer energia ultrassônica de um gerador (5) através de um cabo (11) tendo um comprimento de pelo menos 3 km.

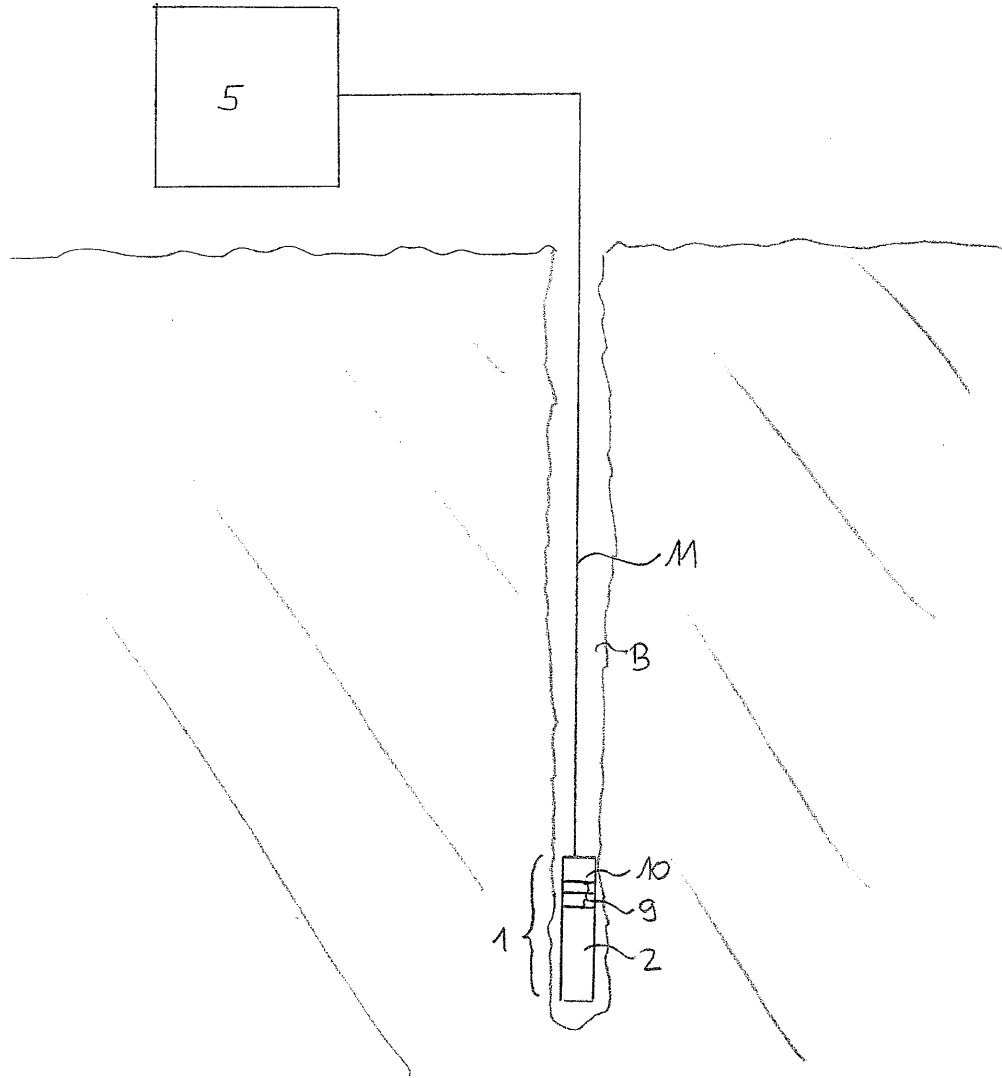


FIG.1

2/2

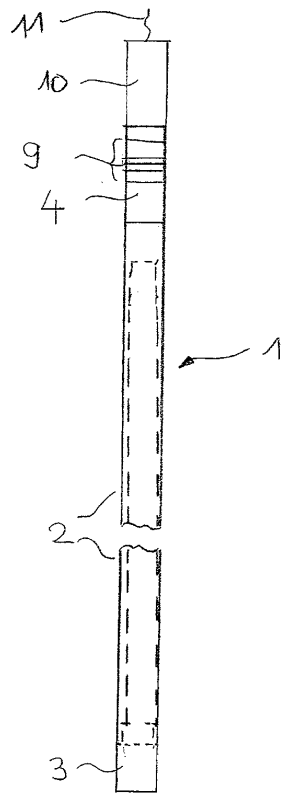


FIG. 2

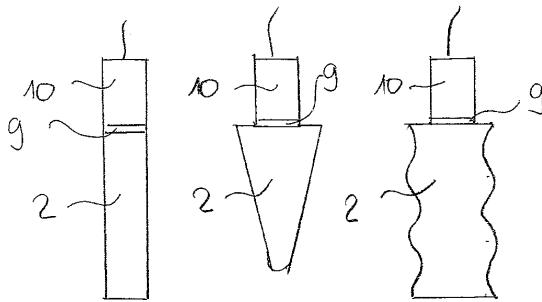


FIG. 3