



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

(21) PI 0922978-7 A2



(22) Data do Depósito: 11/12/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 25/08/2020

(54) Título: TRANSFERÊNCIA TÉRMICA APERFEIÇOADA POR MEIO DE BOMBA SUBMERSÍVEL ELÉTRICA

(51) Int. Cl.: E21B 43/12.

(30) Prioridade Unionista: 01/04/2009 US 12/416,808; 16/12/2008 US 61/138,060.

(71) Depositante(es): BAKER HUGHES INCORPORATED.

(72) Inventor(es): SURESHA R. O' BRYAN; EARL B. BROOKBANK.

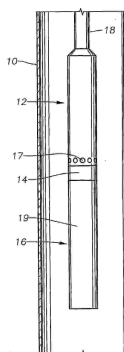
(86) Pedido PCT: PCT US2009067623 de 11/12/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/074997 de 01/07/2010

(85) Data da Fase Nacional: 16/06/2011

(57) Resumo: TRANSFERÊNCIA TÉRMICA APERFEIÇOADA POR MEIO DE BOMBA SUBMERSÍVEL ELÉTRICA. A presente invenção refere-se a um motor de uma bomba submersível elétrica que gera uma quantidade significativa de calor que pode ser removida por transferência térmica para o fluido da produção do poço. A carcaça do motor pode ter geradores de turbulência, que aumentam a turbulência do fluido da produção para aumentar a velocidade de transferência térmica. Os geradores de turbulência são projetados para facilidade de fabricação e manutenção.

Fig. 1



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "TRANSFERÊNCIA TÉRMICA APERFEIÇOADA POR MEIO DE BOMBA SUBMERSÍVEL ELÉTRICA".

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se, geralmente, a bombas de poço e, particularmente, a uma carcaça para bomba de poço com geometria variada para aumento da transferência térmica.

Referência Cruzada aos Pedidos Relacionados

10 Este pedido de patente reivindica prioridade para o pedido provisório 61/138.060, depositado em 16 de dezembro de 2006 e 12/416.808, depositado em 1º de abril de 2009.

Antecedentes

15 Referindo-se à figura 1, um poço contém um revestimento 10. O revestimento 10 reveste um furo de poço (não mostrado) que é cimentado no lugar. Uma bomba 12 está localizada dentro da carcaça 10, frequentemente, a grandes profundidades abaixo da superfície da terra. A bomba é utilizada para bombear fluido de produção do fundo do poço até a superfície. Um eixo (não mostrado) liga a bomba 12 ao motor 16. O fluido da produção ingressa na entrada da bomba 17 e é bombeado para fora por meio da tuba-
20 gem 18.

 O motor tende a produzir calor o qual deve ser removido para prolongar a vida do motor.

25 Dispositivos externos usados para diminuir o calor adicionam custos ao motor. Dispositivos de resfriamento externos, por exemplo, utilizam uma bomba de fluido de refrigeração acima do poço e linhas de fluido de refrigeração que se estendem pelo furo do poço até a bomba. Esses dispositivos de refrigeração resfriam a bomba circulando o fluido refrigerante através da bomba e transferindo o fluido refrigerante de volta para a superfície. A bomba de fluido refrigerante, linhas de fluido refrigerante e o fluido
30 refrigerante todos adicionam custos ao motor. Além disso, as linhas de fluido refrigerante podem interferir nas operações do poço.

 O conjunto motor-bomba está localizado dentro de um furo de

poço de modo que é desejável transferir calor para o fluido de produção que está escoando além do motor. É comum dispor-se a bomba e o motor de modo que o fluido da produção flua para além do motor em seu trajeto para a bomba. O calor é transferido para o fluido de produção e transportado distalmente quando o fluido da produção desloca-se para a superfície. É conveniente aumentar a velocidade da transferência de calor do motor para o fluido da produção.

Um método de aumentar a velocidade de transferência de calor é aumentar a área superficial da bomba que está em contato com o fluido de produção. Pode-se fazer isto se alongando a carcaça do motor ou prendendo uma capa à bomba ou ao motor. O fluido de produção flui entre o motor e a capa de modo que o calor pode deslocar-se de ambos o motor e a capa para o fluido de produção. Outros dispositivos, tais como aletas, podem ser usados para aumentar a área superficial do motor. Todos esses métodos de aumentar a área superficial são limitados pelo pequeno espaço disponível dentro do furo de poço. Além disso, existe um problema com as aletas que se quebram e criam bloqueios dentro do fluxo do fluido da produção.

As aletas podem ser usadas para criar vórtices dentro do fluido de produção. Os vórtices no fluido de produção aumentam a velocidade de transferência de calor entre o motor e o fluido de produção. Infelizmente, as aletas indutoras de vórtice como as usadas para aumentar a área superficial podem romper-se e obstruir o fluxo do fluido. As aletas também tornam a fabricação da bomba e a manutenção mais difícil porque interferem com a montagem, desmontagem e o movimento dentro do furo do poço do conjunto de bomba.

A montagem é mais difícil porque as aletas devem ser instaladas no motor antes deste ser inserido à capa cilíndrica. A dificuldade surge porque as aletas tendem a interferir no ajuste entre o motor e a capa. A altura das aletas deve ser limitada para permitir a inserção, porém ainda com uma altura limitada elas podem prender outras aletas, as laterais do motor ou o furo do poço. Caso a aleta seja presa ao motor, por exemplo, deverá haver uma folga entre a borda externa da aleta e a capa para permitir um espaço

livre durante a montagem. Problemas com espaços livres também tornam extremamente difícil prender as aletas tanto ao motor como à capa na mesma montagem, porque as aletas interferem entre si durante a montagem e a desmontagem. Além disso, problemas com espaço livre das aletas impedem as aletas de circularem por toda a folga entre a capa e o motor.

Também torna-se difícil realizar a manutenção do motor quando as aletas estão presas diretamente na carcaça do motor porque as aletas impõem dificuldade em colocar o motor em uma superfície plana ou o prendem erroneamente. Além disso, para aumentar os custos de montagem e manutenção, há um custo associado com a fabricação e ligação das aletas à capa e à bomba. É desejável aumentar a velocidade de transferência de calor sem incorrer nessas desvantagens das aletas.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 é uma vista esquemática da montagem de bomba da técnica precedente num furo de poço.

A figura 2 é uma vista em corte da montagem de bomba da figura 1 com uma capa tendo uma parede lateral de forma irregular.

A figura 3 é uma vista em corte de uma montagem de bomba com uma capa em "degrau de escada" presa.

A figura 4 é uma vista em corte de uma montagem de bomba com depressões na capa.

A figura 5 é uma vista em corte de uma montagem de bomba com depressões na carcaça do motor da bomba.

A figura 6 é uma vista em corte de uma montagem de bomba com um fio enrolado preso pelo lado de dentro da capa.

A figura 7 é uma vista em corte de uma montagem de bomba com um fio enrolado preso na carcaça do motor.

A figura 8 é uma vista em corte de uma montagem de bomba e capa com parafusos salientando-se do interior da capa.

A figura 9 é uma vista ortogonal de uma capa de garra em que duas metades da garra são mostradas na posição fechada.

A figura 10 é uma vista ortogonal de uma metade de uma capa

de garra de duas partes e pinos na garra.

A figura 11 é uma vista ortogonal de uma metade de uma capa de garra de duas partes com aletas.

Descrição Detalhada

5 Referindo-se à figura 1, o revestimento 10 é mostrado em uma orientação vertical, porém ele pode ser inclinado. Uma bomba 12 é suspensa dentro do revestimento 10 e é usada para bombear fluido para fora do poço. A bomba 12 pode ser centrífuga ou de qualquer outro tipo de bomba podendo ter um separador óleo-água ou um separador de gás. A bomba 12
10 é acionada por um eixo (não mostrado) operavelmente ligado a um motor 16. Um corte de vedação 14 é montado entre o motor 16 e a bomba 21. O corte de vedação reduz uma pressão diferencial entre o lubrificante no motor e o fluido do poço. O motor 16 é encerrado em uma carcaça 19. De preferência, o fluido produzido pelo poço ("fluido de produção") escoar além do motor 16, ingressa em uma entrada 17 da bomba 12 e é bombeado para
15 cima através de uma tubagem 18. Preferivelmente, o motor 16 está localizado abaixo da bomba 12 no furo de poço. O fluido de produção pode ingressar na bomba 12 no ponto acima do motor 16, de modo que, o fluido seja aspirado para cima, além da carcaça do motor 19 do motor 16, e para a en-
20 trada da bomba 17.

A velocidade de transferência de calor é determinada pela equação $Q = h(A)(T)$; onde Q = velocidade de transferência térmica, h = coeficiente de transferência térmica, A = áreas superficial e T = diferença na temperatura (neste caso, T é a diferença na temperatura entre a carcaça do motor 19 e o fluido de produção).
25

Referindo-se à figura 2, é montada uma capa 22 em torno do motor 16 para aumentar a velocidade do fluido que flui para além da carcaça do motor 19. A capa 22 possui uma extremidade inferior aberta 24 e uma extremidade superior 26 presas de modo estanque em torno da bomba 12
30 acima da entrada 17. A capa 22 pode ser presa por outros meios e em outros locais. A capa 22 reduz a área de seção transversal do passo do fluxo de fluido e, assim, aumenta a velocidade. A velocidade crescente, ou mu-

dança de velocidade ou ambas, irá, em geral, aumentar a turbulência, que, por sua vez, aumenta o coeficiente de transferência térmica (h) do fluido de produção pela superfície da carcaça do motor 19. Um dispositivo que aumenta a turbulência no fluxo de fluido é chamado de "gerador de turbulência".

Um gerador de turbulência pode ser uma característica em uma capa, na carcaça do motor, ou qualquer outra parte do motor. Como se vê na figura 2, o gerador de turbulência compreende capa 22, que pode ter um formato lateral irregular 28 e, assim, criar bolsões de velocidade aumentada e turbulência quando o fluido da produção escoar dentro da capa 22. Na figura 2, a lateral 28 da capa 22 é formada em um padrão que é sinusoide quando visto em seção transversal. O período de cada pico circular e cavidade pode variar consideravelmente. Por exemplo, o comprimento de cada curva poderia ser mais curto do que a extensão do motor. Como resultado, a área de fluxo anular varia ao longo do comprimento do motor 16.

Referindo-se à figura 3, a turbulência é aumentada pelo uso de uma capa conformada em "degrau de escada" 23 como o gerador de turbulência. O fluido de produção desenvolve-se em uma maior velocidade e, assim, maior turbulência, quando o diâmetro interno (ID) da capa 23 diminui. O fluxo laminar é ainda rompido quando o fluxo do fluido além dos cantos 30 das endentações da capa 23. Em uma modalidade exemplar, a carcaça do motor 19 possui um diâmetro de 18,45 cm (7,25") e a capa 22 possui um diâmetro de 27,305 cm (10,75"), deixando uma folga máxima de 4,44 cm (1,75") entre a carcaça do motor 19 e a capa 23. A capa 23 poderia ser apertada para deixar, por exemplo, um espaço livre, por exemplo, de 1,27 cm (0,5") entre a carcaça do motor 19 e a capa 23, aumentando assim, a velocidade. Os degraus da capa 23 podem ser de vários comprimentos medidos na direção do eixo da capa 23, incluindo por exemplo, de 1,27 cm (0,5") ou 2,54 cm (1"). Por exemplo, a seção 30a possui um diâmetro interno menor e um comprimento axial mais curto do que a seção 30b. Os degraus poderiam ainda ter uma aparência uniforme, corrugada, de modo que, cada outro degrau possua o mesmo diâmetro interno.

Uma outra modalidade da capa escalonada 23 é um degrau de escada assimétrico (não mostrado) em que o diâmetro interno varia em um ou mais quadrantes da capa 23. Este formato assimétrico rompe mais ainda o fluxo laminar criando bolsões de pressão mais alta e mais baixa de lado a lado pela carcaça do motor 19 promovendo assim, o fluxo lateral do fluido de produção.

Referindo-se à figura 4, o gerador de turbulência compreende múltiplas depressões diminutas 32 na capa 25. As depressões 32 são endentações ou protuberâncias na face interna da capa 25. O tamanho das endentações 32 pode variar e poderia ser, por exemplo, feito com uma punção circular de 6,35 mm (1/4") ou de 1,27 cm (1/2") até uma profundidade de 3,175 mm (1/8"). As depressões 32 também poderiam ter um diâmetro maior ou menor e serem levadas a uma maior ou menor profundidade. Além disso as depressões 32 podem ter diferentes formatos como redondo, oval, quadrado e similares. As depressões 32 podem ser distribuídas em torno da superfície em um padrão simétrico ou podem ser colocadas de forma aleatória. As depressões 32 podem ser côncavas ou convexas, em relação ao lado interno da capa 25. As depressões 32 aumentam a turbulência do fluido de produção aumentando assim, a velocidade de transferência térmica da carcaça do motor 19 para o fluido da produção. As depressões conferem à capa uma superfície texturizada. Outras classes de superfícies texturizadas também podem ser usadas para aumentar a turbulência. Além disso, as depressões 32 são de uma modificação de desenho econômica não sendo prejudiciais à manutenção, manuseio e instalação do motor 16. As depressões 32 podem ser usada sozinhas ou combinadas com outros dispositivos que aumentem a turbulência do fluido da produção.

Referindo-se à figura 5, o gerador de turbulência compreende múltiplas depressões pequenas 33 na carcaça do motor 16. As depressões 33 são endentações ou protuberâncias, na superfície externa da carcaça do motor 27. O tamanho das endentações 33 pode variar e poderia ser, por exemplo, feito de um diâmetro de 6,35 mm (1/4") ou de 1,27 cm (1/2") até uma profundidade de 3,175 mm (1/8"). As depressões 33 também poderiam

ter um diâmetro menor ou maior sendo conduzidas a uma maior ou menor profundidade. Além disso as depressões 33 podem ter diferentes formatos como redondo, oval, quadrado e similares. As depressões 33 podem ser distribuídas em torno da superfície em um padrão simétrico ou podem ser colocadas de forma aleatória. As depressões 33 podem ser côncavas ou convexas, em relação ao lado externo da carcaça do motor 27, podendo ser usadas independentemente do uso ou não de uma capa. As depressões 33 aumentam a turbulência do fluido de produção aumentando, assim, a velocidade de transferência térmica da carcaça do motor 27 para o fluido da produção. As depressões conferem à carcaça uma superfície texturizada. Outras classes de superfícies texturizadas também podem ser usadas para aumentar a turbulência. Além disso, as depressões 33 são de uma modificação de desenho econômica e não são prejudiciais à manutenção, manuseio e instalação do motor 16. As depressões 33 podem ser usada sozinhas ou combinadas com outros dispositivos que aumentem a turbulência do fluido da produção.

Referindo-se à figura 6, um fio enrolado 34 pode ser preso ao lado interno de uma capa 35 para formar um gerador de turbulência. A presença do rolo helicoidal 34 presta-se a romper o fluxo laminar do fluido de produção e, por isso aumentar a velocidade de transferência térmica. O rolo 34 pode ser instalado em quaisquer de inúmeras posições. Por exemplo, ele pode ser preso à capa 35 em um ou mais locais para que fique enrolado em torno da carcaça do motor 19 ou ele pode usar espaçadores para manter o fio na folga entre a carcaça do motor 19 e a capa 35. Em outras modalidades, mais de um fio pode ser preso pelo lado interno da capa 35. O fio pode ter, por exemplo, trançados ou rolos para romper mais ainda o fluxo laminar. Em outras modalidades ainda, o fio pode ser preso em dois locais próximos da entrada, de modo que o fio possa ter um formato de "ferradura" dentro da capa. O fio pode ser usado sozinho ou em conjunto com outros meios de rompimento do fluxo tal como as pequenas depressões 32 (figura 4) ou capas com formato irregulares.

Referindo-se à figura 7, o gerador de turbulência pode ser um ro-

lo de fio 37 preso no modo helicoidal à superfície externa do motor 39. A presença do rolo 37 presta-se a romper o fluxo laminar do fluido da produção e, assim, aumentar a velocidade de transferência térmica. O rolo 37 pode ser instalado em quaisquer de várias posições. Por exemplo, ele pode ser enro-

5 lado em torno do motor 16 e preso diretamente à carcaça do motor 39, ou ele pode usar espaçadores para manter o fio a uma distancia da carcaça do motor 39. O fio pode ter, por exemplo, trançados ou rolos para romper mais ainda o fluxo laminar. O fio pode ser usado sozinho, sem uma capa, ou em conjunto com outros meios de rompimento do fluxo tal como as pequenas

10 depressões 33 (figura 5) ou capas com formato irregular.

Referindo-se agora à figura 8, o gerador de turbulência compreende pinos ou parafusos 36 presos à capa 41 estendendo-se radialmente para dentro para rompimento do fluxo. Os pinos 36 podem ser, por exemplo, pernos de 6,35 mm (1/4") que podem ser instalados por inserção deles em

15 buracos perfurados na capa 41, tal que eles salientem-se do interior da capa 41. Em outras modalidades, as roscas 36 podem ser instaladas parafusando-as nos buracos afunilados na capa 41. Os pinos ou roscas 36 podem ser mantidos no lugar por vários meios, incluindo, por exemplo, suas próprias roscas, cavilhas, solda e similares. Os pinos ou roscas 36 podem ser distri-

20 buídos em torno de toda a circunferência e ao longo de todo o comprimento da capa 41. Os pinos ou roscas 36 podem ser dispostos num padrão simétrico ou aleatório. Além disso, os pinos ou roscas 36 podem ser usados para romper o fluxo nas capas cilíndricas lineares ou capas de formato irregular, como se vê nas figuras 2 e 3.

25 Os pinos ou roscas 36 prestam-se a romper o fluxo laminar do fluido da produção e, assim, aumentar a velocidade de transferência térmica. Em uma modalidade preferida, os pinos ou roscas 36 são inseridos em uma profundidade tal que, contatam ou quase contatam a carcaça do motor 19. Pelo contato ou quase contato da carcaça do motor 19, os pinos ou roscas

30 36 criam uma turbulência próxima do motor aumentando assim, a velocidade de transferência térmica. O usuário pode inserir as roscas 36 ou pinos através da capa 41 após o motor 16 já estar instalado na capa 41. Esta modali-

dade permite inserção fácil do motor 16, seguido por instalação das roscas 36 que quase contatam o motor e a capa 41. As roscas 36 podem ser removidas antes da remoção do motor 16 da capa 41 obtendo, assim, benefícios de transferência térmica das roscas 36 enquanto ainda permite um acesso fácil para manutenção. Os pinos ou roscas 36 podem ser usados em combinação com qualquer outra modalidade da invenção, incluindo capas de forma irregular e pequenas depressões 32.

Referindo-se à figura 9, a capa 44 pode ser dividida em duas ou mais metades ou peças 46 que podem ser unidas em torno do motor 16 em uma configuração de garra. A união 48 pode ser qualquer classe de tipos de união, incluindo, flange, língua e ressalto, pino de cavilha e similares. As peças 46 podem ser mantidas juntas com pernos que liberam trincos de intertravamento das peças e similares. A garra pode dividir a capa 44 em dois, três ou mais segmentos ou peças 46. Cada peça 46 pode ser um segmento ou um cilindro. Uma ou mais juntas entre os componentes podem ter uma articulação. O desenho da capa pode ser usado para facilitar a instalação dos agentes de turbulência.

Referindo-se à figura 10, a capa de garra 44 supera a dificuldade, por exemplo, de instalar e remover o motor 16 quando outros dispositivos, tais como pinos 50, roscas, aletas 52 e outros estão presentes entre o motor e a capa 44. A separação dos segmentos da garra facilita a instalação de objetos localizados entre a capa 44 e o motor 16 conferindo melhor acesso à superfície interna da capa 44. Além disso, é mais fácil fabricar capas de conformação irregular quando a capa 44 é dividida. É mais fácil, porque, por exemplo, as peças podem ser produzidas por estampagem metálica em vez de necessitar extrusão, ou outra conformação de um objeto cilíndrico.

Referindo-se à figura 11, em uma modalidade da configuração de garra, as aletas 52 podem ser instaladas na carcaça do motor 19 ou na capa 54, e as aletas 52 podem ser tão compridas nas dimensões radiais que fiquem em contato com ambos os componentes. Uma aleta 52 poderia, por exemplo, ser soldada à capa 54 e contatar ou quase contatar a carcaça do motor 19 quando o motor 16 é instalado. Esta modalidade supera a fabrica-

ção intrínseca e dificuldades de manutenção associadas com a ligação das aletas 52 diretamente à carcaça do motor 19, mesmo que ainda crie um fluxo turbulento imediatamente adjacente ao motor.

As aletas 52 podem ser orientadas em posições variadas. Em uma modalidade, as aletas 52 são presas em um ângulo de 90° ou normal me relação à parede da capa 54. As aletas 52 podem ser enviesadas em relação ao eixo da capa 54, de modo a ficar num ângulo de 45°. Conforme ilustrado pelo grupo 56 das aletas 52, aletas adjacentes 52 podem inclinar-se em inclinação igual em relação ao eixo da capa 54. Ainda, algumas das aletas adjacentes 52 podem inclinar-se em ângulos alternativos entre si. Por exemplo, uma aleta 52 é inclinada em um ângulo de 45° em uma direção e a aleta adjacente é inclinada em um ângulo de 45° na direção oposta de modo que as bordas mais profundas 58 das aletas 52 estejam mais próximas umas das outras, sendo que as aletas bifurcam-se à medida que sobem ao longo do eixo da capa. Outras aletas 52 podem ter a mesma orientação oposta de 90°, porém com a parte mais superior 60 das aletas 52 mais próximas entre si. O ângulo entre as inclinações opostas das aletas 58 poderiam estar em qualquer ângulo. As aletas 52 podem ser inclinadas em múltiplos ângulos, e as aletas não precisam ser uniformes no desenho ou nos ângulos. Em algumas modalidades, as aletas unem a capa 54 em um ângulo diferente de 90° ou normal, em relação à superfície da capa.

As variadas configurações da aleta 52 prestam-se a romper o fluxo laminar do fluido de produção quando este escoar para além da carcaça do motor 19 e capa 54. Em algumas modalidades, o fluxo desenvolve um turbilhão ou vórtices. As aletas 52 podem ser de variados comprimentos incluindo, por exemplo, 2,54 cm a 7,62 cm (1 a 3 polegadas) de comprimento. As aletas 52 podem ser presas à capa de garra 54, por exemplo, por solda ou adesivos antes das metades da garra 54 serem unidas.

Enquanto a invenção foi ilustrada e descrita em apenas algumas de suas formas, deve ficar evidente aos versados na técnica que a mesma não está limitada, mas é suscetível de várias alterações sem se afastar do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para bombear fluido de um poço, que compreende:
uma bomba,
um motor operavelmente ligado à bomba, e
5 em que o motor compreende um gerador de turbulência que promove turbulência de um fluido do poço que escoar além do motor.
2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, em que o gerador de turbulência compreende:
uma capa circundando o motor, a capa tendo uma superfície in-
10 terna que envolve o motor definindo uma folga, a folga tendo uma dimensão radial que varia ao longo de um comprimento da capa.
3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, em que a capa compreende uma pluralidade de segmentos cilíndricos espaçados axialmente ao longo do eixo do motor, e em que pelo menos dois dos segmentos ci-
15 líndricos têm um diferente diâmetro interno.
4. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, em que o gerador de turbulência compreende uma capa que circunda o motor tendo uma pluralidade de pequenas depressões.
5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, em que a capa
20 tem algumas partes de diâmetro interno menor do que as outras partes.
6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, que compreende ainda uma capa, em que o gerador de turbulência compreende uma pluralidade de objetos salientando-se da superfície interna da capa na direção do motor ao longo de um comprimento da capa.
- 25 7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, em que a capa pode ser separada em pelo menos duas peças, a capa tendo uma união que é em geral paralela ao eixo da capa.
8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, que compreende ainda um rolo de fio unido à superfície interna da capa.
- 30 9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, em que o gerador de turbulência compreende um rolo de fio ligado ao lado externo do motor, e em que o rolo de fio estende-se de modo helicoidal em torno do motor.

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, em que o gerador de turbulência compreende uma pluralidade de depressões formadas no lado externo do motor.

5 11. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, em que o gerador de turbulência compreende:

uma capa circundando o motor, a capa tendo uma superfície interna que circunda o motor,

em que a capa pode ser separada em pelo menos duas peças, a capa tendo uma união que é em geral paralela ao eixo da capa; e

10 uma pluralidade de dispositivos de deflexão ligados à superfície interna da capa, pelo menos um dos quais se estende para o motor.

12. Aparelho para bombear fluido de um furo de poço, que compreende:

uma bomba,

15 um motor ligado à bomba, e

um gerador de turbulência anular que se estende circularmente em torno do motor.

20 13. Aparelho de acordo com a reivindicação 12, em que o gerador de turbulência compreende uma capa tendo um diâmetro interno com pequenas depressões formadas nele.

14. Aparelho de acordo com a reivindicação 12, em que o gerador de turbulência compreende uma carcaça de motor tendo uma pluralidade de pequenas depressões formadas sobre ela.

25 15. Aparelho de acordo com a reivindicação 12, em que o gerador de turbulência compreende uma capa, em que a capa pode ser separada em pelo menos duas peças, a capa tendo uma união que é geralmente paralela ao eixo da capa.

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, em que o gerador de turbulência compreende:

30 uma capa circundando o motor, a capa tendo uma superfície interna que circunda o motor e que define uma folga, a folga tendo uma dimensão radial que varia ao longo de um comprimento da capa.

17. Método para aumentar a transferência térmica de um motor de bomba de poço submersível para um fluido do poço, que compreende

- a) conectar operavelmente o motor a uma bomba,
- b) instalar um gerador de turbulência no motor,
- 5 c) submergir o motor e a bomba em um fluido de poço;
- d) operar o motor para acionamento da bomba, forçando o fluido de poço escoar ao longo de uma parte externa do motor, e
- f) aumentar a turbulência do fluxo do fluido de poço, para além do motor por meio do gerador de turbulência.

10 18. Método, de acordo com a reivindicação 17, em que o gerador de turbulência compreende:

uma capa circundando o motor, a capa tendo uma superfície interna que circunda o motor, definindo uma folga, a folga tendo uma dimensão radial que varia ao longo de um comprimento da capa.

15 19. Método de acordo com a reivindicação 18, em que a capa compreende uma pluralidade de segmentos cilíndricos espaçados axialmente ao longo do eixo do motor, e em que pelo menos dois desses segmentos cilíndricos têm um diâmetro interno diferente.

20 20. Método de acordo com a reivindicação 17, em que o gerador de turbulência compreende uma pluralidade de pequenas depressões em uma superfície externa do motor.

Fig. 1

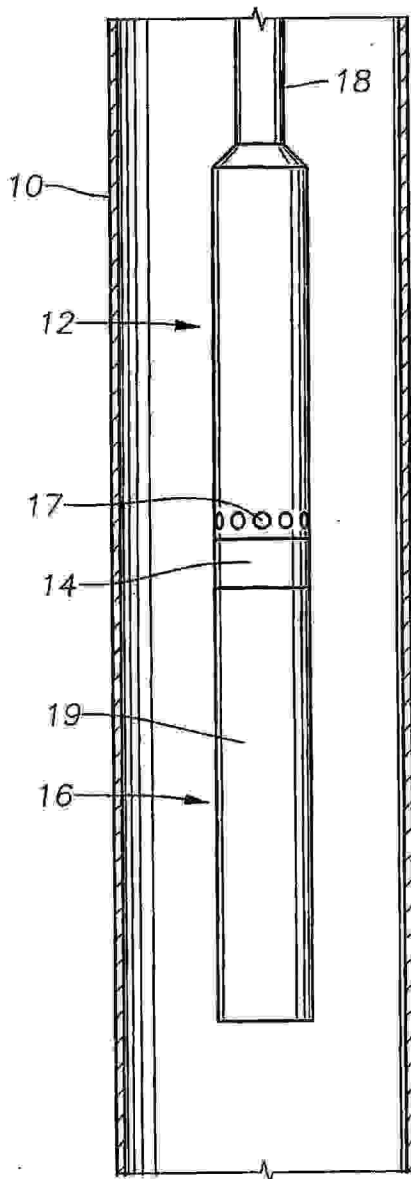


Fig. 2

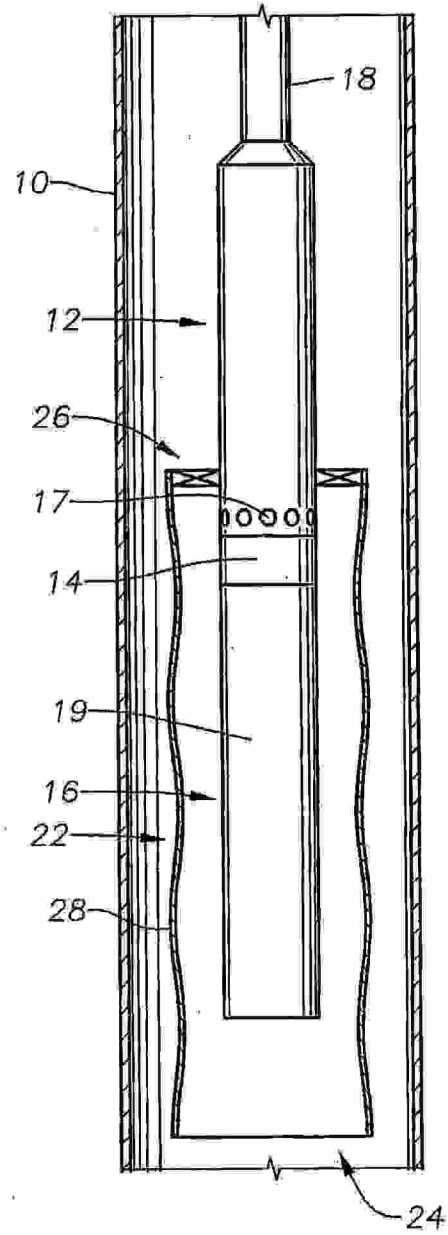


Fig. 3

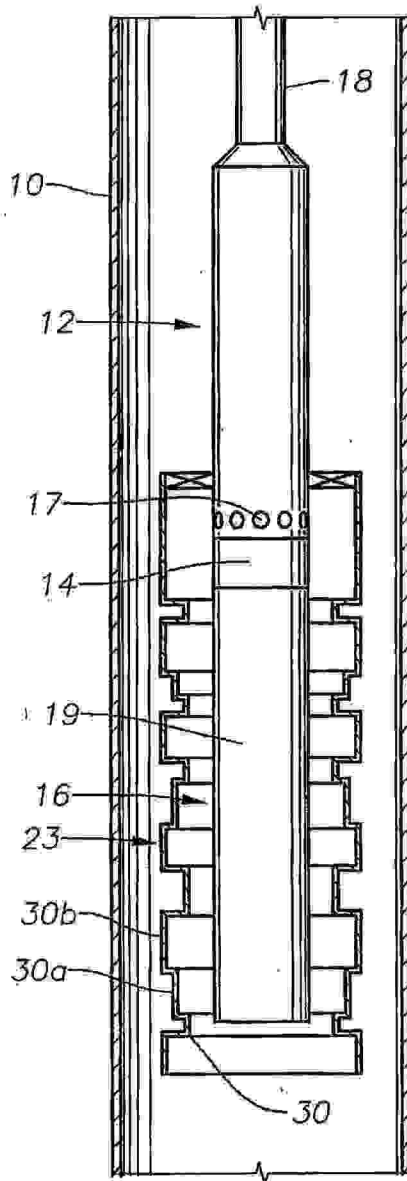


Fig. 4

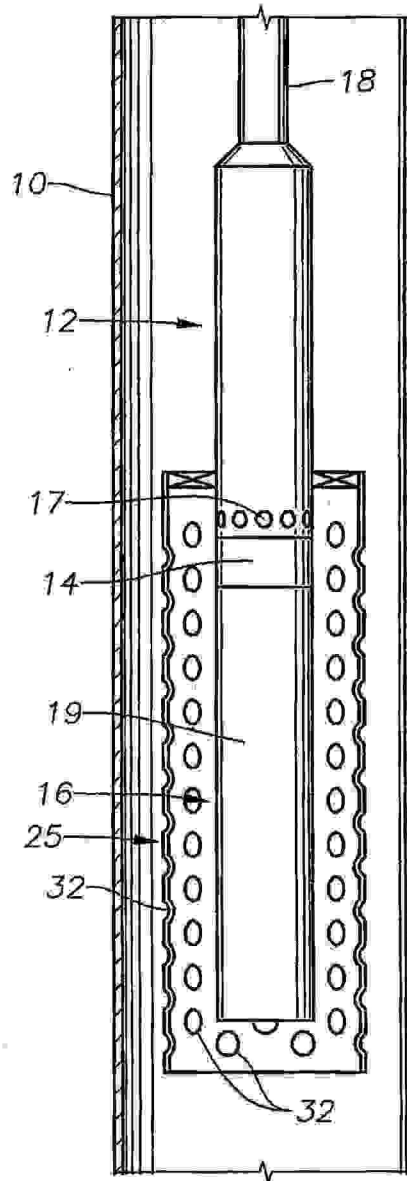


Fig. 5

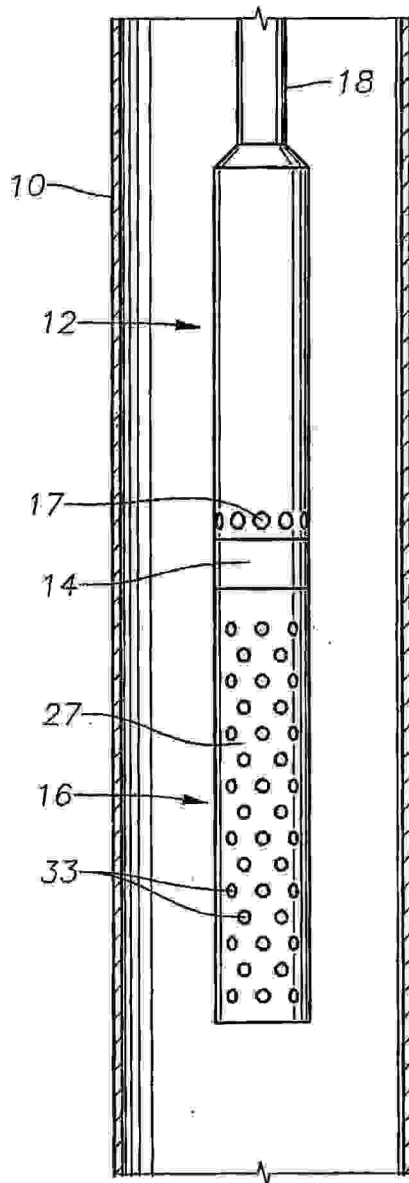


Fig. 6

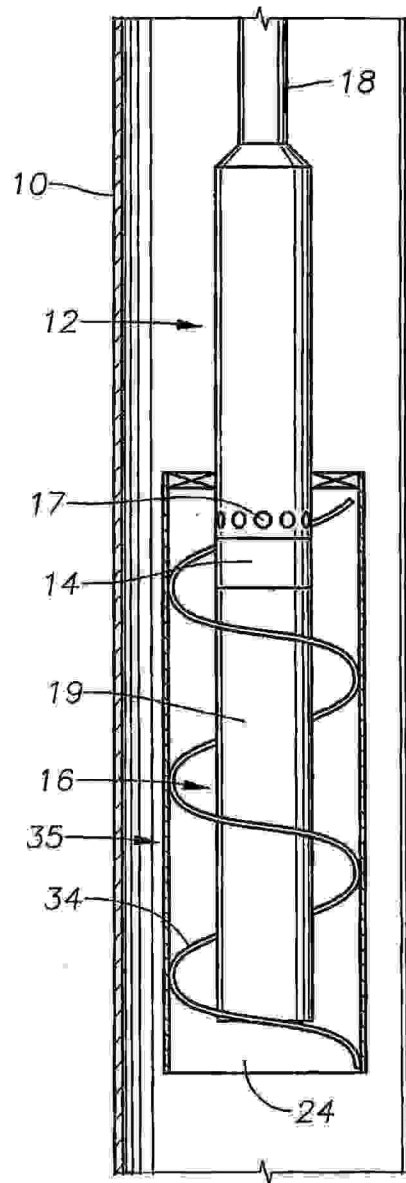


Fig. 7

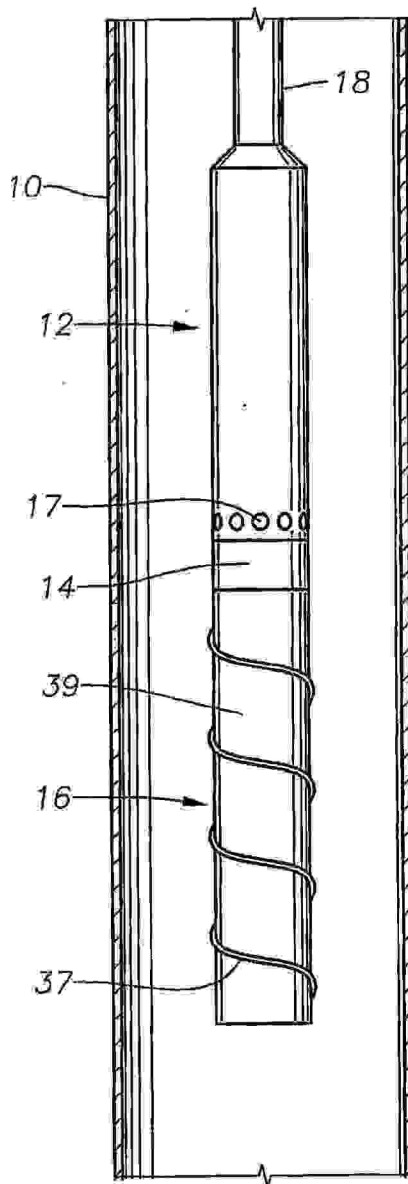


Fig. 8

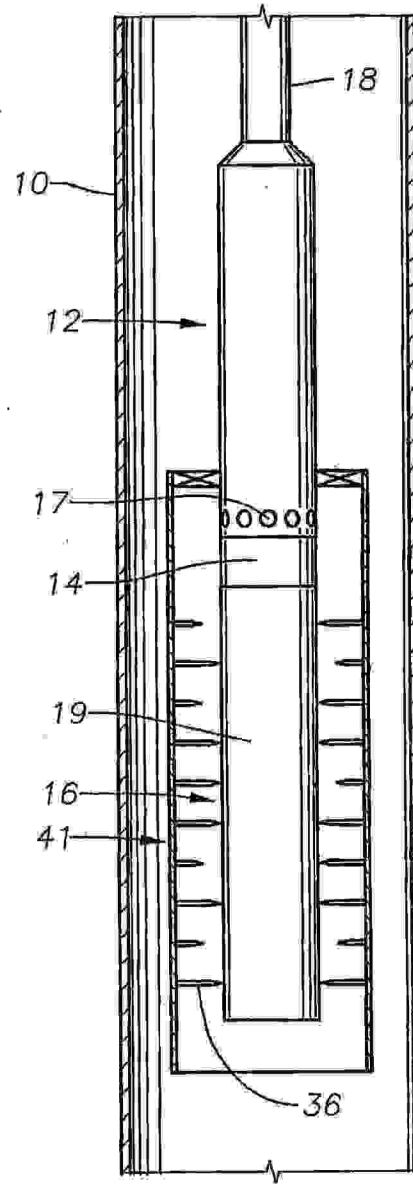


Fig. 9

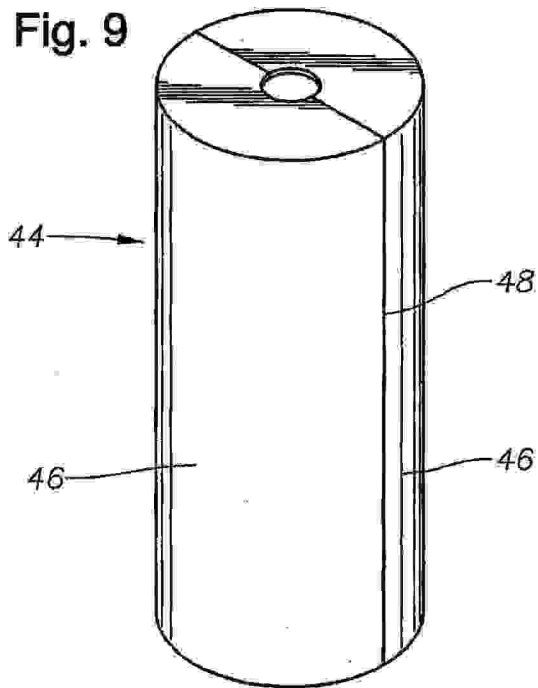


Fig. 10

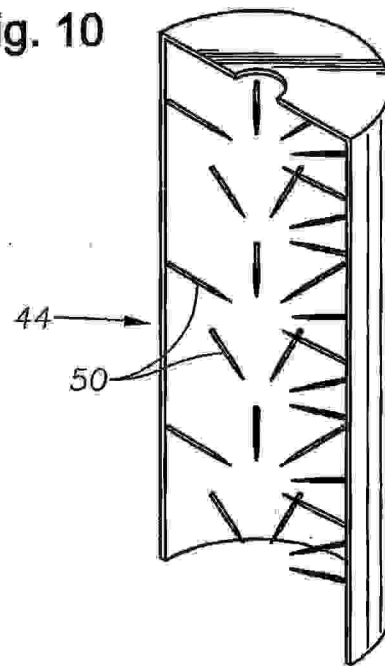


Fig. 11

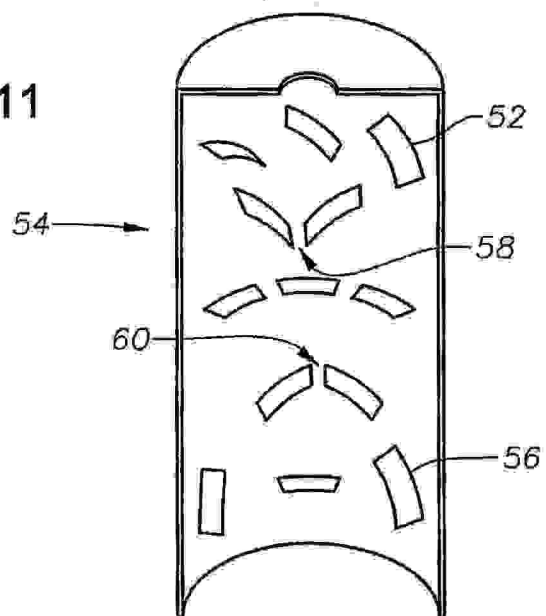


Fig. 12

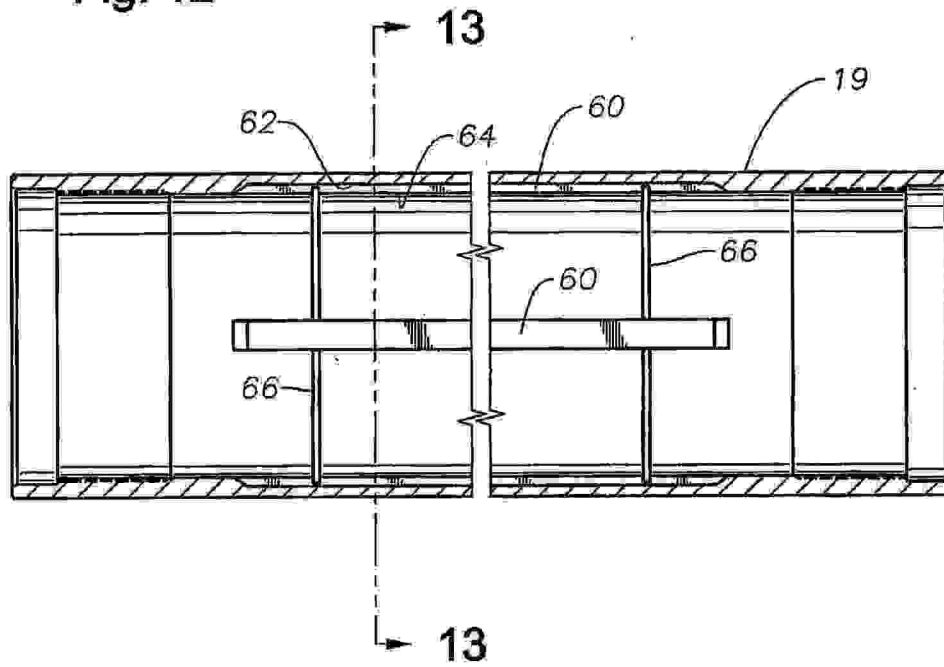


Fig. 13

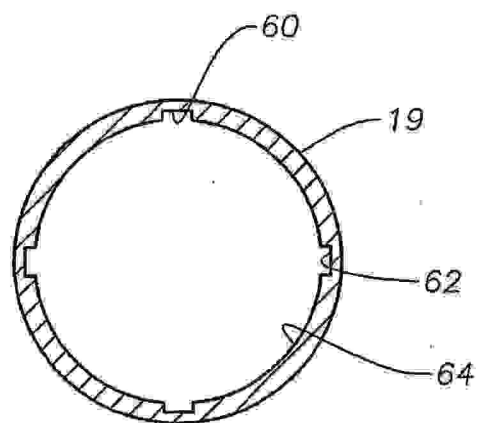


Fig. 14

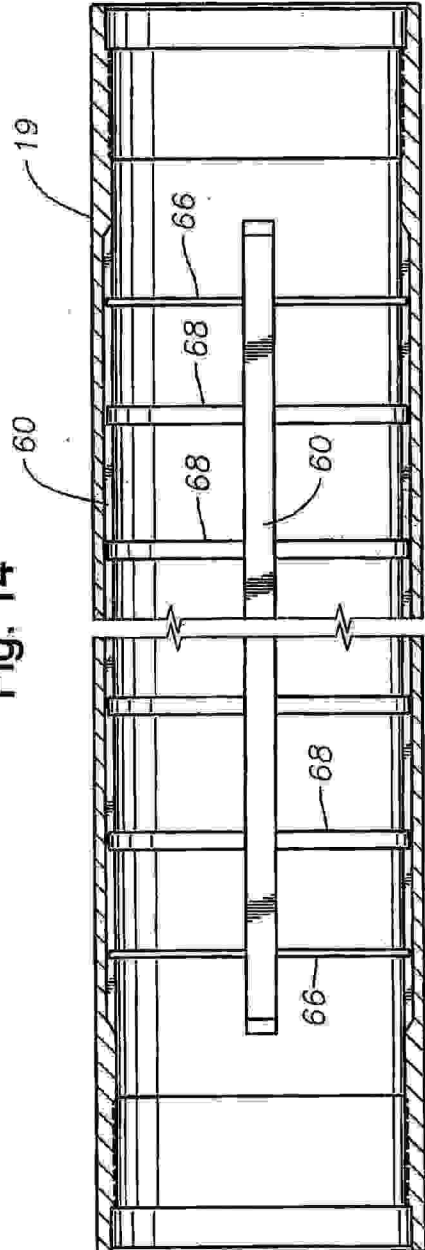


Fig. 15

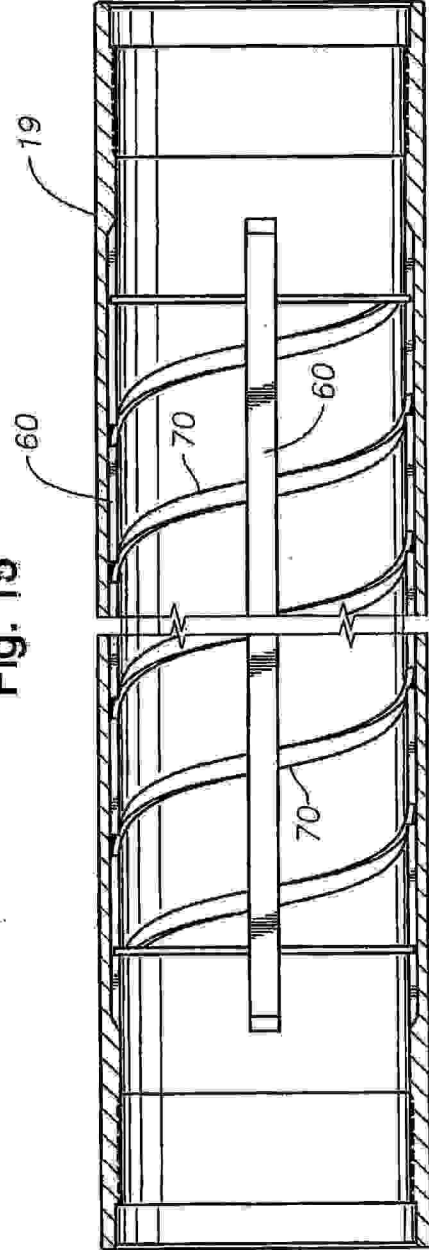


Fig. 16

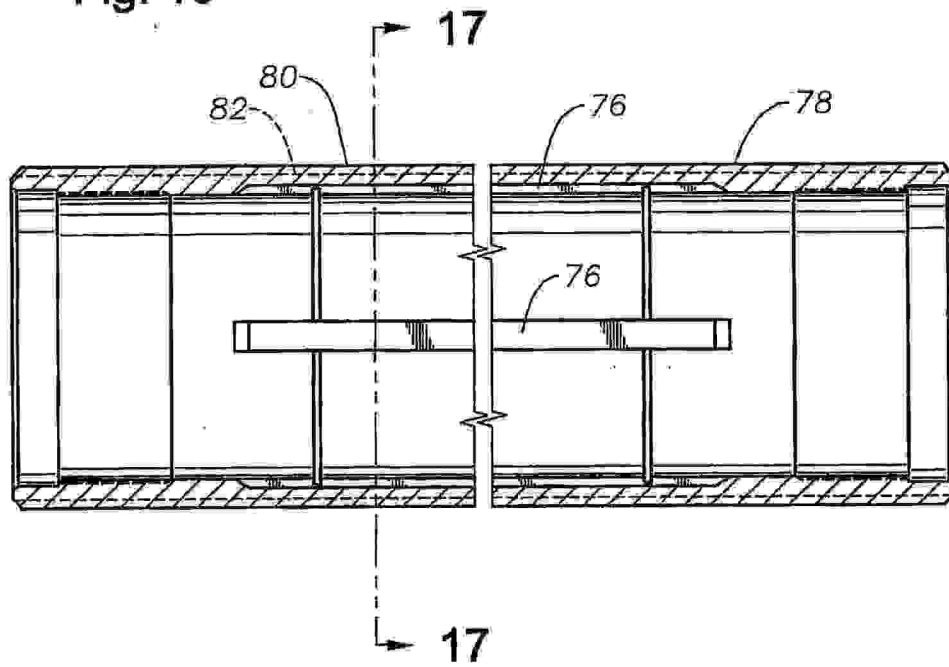


Fig. 17

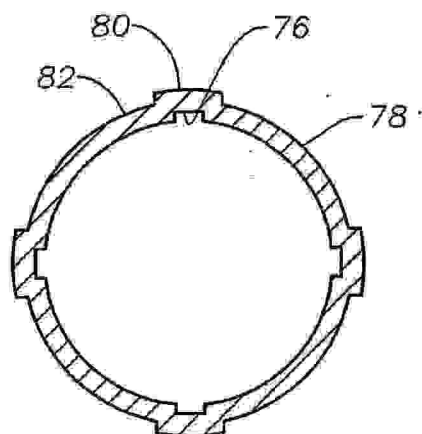


Fig. 18

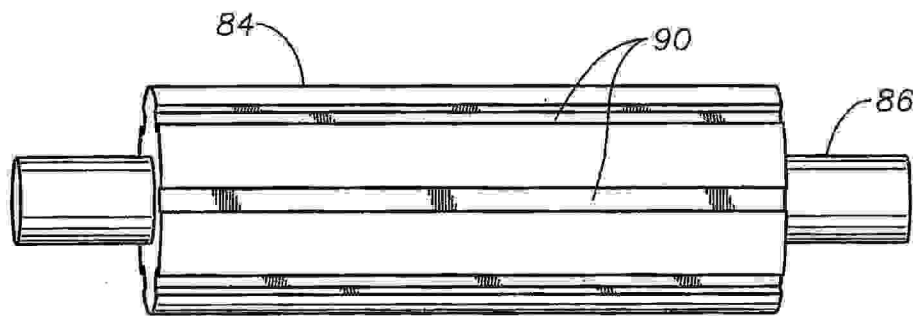


Fig. 19

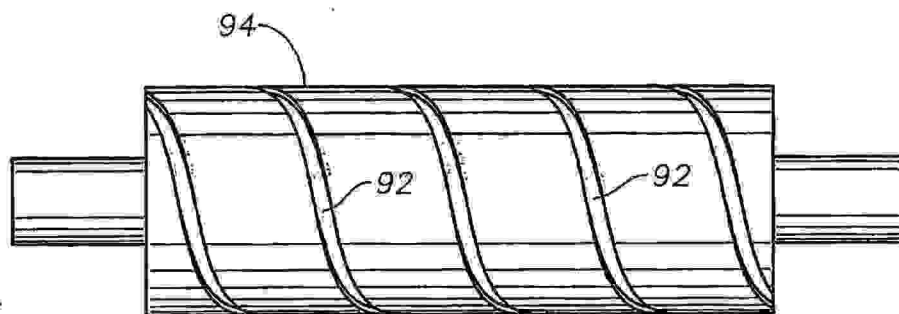
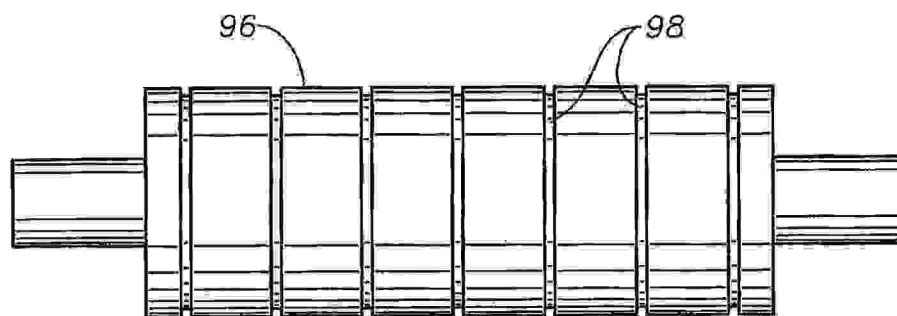


Fig. 20



RESUMO

Patente de Invenção: **"TRANSFERÊNCIA TÉRMICA APERFEIÇOADA POR MEIO DE BOMBA SUBMERSÍVEL ELÉTRICA"**.

A presente invenção refere-se a um motor de uma bomba submersível elétrica que gera uma quantidade significativa de calor que pode ser removida por transferência térmica para o fluido da produção do poço. A carcaça do motor pode ter geradores de turbulência, que aumentam a turbulência do fluido da produção para aumentar a velocidade de transferência térmica. Os geradores de turbulência são projetados para facilidade de fabricação e manutenção.