



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

(21) **PI 1103484-0 A2**

(22) Data de Depósito: 20/07/2011
(43) Data da Publicação: 15/01/2013
(RPI 2193)



(51) *Int.Cl.:*
F24C 3/00

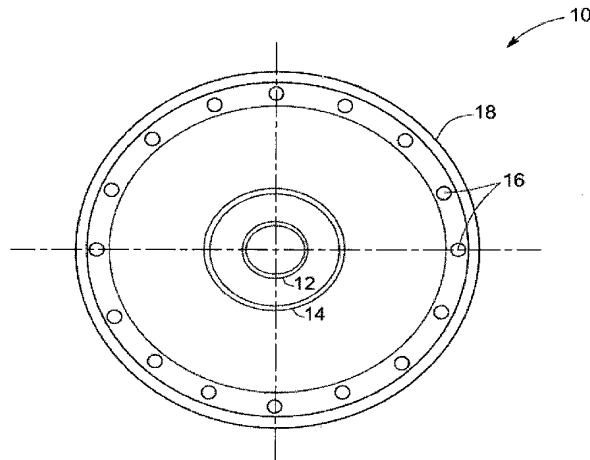
(54) **Título:** AQUECEDOR DE SUBSUPERFÍCIE
MÉTODO PARA AQUECER UMA ZONA DE
SUBSUPERFÍCIE

(30) **Prioridade Unionista:** 30/07/2010 US 12/847,016

(73) **Titular(es):** GENERAL ELECTRIC COMPANY

(72) **Inventor(es):** SHERIF HATEM ABDULLA MOHAMED

(57) **Resumo:** AQUECEDOR DE SUPERFÍCIE E MÉTODO PARA AQUECER UMA ZONA DE SUBSUPERFÍCIE. Em um aspecto, a presente invenção fornece um aquecedor de subsuperfície compreendendo: um conduto de suprimento de gás combustível; um conduto de suprimento de oxigênio e um alojamento externo transmissor de calor incluindo o meio refratário poroso. O conduto de suprimento de gás combustível e o conduto de suprimento de oxigênio são configurados como um par concêntrico disposto dentro de um meio refratário poroso e acoplado a uma pluralidade de jatos de gás disposta no meio refratário poroso. O meio refratário poroso tendo disposto neste uma pluralidade de produtos de combustão de condutos de retorno de gás. Os produtos de combustão de condutos de gás são configurados para receber gases de produto de combustão do meio refratário poroso. Também fornecido em outro aspecto da presente invenção, é um método para aquecer uma zona de subsuperfície.



“AQUECEDOR DE SUBSUPERFÍCIE E MÉTODO PARA AQUECER UMA ZONA DE SUBSUPERFÍCIE ”

ANTECEDENTES

Existem extensivos reservatórios de hidrocarboneto distribuídos
5 ao redor do mundo que, para o futuro previsível, representam recursos chave
de energia para o contínuo desenvolvimento econômico do mundo. Esses
reservatórios frequentemente contêm uma preparação viscosa de
hidrocarboneto, chamada de “alcatrão”, “óleo pesado,” ou “óleo ultra pesado,”
que tipicamente tem uma viscosidade na faixa de cerca de 3, 000 a 1,000,000
10 centipoise quando medida em torno de 37.5 °C. Muitas formações geológicas
portadoras de hidrocarbonetos contêm as ditas preparações de hidrocarboneto
que não permitem um fluxo imediato do conteúdo de hidrocarboneto para
perfuração do poço para extração por causa de sua alta viscosidade. Em
determinados reservatórios de hidrocarboneto, por exemplo, reservatórios de
15 xiste betuminoso, os componentes de hidrocarboneto precisam ser
termicamente quebrados em compostos de peso molecular inferior de maneira
a afetar sua recuperação de um reservatório. Em determinados casos, o
reservatório precisa ser esquentado a uma temperatura acima de 300 °C de
forma a afetar até a extração parcial de hidrocarbonetos de um reservatório de
20 hidrocarboneto.

Três tipos diferentes de processos são conhecidos para aumentar
a extração de hidrocarboneto de reservatórios subterrâneos de hidrocarboneto.
Esses processos podem ser classificados geralmente como processos termais,
processos químicos e processos de deslocamento miscível.

25 Um notável processo termal conhecido envolve uma técnica de
combustão “*in situ*” em que o reservatório, servindo como sua própria fonte de
combustível, é acessa através de um poço de injeção e uma zona de
combustão é propagada a partir do poço de injeção em direção ao poço de

produção. A combustão pode ser de certa forma controlada pela posição do poço de injeção e o modo de entrega do oxigênio exógeno necessário para afetar a combustão dentro da zona de combustão. Por causa da natureza e complexidade do combustível envolvido, tal técnica de combustão *in situ* produz uma complexa variedade de gases produzidos pela combustão que precisam ser cuidadosamente controlados de maneira a prevenir sua liberação descontrolada no meio ambiente.

O fenômeno condutor de calor dentro em volta do reservatório pode representar um papel crítico em taxas de recuperação de hidrocarboneto, e tais taxas podem ser posteriormente limitadas pela tendência dos componentes de hidrocarboneto do reservatório para passar por coqueificação. A taxa de transferência de calor de uma fonte de calor para o reservatório pode ser limitada pela temperatura de coqueificação e a temperatura ambiente do reservatório portador de hidrocarboneto. Então, métodos envolvendo o aquecimento de um reservatório de hidrocarboneto precisam equilibrar a taxa na qual o calor é introduzido no reservatório em oposição à temperatura de coqueificação dos componentes de hidrocarboneto do reservatório e a taxa na qual o calor pode ser conduzido da fonte de calor para o reservatório.

Portanto existe a necessidade para dispositivos de aquecimento de subsuperfície que utilizem combustíveis limpos tal como gás natural e afetem uma entrega controlada de quantias substanciais de calor do dispositivo para o reservatório, de forma que a coqueificação possa ser minimizada enquanto a eficiência da recuperação de hidrocarboneto é maximizada.

BREVE DESCRIÇÃO

Em um aspecto, a presente invenção fornece um aquecedor de subsuperfície compreendendo: um conduto de suprimento de gás combustível; um conduto de suprimento de oxigênio e um alojamento externo transmissor de calor abrangendo o meio refratário poroso. O conduto de suprimento de gás

combustível e o conduto de suprimento de oxigênio são configurados como um par concêntrico disposto dentro de um meio refratário poroso e emparelhado a uma pluralidade de jatos de gás dispostos dentro do meio refratário poroso. O meio refratário poroso tendo disposto dentro deste uma pluralidade de condutos de retorno de produtos da combustão de gás. Os condutos de retorno de produtos da combustão de gás são configurados para receber gases produzidos pela combustão do meio refratário poroso.

Em outro aspecto, a presente invenção fornece um método para aquecimento de uma zona de subsuperfície, compreendendo: (a) criação de uma cavidade de acomodação para um aquecedor de subsuperfície; (b) instalação do aquecedor de subsuperfície; e (c) operação do aquecedor de subsuperfície. O aquecedor de subsuperfície compreende um conduto de suprimento de gás combustível e um conduto de suprimento de oxigênio configurado como um par concêntrico disposto dentro de um meio refratário poroso e emparelhado a uma pluralidade de jatos de gás dispostos dentro do meio refratário poroso, o meio refratário poroso tendo disposto dentro deste uma pluralidade de condutos de retorno de produtos da combustão de gás, os condutos de retorno de produtos da combustão de gás tendo sido configurados para receber gases produzidos pela combustão do meio refratário poroso; e a alojamento externo transmissor de calor abrangendo o meio refratário poroso.

Em ainda outro aspecto, a presente invenção fornece um aquecedor de subsuperfície compreendendo: um conduto de suprimento de gás combustível; um conduto de suprimento de oxigênio e um alojamento externo transmissor de calor abrangendo o meio refratário poroso. O conduto de suprimento de gás combustível e o conduto de suprimento de oxigênio são configurados como um par concêntrico disposto dentro de um meio refratário poroso e emparelhado a uma pluralidade de jatos de gás dispostos dentro do meio refratário poroso. O meio refratário poroso tendo disposto dentro deste

uma pluralidade de condutos de retorno de produtos da combustão de gás. Os condutos de retorno de produtos da combustão de gás são configurados para receber gases produzidos pela combustão do meio refratário poroso. A pluralidade de jatos de gás é operável independentemente.

5

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Estas e outras características, aspectos, e vantagens da presente invenção irão se tornar melhor entendidas quando a seguinte descrição detalhada é lida com referência aos desenhos em anexo em que os caracteres similares representam partes similares por todos os desenhos, em que:

10

A FIGURA 1 é uma seção transversal de um aquecedor de subsuperfície de acordo com uma realização da invenção.

A FIGURA 2 is a vista seccional de um aquecedor de subsuperfície de acordo com uma realização da invenção.

15

A FIGURA 3 é uma seção de um aquecedor de subsuperfície de acordo com uma realização da invenção.

A FIGURA 4 é uma seção de um aquecedor de subsuperfície de acordo com uma realização da invenção.

A FIGURA 5 é uma seção de um aquecedor de subsuperfície de acordo com uma realização da invenção.

20

DESCRIÇÃO DETALHADA

Nas seguintes especificações e reivindicações, a seguir, referências serão feitas a vários dos termos, que serão definidos como tendo os seguintes significados.

25

As formas singulares “um”, “uma” e “o” incluem referências ao plural a menos que o contexto claramente estabeleça de outra forma.

“Opcional” ou “opcionalmente” significa que o evento descrito subsequentemente ou a circunstância pode ou não ocorrer, e que a descrição inclua casos aonde o evento ocorre e casos aonde não.

É também entendido que termos como “superior,” “inferior,” “externo,” “interno” e semelhantes, são palavras de conveniência e não são para serem interpretadas como termos limitadores. Ademais, sempre que uma característica especial da invenção é dita que compreende ou consiste de pelo menos um de diversos elementos de um grupo e combinações deste, é entendido que a característica pode compreender ou consiste de quaisquer dos elementos do grupo, tanto individualmente ou em combinação com qualquer dos outros elementos daquele grupo.

A linguagem de aproximação, conforme usada neste documento durante a especificação e as reivindicações, pode ser aplicada para modificar qualquer representação quantitativa que poderia variar permissivamente sem resultar em uma mudança na função básica a qual está relacionada. Conseqüentemente, um valor modificado por um termo ou por termos, como em “cerca de”, não deve ser limitado a um preciso valor especificado. Em alguns casos, a linguagem de aproximação pode corresponder à precisão de um instrumento para medição do valor. De forma similar, “livre” podem ser usado em combinação com um termo, e pode incluir um número insubstancial, ou traçar quantias, enquanto ainda sendo considerado livre de termos modificados.

Conforme discutido em detalhes baixo, realizações da presente invenção incluem um aquecedor de subsuperfície compreendendo: um conduto de suprimento de gás combustível; um conduto de suprimento de oxigênio e um alojamento externo transmissor de calor abrangendo o meio refratário poroso. O conduto de suprimento de gás combustível e o conduto de suprimento de oxigênio são configurados como um par concêntrico disposto dentro de um meio refratário poroso e emparelhado a uma pluralidade de jatos de gás dispostos dentro do meio refratário poroso. O meio refratário poroso tendo disposto dentro deste uma pluralidade de condutos de retorno de

produtos da combustão de gás. Os condutos de retorno de produtos da combustão de gás são configurados para receber gases produzidos pela combustão do meio refratário poroso.

Em uma realização da presente invenção, conforme ilustrado pela FIGURA 1, o aquecedor de subsuperfície 10 inclui um conduto de suprimento de gás de combustão 12 e um conduto de suprimento de oxigênio 14. Em uma realização, o conduto de suprimento de gás de combustão 12 e conduto de suprimento de oxigênio 14 formam um par concêntrico. Em outra realização, o conduto de suprimento de gás de combustão 12 e o conduto de suprimento de oxigênio 14 podem ser instalados paralelos entre si (por exemplo, um tipo de disposição lado a lado). Em uma realização, a combustão de gás pode ser selecionada do grupo que consiste de gás natural, hidrocarbonetos como metano, propano etc., uma pré-mistura de metano e ar, querosene tipo combustível de jato e similares. Em outra realização, o conduto de suprimento de gás de combustão 12 forma um conduto interno do par concêntrico. Em outra realização, o conduto de suprimento de gás de combustão 12 forma um conduto externo do par concêntrico.

Em uma realização, o conduto de suprimento de oxigênio 14 pode carregar gás selecionado a partir do ar, gases inertes como argônio, nitrogênio, ar enriquecido com oxigênio, misturas sintéticas de oxigênio e um ou mais gases, e similares. Em outra realização, o conduto de suprimento de oxigênio 14 pode carregar gás que contenha pelo menos cerca de 70 por cento em peso de oxigênio. Em ainda outra realização, o conduto de suprimento de oxigênio 14 pode carregar gás que contenha pelo menos cerca de 90 por cento em peso de oxigênio.

O aquecedor de subsuperfície inclui um alojamento externo transmissor de calor 18. O alojamento externo transmissor de calor 18 inclui um meio refratário poroso 20. Em uma realização, a área entre o conduto

externo do par concêntrico e o alojamento externo transmissor de calor 18 contém o meio refratário poroso 20. Em uma realização, o meio refratário poroso 20 inclui materiais que são resistentes a calor. Exemplos não limitantes de materiais que podem estar presentes no meio refratário poroso 20 incluem

5 materiais cerâmicos como alumina, sílica, zircônia, carbureto de silício, dióxido de silício-alumina (mulita), compósitos de alumina-zircônia, esferas de metais incluindo metais como ferro, ou ligas baseadas em ferro. Em outra realização, o meio refratário poroso 20 inclui pelo menos um material selecionado a partir de um grupo consistindo de alumina, sílica, carbono, e lodo.

10 Em uma realização, o conduto de suprimento de gás de combustão 12 e o conduto de suprimento de oxigênio 14 que são configurados como um par concêntrico disposto dentro do meio refratário poroso 20. O conduto de suprimento de gás de combustão 12 e o conduto de suprimento de oxigênio 14 são emparelhados a uma pluralidade de jatos de gás 24 (conforme

15 mostrado na FIGURA 2). Em uma realização, os jatos de gás 24 podem preceder em torno de um eixo geométrico central definido pelo conduto de suprimento de gás de combustão 12 e o conduto de suprimento de oxigênio 14. Então, as posições dos jatos de gás 24 e bocais de oxigênio (ar) associados 22 podem variar com respeito à posição de referência definida pelo eixo

20 geométrico definido pelo conduto de suprimento de gás de combustão 12 e conduto de suprimento de oxigênio 14 e é referido neste documento como movimento de precessão. Em uma realização, o movimento de precessão pode compreender de intervalos rotacionais regulares com respeito a uma posição de referência. Em uma realização, uma da pluralidades de jatos de

25 gás 24 representa a posição de referência e é denominado como grau 0 de rotação, enquanto um segundo jato de gás adjacente é precedido no que diz respeito ao primeiro jato de gás por cerca de 90 graus de rotação, enquanto um terceiro jato de gás adjacente ao segundo jato de gás é precedido no que diz

respeito ao primeiro jato de gás por cerca de 180 graus de rotação, enquanto um quarto jato de gás adjacente ao terceiro jato de gás é precedido no que diz respeito ao primeiro jato de gás por cerca de 270 graus de rotação, e um quinto jato de gás adjacente ao quarto jato de gás é precedido no que diz respeito ao primeiro jato de gás por cerca de 0 graus de rotação. Aqueles com nível comum na técnica irão apreciar que várias configurações da pluralidade de jatos de gás 24 e bocais de oxigênio (ar) associados 22 são possíveis. Em uma realização, agrupamentos de pluralidades de jatos de gás 24 e bocais de oxigênio (ar) associados 22 podem preceder acerca do eixo geométrico definido por um conduto de suprimento de gás de combustão 12 e um conduto de suprimento de oxigênio 14.

Em outras séries de realizações, o movimento de precessão pode ser aleatório ou descontínuo. Em ainda outra realização, não há precessão de uma pluralidade de jatos de gás 24 e bocais de oxigênio (ar) associados 22 acerca de uma posição de referência junto do eixo geométrico definido pelo conduto de suprimento de gás de combustão 12 e o conduto de suprimento de oxigênio 14.

Em uma realização, cada uma das pluralidades de jatos de gás 24 e bocais de oxigênio (ar) associados 22 (referidos em conjunto como "queimadores") são operáveis independentemente, isto é um queimador pode ser desligado ou ligado independentemente sem afetar o estado dos queimadores no aquecedor de subsuperfície. Então, em uma realização, durante a operação de uma primeira pluralidade de queimadores localizados em uma posição de referência denominada 0 graus junto com o eixo geométrico definido pelo conduto de suprimento de gás de combustão 12 e o conduto de suprimento de oxigênio 14 são "ligados" (isto é a pluralidade de jatos de gás 24 e bocais de oxigênio (ar) associados 22 são abertos e a mistura de oxigênio-combustível emergindo a partir deste está queimando) enquanto

uma segunda pluralidade de queimadores localizados em uma posição de referência denominada 180 graus junto com o eixo geométrico definido pelo conduto de suprimento de gás de combustão 12 e o conduto de suprimento de oxigênio 14 são “desligados” (isto é, os jatos de gás 24 e bocais de oxigênio (ar) associados 22 são fechados). Em ainda outra realização, a quantia de calor produzido em qualquer tempo determinado por qualquer uma das pluralidades de jatos de gás 24 pode ser variada independentemente pela variação de parâmetros como a pressão do gás de combustão, pressão do oxigênio, ou variando a proporção de oxigênio em relação ao gás de combustão.

Em diversas realizações, uma pluralidade de jatos de gás 24 e bocais de oxigênio (ar) 22 pode ser controlada, de modo que estes sejam abertos, parcialmente abertos ou fechados, dependendo da necessidade. Sistemas de controle convencionais podem ser empregados. Em uma realização, os componentes mecânicos dos queimadores (por exemplo, os jatos de gás 24, os bocais de oxigênio (ar) associados 22, e o isqueiro de queimador) e um conjunto de sensores operacionais (sensor de chama acesa/apagada, sensor de válvula aberta/fechada, sensor de temperatura, sensor de pressão, sensor de isqueiro aceso/apagado) são ligados a um controlador através de cabo de controle isolado disposto em matriz ao longo do eixo geométrico de e dentro do conduto de suprimento de gás de combustão 12.

Em uma realização, o meio refratário poroso 20 pode incluir três zonas (não mostradas) que incluem uma zona de mistura, uma zona de ignição e uma zona de reação. A zona de reação também pode ser chamada de uma zona de combustão, já que a combustão ocorre na zona de reação. Em outra realização, as três zonas presentes no meio refratário poroso 20 podem ser facilmente distinguíveis. Em uma realização, as três zonas podem incluir um

meio refratário poroso 20 tendo um tamanho de partícula uniforme. Em outra realização, o tamanho da partícula no meio refratário poroso 20 pode variar nas três zonas. Por exemplo, a zona de mistura pode ser acondicionada com partículas de tamanho pequeno, a zona de ignição pode ser acondicionada com partículas de tamanho maior.

Em uma realização, o meio refratário poroso 20 inclui uma pluralidade de bocais 22, algumas vezes, no presente documento chamados de "bocais de ar", que são acoplados ao conduto de suprimento de oxigênio, liberam um gás contendo oxigênio (por exemplo ar, oxigênio, ou uma mistura sintética de oxigênio e um ou mais gases) no meio refratário poroso 20. Em outra realização, o bocal de ar 22 e o jato de gás 24 pode formar um para concêntrico. Em uma realização, a mistura do gás contendo oxigênio fornecida pelo de suprimento de oxigênio e pelo gás de combustão, ocorre na proximidade da pluralidade de jatos de gás 24. Em uma realização, a mistura de gás de combustão e oxigênio pode ser acesa por um isqueiro, por exemplo, um queimador pequeno de chama aberta, um fio aquecido eletricamente, ou um dispositivo de faísca. Uma vez acesa a chama pode se propagar na zona de combustão no meio refratário poroso 20.

Está disposta no meio refratário poroso 20 uma pluralidade de produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16. Os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 são configurados para gases de produto de combustão que são formados como o resultado de combustão no meio refratário poroso 20. Os gases de produto de combustão são tipicamente compreendidos de dióxido de carbono e água mas podem incluir outros produtos também. Em uma realização, os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 são simetricamente dispostos em relação um ao outro no meio refratário poroso 20. Em outra realização, os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 são localizados na periferia do meio refratário

poroso 20 adjacentes a uma superfície interna do alojamento externo transmissor de calor 18. Ainda em outra realização, os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 podem ser dispostos de uma maneira aleatória ou descontínua através do meio refratário poroso 20. Em outra

5 realização, os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 podem ser dispostos de uma maneira periódica no meio refratário poroso 20. Ainda em outra realização, os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 podem ser espaçados em um agrupamento no meio refratário poroso 20. Em uma realização, os produtos de combustão de condutos de

10 retorno de gás 16 incluem uma superfície externa porosa que permite que o fluxo dos gases de produto de combustão flua nos condutos do meio refratário poroso 20. Em uma realização, os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 podem ser operados de forma independente. Como usado no presente documento o termo “operado de forma independente” significa que

15 a qualquer momento apenas alguns ou todos os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 podem ser operados para conduzir os gases de produtos de combustão do meio refratário poroso 20. Em uma realização, o conduto de suprimento de gás de combustão 12 e o conduto de suprimento de oxigênio 14 dispostos no meio refratário poroso 20 são configurados para ter

20 um fluxo oposto com o calor gerado como resultado da combustão, isto é, o calor é conduzido em direção a parte central do meio refratário poroso 20, enquanto o gás de combustão e o oxigênio fluem para longe do coentro. Em outra realização, o gás de combustão e o oxigênio são mantidos a temperaturas de cerca de 50 °C que ajuda na velocidade mais baixa do fluxo e

25 reduz a perda de pressão.

Como será verificado pelos de habilidade comum na técnica, o combustível e os tubos de ar (isto é, o conduto de suprimento de gás combustível e o conduto de suprimento de oxigênio) podem estar próximos da

zona de combustão do meio refratário poroso e, há uma tendência do calor fluir em direção ao centro do aquecedor de subsuperfície, assim como ser radiado para fora do aquecedor de subsuperfície. Como resultado do fluxo para fora do gás combustível e do gás contendo oxigênio do conduto de suprimento de gás de combustão e do conduto de suprimento de oxigênio respectivamente, a temperatura em cada um dos condutos pode ser mantida a uma temperatura relativamente baixa durante a operação do queimador de subsuperfície. A velocidade mais baixa do fluxo e e uma menor perda de pressão são um resultado, das temperaturas relativamente baixas prevalecendo nos condutos de suprimento de combustível e de gás contendo oxigênio.

Em uma realização, o aquecedor de subsuperfície pode incluir adicionalmente uma pluralidade de sensor de temperaturas (não mostrado). Em uma realização, o sensor de temperatura pode ser disposto no aquecedor de subsuperfície. Em outra realização, o sensor de temperatura pode ser disposto fora de uma superfície externa do alojamento externo transmissor de calor 18 do aquecedor de subsuperfície. Em outra realização, o sensor de temperatura é configurado para fornecer dados para um sistema de controle.

A Figura 2 é uma seção 30 do aquecedor de subsuperfície de acordo com uma realização da invenção. Como ilustrado na Figura2 o gás de combustão pressurizado do conduto de suprimento de gás de combustão 12 e o oxigênio do conduto de suprimento de oxigênio 14 são postos em contato com o meio refratário poroso 20 através do jato de gás 24 e do bocal de ar 22 respectivamente. Como ilustrado na Figura 2, os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 são dispostos na periferia do meio refratário poroso 20 adjacente a uma superfície interna 26 do alojamento externo transmissor de calor 18.

A Figura 3 é uma seção do aquecedor de subsuperfície 50 de acordo com uma realização da invenção. Como mostrado na Figura 3 o

oxigênio 52 e o gás de combustão 54 fluem para a zona de reação 56 no meio refratário poroso 20. Em uma realização, a propagação da chama é radial. O contorno da razão de equivalência, que é definido como um contorno estimado ao longo do qual a razão do gás de combustão ao oxigênio é igual a razão estequiométrica do gás de combustão ao oxigênio. Isto indica que a reação ou combustão ocorre de maneira estequiométrica ao longo do contorno. Em uma realização, a temperatura de chama mais alta pode ser experimentada na região definida pelo contorno.

A Figura 4 mostra o perfil de temperatura ao longo de uma seção do aquecedor de subsuperfície de acordo com uma realização da invenção. O perfil de temperatura ao longo do aquecedor e externa a este, na área em torno do aquecedor, por exemplo, óleo de xisto, como mostrado na Figura 4. Na realização ilustrada, a temperatura foi descoberta como sendo dependente da distância do eixo geométrico definida pelo centro do conduto de suprimento de gás de combustão 12. A Figura 5 fornece dados que demonstram o contorno de temperatura ou isotermas 82, 84, 86, 88 e 90 dentro de um aquecedor de subsuperfície durante a operação, de acordo com uma realização da invenção.

Em uma realização, o aquecedor de subsuperfície pode ser operado em um ambiente pressurizado. Em outra realização, ele pode ser operável em gás de combustão e pressões de oxigênio variantes através de vários milhares de pés em comprimento. Em uma realização, o calor liberado dos produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 é relativamente baixo, por exemplo, quando a temperatura média dos gases de produto de combustão dentro e através do comprimento dos produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 é menor do que cerca de 200 °C. Sob tais condições a geração de NOx pode ser mínima. Em uma realização, os gases de produto de combustão compreendem menos do que cerca de 2ppm NOx.

Outro aspecto da invenção fornece um método para aquecer uma zona de subsuperfície, compreendendo: (a) criar uma cavidade de acomodação para o aquecedor de subsuperfície; (b) instalar o aquecedor de subsuperfície; e (c) operar o aquecedor de subsuperfície.

5 Em uma realização, a cavidade de acomodação pode ser criada em um reservatório de hidrocarboneto. Como usado no presente documento o termo "hidrocarboneto" é definido como compostos que compreendem carbono e hidrogênio. Entretanto, reservatórios que contém hidrocarboneto podem conter uma grande quantidade de componentes que compreendem elementos
10 que não sejam carbono e hidrogênio, por exemplo, halogênios, nitrogênio, oxigênio, metais, enxofre, e selênio. Exemplos não limitadores de componentes que podem estar presentes em um reservatório de hidrocarboneto incluem, cadeia linear e hidrocarbonetos ramificados, por exemplo, eicosano (uma cadeia linear hidrocarboneto C_{20}) e fitano (um hidrocarboneto ramificado C_{20}),
15 betume, óleo de alcatrão, minerais, asfaltitos, querogênio, e similares. O reservatório de hidrocarboneto é tipicamente contido dentro de uma matriz geológica, como as pedras sedimentares, areias, salicilato, carbonatos, diatomitas e similares. Em uma realização, o reservatório de hidrocarboneto é uma formação que contém óleo viscosa subterrânea. Em uma realização, o
20 reservatório de hidrocarboneto é contido dentro de uma formação de areia de óleo de alcatrão pesado. Em outra realização, o reservatório de hidrocarboneto é contido dentro uma formação de óleo de xisto. Em uma realização, a cavidade de acomodação pode ser subterrânea, localizada sob a tundra, sub o oceano ou em poços com base terrestre. Os métodos fornecidos pela presente
25 invenção podem ser praticados em conjunto com uma grande variedade de técnicas de recuperação de hidrocarboneto incluindo recuperação vertical, recuperação horizontal, e técnicas de drenagem por gravidade a vapor (SAGD). Em outra realização, a cavidade de acomodação pode ser criada em

uma zona próxima a superfície. Exemplos de zonas próximas a superfície aplicáveis incluem mas não se limitam a zonas de atividade de construção, zonas de confinamento de água, zonas de transporte de água (por exemplo entrega de água municipal e remoção de água servida), e zonas de tratamento
5 de água como uma estação municipal de tratamento de água servida.

Esta descrição escrita usa exemplos para apresentar a invenção, incluindo o melhor modo e também para permitir que qualquer pessoa versada na técnica a praticar a invenção, incluindo fazer e usar quaisquer dispositivos os sistemas e desempenhar quaisquer métodos incorporados. O escopo
10 patenteável da invenção é definido pelas reivindicações, e pode incluir outros exemplos que ocorrem com aqueles versados na técnica. Tais outros exemplos têm a intenção de estar dentro do escopo das reivindicações, se estes têm elementos estruturais que não se diferem da linguagem literal das reivindicações ou se estes incluem elementos estruturais equivalentes com
15 diferenças insubstanciais da linguagem literal das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. AQUECEDOR DE SUBSUPERFÍCIE compreendendo:

um conduto de suprimento de gás de combustão 12 e um conduto de suprimento de oxigênio 14 configurados como um par concêntrico disposto dentro de um meio refratário poroso 20 e acoplado a uma pluralidade de jatos de gás 24 disposta no meio refratário poroso 20, o meio refratário poroso 20 tendo disposto dentro deste uma pluralidade de produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16, os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16, sendo configurados para receber gases de produto de combustão do meio refratário poroso 20; e um alojamento externo transmissor de calor 18 incluindo o meio refratário poroso 20.

2. AQUECEDOR DE SUBSUPERFÍCIE, de acordo com a reivindicação 1, em que refratário poroso 20 é, pelo menos, um selecionado do grupo que consiste de alumina, sílica, zircônia, carbureto de silício, dióxido de alumina-silício, compósito de zircônia-alumina e esferas de metais incluindo metais como ferro, ou ligas à base de ferro.

3. AQUECEDOR DE SUBSUPERFÍCIE, de acordo com a reivindicação 1, em que os jatos de gás 24 avançam sobre um eixo geométrico central, definido pelo suprimento de gás de combustões 12.

4. AQUECEDOR DE SUBSUPERFÍCIE, de acordo com a reivindicação 1, em que os jatos de gás 24 são operados de forma independente.

5. AQUECEDOR DE SUBSUPERFÍCIE, de acordo com a reivindicação 1, em que os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 são localizados na periferia do meio refratário poroso 20 e adjacentes a uma superfície interna 26 do alojamento externo transmissor de calor 18.

6. AQUECEDOR DE SUBSUPERFÍCIE, de acordo com a reivindicação 1, compreende adicionalmente uma pluralidade de sensor de

temperaturas.

7. MÉTODO PARA AQUECER UMA ZONA DE SUBSUPERFÍCIE, que compreende:

(a) criar uma cavidade de acomodação para um aquecedor de subsuperfície compreendendo um conduto de suprimento de gás de combustão 12 e um conduto de suprimento de oxigênio 14 configurados como um par concêntrico disposto dentro de um meio refratário poroso 20 e acoplado a uma pluralidade de jatos de gás 24 dispostos no meio refratário poroso 20, o meio refratário poroso 20 tendo disposto dentro do mesmo uma pluralidade de produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16, os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 sendo configurados para receber gases de produto de combustão do meio refratário poroso 20; e um alojamento externo transmissor de calor 18 incluindo o meio refratário poroso 20;

(b) instalar o aquecedor de subsuperfície; e

(c) operar o aquecedor de subsuperfície.

8. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, em que a cavidade de acomodação é criada em um reservatório de hidrocarboneto.

9. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, em que a cavidade de acomodação é criada na zona próxima a superfície.

10. AQUECEDOR DE SUBSUPERFÍCIE que compreende:

um conduto de suprimento de gás de combustão 12 e um conduto de suprimento de oxigênio 14 configurados como um par concêntrico disposto dentro de um meio refratário poroso 20 e acoplado a uma pluralidade de jatos de gás 24 disposta no meio refratário poroso 20, o meio refratário poroso 20 tendo disposto dentro deste uma pluralidade de produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16, os produtos de combustão de condutos de retorno de gás 16 sendo configurados para receber gases de produto de combustão do meio refratário poroso 20; e um alojamento externo transmissor

de calor 18 incluindo o meio refratário poroso 20 e, em que a pluralidade de jatos de gás 24 é operada de forma independente.

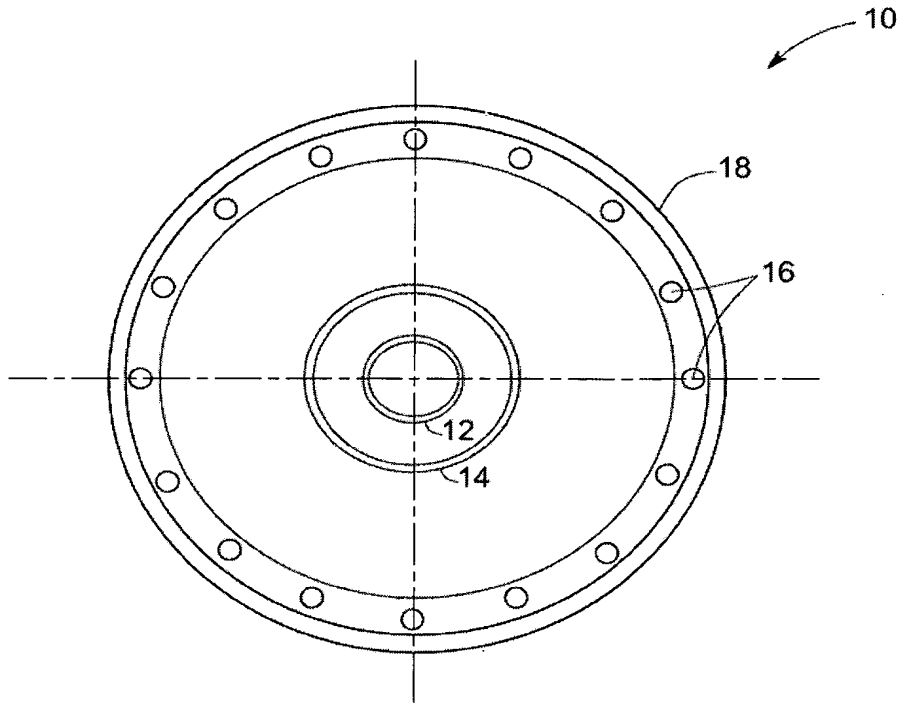


Fig. 1

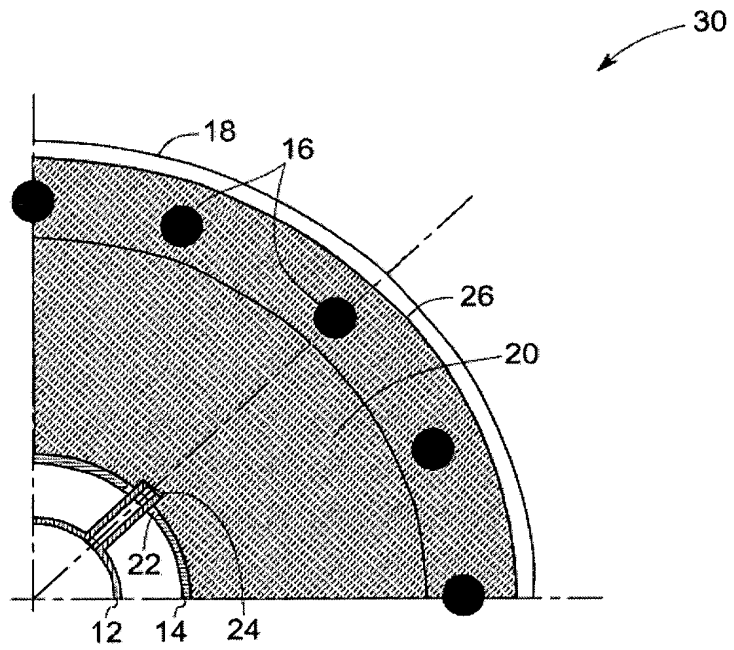


Fig. 2

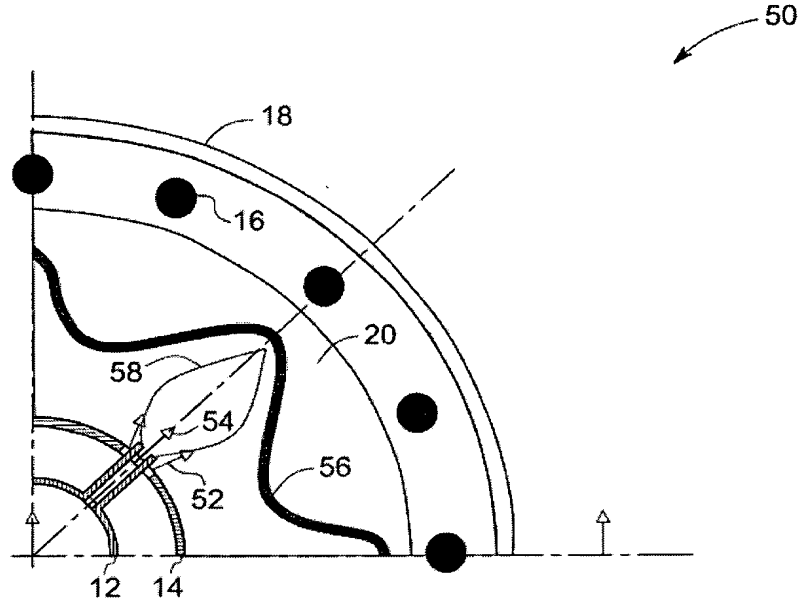


Fig. 3

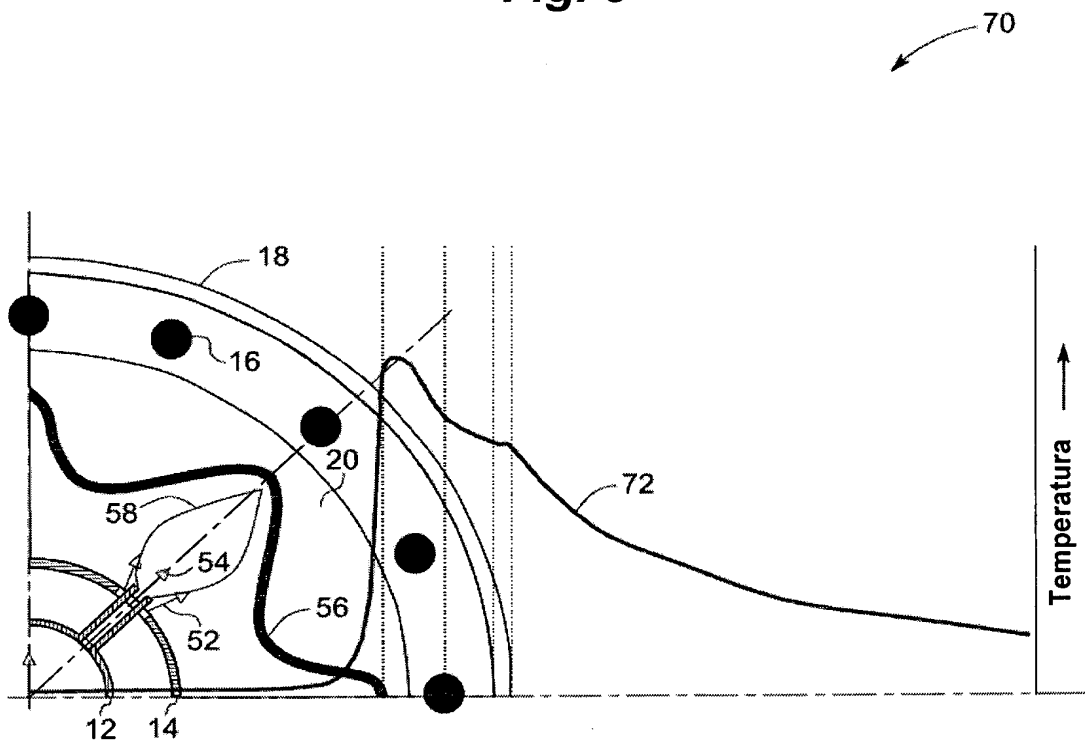


Fig. 4

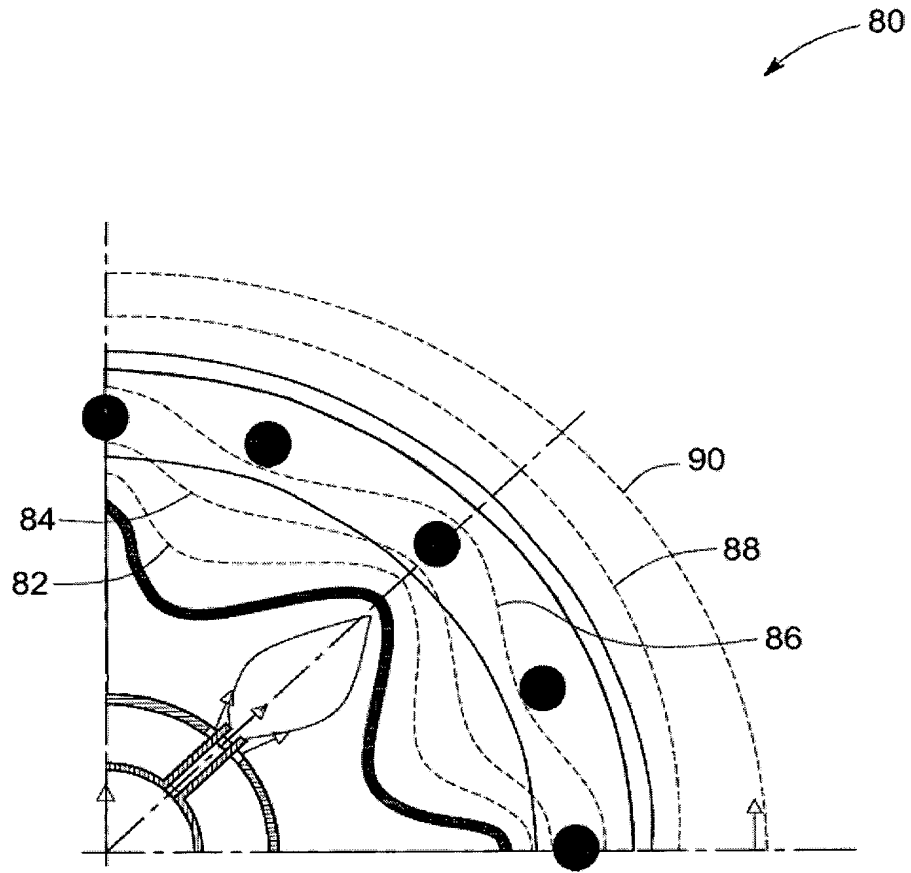


Fig. 5

RESUMO**“AQUECEDOR DE SUBSUPERFÍCIE E MÉTODO PARA AQUECER UMA
ZONA DE SUBSUPERFÍCIE ”**

Em um aspecto, a presente invenção fornece um aquecedor de
5 subsuperfície compreendendo: um conduto de suprimento de gás combustível;
um conduto de suprimento de oxigênio e um alojamento externo transmissor de
calor incluindo o meio refratário poroso. O conduto de suprimento de gás
combustível e o conduto de suprimento de oxigênio são configurados como um
par concêntrico disposto dentro de um meio refratário poroso e acoplado a uma
10 pluralidade de jatos de gás disposta no meio refratário poroso. O meio
refratário poroso tendo disposto neste uma pluralidade de produtos de
combustão de condutos de retorno de gás. Os produtos de combustão de
condutos de retorno de gás são configurados para receber gases de produto de
combustão do meio refratário poroso. Também fornecido em outro aspecto da
15 presente invenção, é um método para aquecer uma zona de subsuperfície.