



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

(11) PI 1008862-8 B1



(22) Data do Depósito: 25/01/2010

(45) Data de Concessão: 15/10/2019

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO PARA RECUPERAR HIDROCARBONETOS A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO

(51) Int.Cl.: C02F 1/44; B01D 61/14; B09C 1/02; C02F 103/06.

(30) Prioridade Unionista: 05/02/2009 US 61/150130.

(73) Titular(es): SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B.V..

(72) Inventor(es): SUBHASH CHANDRA AYIRALA; ROBERT WING-YU CHIN; MICHAEL ALVIN CUROLE.

(86) Pedido PCT: PCT US2010021947 de 25/01/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/090889 de 12/08/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 03/08/2011

(57) Resumo: SISTEMA E MÉTODO PARA RECUPERAR HIDROCARBONETOS A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO Um sistema para recuperar hidrocarbonetos de uma formação, compreendendo um primeiro poço na formação para produzir uma mistura compreendendo um ou mais hidrocarbonetos e uma solução aquosa; um separador para dividir a mistura em uma ou mais correntes de hidrocarbonetos e uma corrente de solução aquosa; uma membrana para separar a solução aquosa em uma primeira corrente compreendendo uma elevada concentração de polímero e uma segunda corrente compreendendo uma baixa concentração de polímero; um segundo poço na formação para injetar uma solução polimérica aquosa, em que a solução polimérica aquosa compreende pelo menos uma porção da primeira corrente.

SISTEMA E MÉTODO PARA RECUPERAR HIDROCARBONETOS A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] As formas de realização aqui apresentadas dizem respeito em geral a aparelhos e métodos usados para operações intensificadas de recuperação de óleo com um polímero.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] A Patente Chinesa número CN101164920 A 20080423 apresenta o tratamento profundo das águas residuais de um campo petrolífero, e o método para reutilização da água como recurso. A água residual, após ser pré-tratada, é misturada com KMnO_4 para oxidação para remover suas substâncias redutivas, após o que é submetida a uma ultra-filtração para remover suas impurezas precipitadas e em suspensão. A água, após ter sido tratada, pode ser usada para preparar solução de polímero com aumento da viscosidade da solução. A solução pode ser alimentada de volta a um poço de óleo para recuperação terciária do óleo, para aumentar o rendimento e obter um benefício econômico. A Patente Chinesa CN101164920 é aqui incorporada como referência em sua totalidade.

[003] Consequentemente existe uma necessidade de sistemas e métodos de custo reduzido para operações de inundação polimérica.

[004] Em consequência, existe uma necessidade de operações de inundação polimérica com menores necessidades de polímero.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[005] Um aspecto da invenção provê um sistema para recuperar hidrocarbonetos de uma formação, compreendendo um primeiro poço na formação para produzir uma mistura compreendendo um ou mais hidrocarbonetos e uma solução aquosa; um separador para dividir a mistura em uma ou mais correntes de hidrocarbonetos e uma corrente de solução aquosa; uma membrana para separar a solução aquosa em uma primeira

corrente contendo uma alta concentração de polímero e uma segunda corrente contendo uma baixa concentração de polímero; um segundo poço na formação para injetar-se uma solução aquosa de polímero, em que a solução aquosa de polímero compreenda pelo menos uma porção da primeira corrente.

[006] Outro aspecto da invenção provê um método que compreende produzir uma mistura contendo um ou mais hidrocarbonetos e uma solução aquosa de uma formação; separar a mistura em uma ou mais correntes de hidrocarbonetos e uma corrente de solução aquosa; separar a solução aquosa em uma primeira corrente compreendendo uma alta concentração de polímero e uma segunda corrente compreendendo uma baixa concentração de polímero; injetar uma solução polimérica aquosa dentro da formação, em que a solução polimérica aquosa compreende pelo menos uma porção da primeira corrente.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[007] A Figura 1 mostra um fluxograma de acordo com uma forma de realização da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS

[008] Em um aspecto, as formas de realização aqui apresentadas dizem respeito em geral a aparelhos e métodos usados para recuperar polímero de água produzida em campo petrolífero. Especificamente, as formas de realização aqui apresentadas dizem respeito a um sistema para filtrar aditivos de polímeros da água produzida com o uso de uma membrana. Como usados neste relatório descritivo, os termos ‘alimentação’ e ‘água produzida’ referem-se a uma corrente de fluido de produção gerada de uma perfuração de poço durante a produção, contendo qualquer combinação de óleo, gás, água, salmoura, polímeros, sais, sulfitos, e outros aditivos ou componentes que compreendam um fluido de injeção aquosa usado para formações subterrâneas de inundações/dragagem contendo hidrocarbonetos.

[009] Os hidrocarbonetos são extraídos de formações subterrâneas contendo hidrocarbonetos, que são localizadas em vários ambientes. Algumas

reservas foram descobertas ao redor do globo em que não é possível produzir óleo economicamente com o uso de processos convencionais de recuperação de óleo tais como a depleção da pressão primária e as enxurradas de águas secundárias. Assim sendo, processos de recuperação alternativa para tais formações têm sido desenvolvidos. Um tal método é a recuperação intensificada do óleo (“EOR”), o qual usa um poço de injeção para injetar um fluido de tratamento ou de injeção, tal como um gás ou uma solução química aquosa, um fundo de poço em uma formação de produção de óleo para forçar o óleo em direção a um poço de produção, que desce sob o guarda-chuva da “enxurrada química”, e refere-se a uma solução de polímero aquosa viscosa usada para inundar formações subterrâneas que contêm hidrocarbonetos e intensificar a recuperação de óleo daquelas formações. O mecanismo responsável pela recuperação intensificada do óleo com injeção de polímero é a viscosidade aumentada da solução injetada, que resulta no controle de mobilidade eficaz dos fluidos (óleo e água) deslocados no reservatório.

[0010] Nos mecanismos de EOR, a energia para a produção de hidrocarboneto das formações subterrâneas contendo hidrocarboneto é suprida pela injeção dos fluidos químicos aquosos ou gases através de pelo menos um poço de injeção dentro da formação sob pressão, de tal modo que os fluidos químicos e/ou os gases acionem os hidrocarbonetos para pelo menos um poço de produção. A técnica de EOR química mais comumente usada é a ‘enxurrada polimérica’ que, como aqui usada, refere-se à injeção de um fluido aquoso contendo polímero em uma formação sob pressão de tal modo que proporcione a mobilidade requerida para forçar os hidrocarbonetos em uma formação para pelo menos um poço de produção.

[0011] Vários fatores podem influenciar a eficácia dos processos de fluxo secundário da água, incluindo a permeabilidade da formação e a viscosidade dos hidrocarbonetos na formação. Com base na viscosidade dos hidrocarbonetos na formação, aditivos de polímeros são tipicamente misturados com água de injeção

para aumentar a viscosidade da água injetada como sendo comparável ou mais elevada do que a viscosidade dos hidrocarbonetos a serem deslocados da formação. Pelo aumento da viscosidade da água de injeção como sendo comparável ou mais elevada do que a viscosidade dos hidrocarbonetos na formação, a água de injeção contendo polímero é capaz de prover eficazmente deslocamento semelhante a êmbolo do óleo à sua dianteira enquanto minimiza o manuseio da água através do óleo, resultando em recuperação mais eficiente do hidrocarboneto.

[0012] O controle da viscosidade da água de injeção é importante, porque tais fluidos tendem a seguir o curso de menor resistência dentro de uma formação, por exemplo, fluem através de zonas altamente permeáveis na formação e ultrapassam eficazmente zonas menos permeáveis que possam conter hidrocarbonetos. Por exemplo, um tal processo ocorre em reservatórios de óleo pesado ou em formações contendo hidrocarbonetos de alta viscosidade, em que o fluido de injeção aquosa tem uma viscosidade de menos do que aquela dos hidrocarbonetos de alta viscosidade na formação. Como um resultado, grandes quantidades de aditivos poliméricos são requeridas para se obter a viscosidade alvo aumentada com base nos hidrocarbonetos de alta viscosidade que se pretenda sejam removidos da formação. Em tais casos, isto o projeto economicamente não atrativo por causa do elevado custo dos aditivos poliméricos e/ou da preparação do fluido de injeção.

[0013] As aplicações correntes da EOR requerem o fluido de injeção a ser preparado de acordo com as propriedades da formação alvo. Em geral, os polímeros sólidos secos são primeiro dissolvidos em uma solução aquosa de injeção para formar a solução-mãe altamente concentrada (5.000 a 10.000 ppm). Este processo, entretanto, é demorado e requer equipamento de mistura especial. Além disso, outros problemas surgem quando polímeros orgânicos sólidos são usados para a preparação da solução-mãe. Estes incluem a hidratação insuficiente devida à mistura não homogênea e à reticulação

indesejável de alguns dos polímeros com contaminantes de metal quando o oxigênio esteja presente. A reticulação ou a hidratação insuficiente podem resultar na formação de microgéis ou olhos de peixe na solução-mão polimérica, o que tende a fazer com que o fluido de injeção diluído plugue a formação dentro da qual ele seja injetado. Para evitar estes problemas, soluções poliméricas orgânicas concentradas facilmente disponíveis podem ser preferidas no sítio da perfuração ou em outro sítio em que o fluido de injeção seja preparado. Isto elimina o tempo e o custo da dissolução dos polímeros secos dentro da solução no sítio de perfuração.

[0014] Os mecanismos da EOR existentes dispõem dos aditivos poliméricos dispendiosos após eles terem sido usados na água de injeção, assim resultando na aplicação limitada do processo de injeção de polímero nos ambientes de óleo pesado. Vantajosamente, as formas de realização aqui descritas podem melhorar a economia do projeto nas aplicações de óleo pesado por possibilitar a recuperação - ao invés do descarte - do polímero da água produzida no campo de óleo. Em uma forma de realização, pelo menos uma porção do polímero pode ser recuperada da água produzida no campo de óleo com o uso de uma membrana; o polímero recuperado pode, então, ser reutilizado nos mecanismos subsequentes da EOR mediante a adição do polímero recuperado de volta à água de injeção. Igualmente, a remoção do polímero para reutilização pode possibilitar o descarte da água produzida no oceano ou em outra localização de descarte de água, em que o descarte de grandes quantidades de polímero possa ser desaconselhado ou ilegal.

[0015] Especificamente, as aplicações da EOR de injeção de polímero existentes indicam que de 30 a 50 % do polímero injetado se acha presente na água produzida no campo de óleo. Destes 30 a 50 %, até cerca de 95 % do polímero injetado, podem ser recuperados com o uso de uma membrana da presente invenção. Os polímeros presentemente usados para aplicações da EOR custam cerca de \$ 1,00 a \$ 3,00 por libra (453,59 g) e a recuperação destas

quantidades significativas do polímero injetado da água produzida no campo de óleo pode resultar em consideráveis economias nos custos de operação das aplicações da EOR. Além disso, uma pessoa de experiência normal na técnica reconhecerá que este processo pode também ser aplicado aos reservatórios de óleo leve ou àqueles reservatórios que tenham viscosidades misturadas dos hidrocarbonetos para economias razoáveis nos custos de operação.

[0016] Geralmente, as modalidades da presente invenção levam em conta aditivos poliméricos a serem recuperados da água produzida em campos de óleo. A Figura 1 mostra um fluxograma de acordo com uma forma de realização da presente invenção. Mais especificamente, a Figura 1 mostra um método para recuperar um filtrado da água produzida do campo de óleo com o uso de uma membrana. Inicialmente, um fluido de injeção é preparado para injeção em uma formação (Etapa 100). Como examinado acima, os fluidos de injeção podem ser preparados dependendo das propriedades da formação na qual eles serão injetados.

[0017] As operações de recuperação do óleo subterrâneo podem envolver a injeção de uma solução aquosa dentro da formação para ajudar a movimentar o óleo através da formação e manter a pressão no reservatório quando os fluidos sejam removidos. Geralmente, os fluidos de injeção podem conter sais solúveis tais como sulfatos e carbonatos além da água. Adicionalmente, os fluidos de injeção podem conter vários outros componentes, tais como tensoativos e/ou aditivos poliméricos. Em uma forma de realização da presente invenção, pelo menos um aditivo polimérico pode ser usado para preparar o fluido de injeção para injeção em uma formação. Como examinado acima, a adição do polímero ao fluido de injeção pode aumentar a viscosidade do fluido de injeção, o que pode auxiliar no deslocamento do óleo de alta viscosidade da formação.

[0018] Prosseguindo com a Figura 1, uma vez o fluido de injeção inicial tenha sido preparado para injeção, o fluido de injeção pode ser injetado em

uma formação (Etapa 102). Em uma forma de realização da presente invenção, o fluido de injeção pode ser injetado em um poço de injeção para empurrar os hidrocarbonetos na formação em direção a um poço de produção. O fluido de injeção pode, então, ser recuperado da formação na forma de água ou fluido produzidos (Etapa 104). A Etapa 104 pode também incluir uma etapa de separação para separar fluidos aquosos produzidos dos outros fluidos produzidos tais como óleo cru e de gases produzidos, tais como o gás natural, dióxido de carbono e/ou sulfeto de hidrogênio.

[0019] Como examinado acima, a ‘alimentação’ ou “água produzida” pode conter, por exemplo, qualquer combinação de água, salmoura, polímeros, sais, sulfitos, e quaisquer outros aditivos ou componentes contidos no fluido de injeção inicial, bem como componentes adicionais que possam ser combinados com o fluido enquanto no reservatório ou no poço de produção, incluindo componentes de óleo cru dissolvidos e dispersos. Em uma forma de realização da presente invenção, a água produzida pode, então, ser passada através de uma membrana (Etapa 106) para recuperar qualquer dos componentes acima mencionados da água ou fluido produzidos na forma de um concentrado (Etapa 108).

[0020] As membranas da presente invenção podem incluir as membranas de ultrafiltração (UF) e/ou de microfiltração (MF), bem como outras membranas comercialmente disponíveis adequadas para concentrar líquidos filtrados da água ou fluido produzidos. Como aqui usado, ‘microfiltração’ significa a filtração de partículas em suspensão na solução, as quais têm $\geq 0,1 \mu\text{m}$ ou 500.000 Daltons de tamanho ou peso. ‘Ultrafiltração’, como usado neste relatório descritivo, significa a filtração de partículas em suspensão na solução, que têm 0,01 a $0,1 \mu\text{m}$ ou 1000 a 500.000 Daltons de tamanho ou peso.

[0021] A seleção de uma membrana de acordo com algumas formas de realização da presente invenção pode incluir a avaliação de uma variedade de

membranas no material de amostra para determinar a melhor membrana em termos de fluxo e/ou qualidade de permeação. Como aqui usado, 'fluxo' é uma medição do volume de fluido que passa através da membrana durante um certo intervalo de tempo para uma área estabelecida da membrana; 'fluxo médio' é o fluxo médio pesado no tempo medido sobre uma faixa de concentração específica. Várias membranas foram escolhidas para estudo e são apresentadas na Tabela 1, abaixo. O desempenho das membranas da Tabela 1 é comparado na Tabela 2, abaixo. Estas membranas usam o processo intensificado de cisalhamento vibratório (VSEP), isto é, movimento oscilante (em 50 a 60 Hz de frequência) para separação intensificada de cisalhamento. Todas estas membranas acham-se comercialmente disponíveis. Desempenho semelhante é esperado mesmo com membranas de micro- e de ultrafiltração do tipo de fluxo cruzado convencional sem vibração.

TABELA 1
MEMBRANAS ESCOLHIDAS PARA ESTUDO

Membrana	Tamanho de poros	Pressão	Temperatura Máxima	Fluxo de Água	Material
PES 20	200,000da	690 kPa	90 °C	797 GFD	Polietersulfona
PVDF 200	250,000da	518 kPa	90 °C	724 GFD	Kynar PVDF
PAN 400	400,000da	518 kPa	50 °C	634 GFD	Poliacrilamitrila
0.05 on PE	0.05um	518 kPa	110 °C	4100 GFD	PTFE Teflon em Poliéster

GFD = Galões de permeado produzido por pé quadrado de membrana por dia.

TABELA 2
DESEMPENHO RELATIVO DAS MEMBRANAS

Membrana	Tipo	Fluxo* Inicial	Fluxo* Final	Pressão	pH	Condutividade	% de Sólidos
PES 20	UF	50,0	63,1	690 kPa	8,03	47,300µS	2,95
PVDF 200	MF	143,3	123,8	345 kPa	7,88	48,300µS	2,97
PAN 400	MF	77,3	93,3	345 kPa	8,16	48,500µS	3,12
0.05 on PE	MF	67,6	73,6	345 kPa	7,45	47,200µS	2,51
				Alimentação	6,57	46,800 µS	3,03

*Os índices de fluxo são em ml/minuto e são corrigidos na

temperatura até 25 °C.

[0022] Uma vez uma membrana adequada tenha sido selecionada, pode ser necessário determinar qual tamanho e/ou quantas membranas serão necessárias para a aplicação de filtração desejada. Com o uso do fluxo médio real na recuperação percentual desejada, pode ser possível determinar a extensão de área da membrana que será necessária para processar um índice de fluxo desejado. Por exemplo, a área da membrana necessária pode ser igual aos galões por dia dividido pelo fluxo médio real. Dado um Índice de Fluxo do Processo de 2042 GPM (7,7 m³/min), um Fluxo Médio real de 34,1 GFD (1,66 m³ de permeado por m² de membrana), e um Percentual de Filtrado Recuperado de 88,63 %, os galões por dia podem ser determinados com o uso da Equação 1:

$$\text{Galões Por Dia} = \text{Índice de Fluxo do Processo} * \% \text{ do Filtrado Recuperado}$$

(Equação 1)

[0023] A área da membrana necessária pode então ser determinada pela Equação 2:

$$\text{Área da Membrana} = \text{Galões Por Dia} / \text{Fluxo Médio Real}$$

(Equação 2)

[0024] Para os exemplos dados os Galões por dia = [2042 gal/min (7,7 m³/min)] * (88,63%) * (1440 min/dia) = 2.606.147 GPD (9865 m³ por dia). A área da membrana necessária = 2.606.147 GPD (9865 m³ por dia) / [34,1 GFD (1,66 m³ de permeado por m² de membrana)] / 22/24 h/dia = 83.375 pés quadrados (7745 m²). Avaliar tais dados a partir do teste de laboratório real e com base nas necessidades de longo prazo, pode ser possível para determinar o número de unidades de membrana necessárias, bem como um grau de segurança do sobre-projeto. A quantidade exata do sobre-projeto pode depender da aplicação; entretanto, 20 a 40 %, por exemplo 30 %, podem ser usados. O sobre-projeto pode auxiliar na extensão da vida total do equipamento porque o sistema não será usado no seu limite máximo de

produção. Isto pode reduzir a frequência da limpeza e os custos de substituição. Com o uso dos dados do exemplo acima, a área da membrana total necessária para todas as unidades pode ser determinada com o uso da Equação 3:

Área da Membrana Total = Área da Membrana + (Fator de Segurança * Área da Membrana) (Equação 3)

[0025] O número de unidades de membranas necessárias pode então ser determinado pela Equação 4:

Nº de Unidades da Membrana = Área da Membrana Total / Área por unidade da membrana (Equação 4)

[0026] Para os exemplos dados, a área da membrana total requerida = 83.375 pés quadrados (7745 m²) + (30 % do fator de segurança * 83.375 pés quadrados (7745 m²)) = 109.500 pés quadrados (10.173 m²). Adicionalmente, se cada unidade de membrana tiver 1500 pés quadrados (139 m²), então o número de unidades de membranas requeridas = (109.500 pés quadrados (10.173 m²) / 1500 pés quadrados (139 m²) por unidade) = 73 unidades de membrana requeridas.

[0027] Em uma forma de realização, a membrana usada para filtrar a água produzida pode incluir uma membrana do tipo de microfiltração adequada para concentrar pelo menos uma porção do polímero e separá-lo de pelo menos uma porção do filtrado. Em uma forma de realização, a membrana do tipo de microfiltração pode ter um tamanho de poros maior ou igual a cerca de 0,1 µm ou 500.000 Daltons. Em uma forma de realização, a membrana do tipo de microfiltração pode ter um tamanho de poro de cerca de 250.000 Daltons. Em uma forma de realização, a membrana pode ser capaz de concentrar polímero a cerca de 11 por cento em volume daquele presente na alimentação. Em ainda outras formas de realização, a membrana pode ser capaz de concentrar polímero de cerca de 1.800 ppm na alimentação a cerca de 11.500 ppm no concentrado. Em ainda outra forma de realização, a

membrana pode ser capaz de concentrar polímero até uma quantidade mais elevada do que cerca de 11.000 ppm de concentração. Em outra forma de realização, a membrana pode concentrar polímero até uma quantidade mais elevada do que cerca de 5.000 ppm de concentração.

[0028] Em outra forma de realização, a membrana pode concentrar polímero no concentrado até um nível de cerca de 3 a cerca 20 vezes mais elevado do que um nível na alimentação, por exemplo de cerca de 5 a cerca de 15 vezes mais elevado, ou de cerca de 8 a cerca de 10 vezes mais elevado.

[0029] Adicionalmente, as formas de realização da presente invenção podem incluir submeter a membrana selecionada a um processo de cisalhamento vibratório para induzir o cisalhamento e intensificar a separação ao mesmo tempo em que reduz incrustação da membrana que pode ocorrer quando a água ou fluido de produção são passados através dela. Como aqui usado, “incrustação” significa o acúmulo de materiais sobre a superfície ou estrutura da membrana, que resulta em um decréscimo no fluxo.

[0030] Voltando à Figura 1, uma vez o concentrado tenha sido recuperado da membrana (Etapa 108), o concentrado pode ser testado (Etapa 110) para se obter informação com respeito, por exemplo, à sua composição e/ou concentração. O teste do concentrado recuperado para tal informação é importante, quando o concentrado recuperado pode então ser tratado (Etapa 112), se necessário, para uso na preparação do fluido de injeção para as injeções subsequentes (Etapa 114). Quando necessário, o tratamento do concentrado para reutilização no fluido de injeção pode incluir, por exemplo, a diluição ou a saturação do concentrado, a concentração e/ou ajuste do pH do concentrado.

[0031] Em uma forma de realização, o concentrado recuperado pode ser pelo menos um aditivo de polímero inicialmente adicionado ao fluido de injeção antes da injeção. Além disso, o aditivo de polímero pode ter sido usado para aumentar a viscosidade do fluido de injeção inicial, de tal modo

que após a injeção o fluido possa ter viscosidade comparável ou mais elevada do que a viscosidade dos hidrocarbonetos a serem deslocados da formação.

[0032] Em outra forma de realização, a diluição do concentrado recuperado pode ser necessária por causa da natureza concentrada do polímero recuperado. Em ainda outra forma de realização, o concentrado recuperado pode não requerer tratamento antes da sua coleta e reutilização no preparo dos fluidos de injeção subsequentes.

[0033] Além disso, pode ser desejável limpar a membrana antes do uso e/ou após a filtração estar completa, de modo a recuperar os índices de fluxo. Em uma forma de realização da presente invenção, a membrana pode ser esguichada com água quente seguido por pelo menos um depurador químico. Tais depuradores químicos podem incluir, por exemplo, uma solução de purificação acídica com pH ajustado para purificação ótima.

[0034] Geralmente, o uso de aditivos de polímero para aumentar a viscosidade da água de injeção leva em conta a recuperação mais eficaz dos hidrocarbonetos; entretanto, por causa da sua aplicação limitada nos ambientes de óleos pesados, existe a necessidade de um mecanismo economicamente mais atrativo para recuperar hidrocarbonetos de alta viscosidade com o uso das técnicas de EOR de injeção de polímero. As formas de realização da presente invenção podem incluir uma ou mais das seguintes vantagens: um sistema que filtre eficientemente aditivos poliméricos dispendiosos da água de produção, assim minimizando o material e os custos da preparação; e leve em conta a reutilização dos aditivos, por esse meio reduzindo o perigo ambiental associado com o descarte de certos materiais.

FORMAS DE REALIZAÇÃO ILUSTRATIVAS

[0035] Em uma forma de realização, é apresentado um sistema para recuperar hidrocarbonetos de uma formação, que compreenda um primeiro poço na formação para produzir uma mistura que contenha um ou mais

hidrocarbonetos e uma solução aquosa; um separador para dividir a mistura em uma ou mais correntes de hidrocarbonetos e uma corrente de solução aquosa; uma membrana para separar a solução aquosa em uma primeira corrente compreendendo uma alta concentração de polímero e uma segunda corrente compreendendo uma baixa concentração de polímero; um segundo poço na formação para passar uma solução polimérica aquosa, em que a solução polimérica aquosa compreenda pelo menos uma porção da primeira corrente. Em algumas formas de realização, o sistema também inclui um reservatório de armazenamento adaptado para armazenar a primeira corrente antes que seja injetada. Em algumas formas de realização, o primeiro poço compreende um primeiro grupo de 5 a 100 poços na formação. Em algumas formas de realização, o segundo poço compreende um segundo grupo de 5 a 100 poços na formação. Em algumas formas de realização, o primeiro poço é adaptado para produzir uma mistura por um primeiro período de tempo, e depois injetar a solução polimérica aquosa por um segundo período de tempo. Em algumas formas de realização, o segundo poço é adaptado para injetar a solução polimérica aquosa por um primeiro período de tempo, e depois produzir a mistura por um segundo período de tempo. Em algumas formas de realização, a membrana compreende um polímero selecionado do grupo consistindo em polietersulfona, fluoreto de polivinilideno e poliacrilonitrila. Em algumas formas de realização, a membrana compreende um tamanho de poro médio de 20 a 800 nanômetros. Em algumas formas de realização, a membrana compreende um tamanho de poro médio de 50 a 600 nanômetros. Em algumas formas de realização, a membrana compreende um tamanho de poro médio de 200 a 500 nanômetros.

[0036] Em uma forma de realização, é apresentado um método que compreende produzir uma mistura contendo um ou mais hidrocarbonetos e uma solução aquosa de uma formação; separar a mistura em uma ou mais correntes de hidrocarbonetos e uma corrente de solução aquosa; separar a

solução aquosa em uma primeira corrente compreendendo uma alta concentração de polímero, e uma segunda corrente compreendendo uma baixa concentração de polímero; injetar uma solução polimérica aquosa na formação, em que a solução polimérica aquosa compreenda pelo menos uma porção da primeira corrente. Em algumas formas de realização, a separação da solução aquosa compreende filtrar a solução aquosa. Em algumas formas de realização, a separação da solução aquosa compreende filtrar a solução aquosa com uma membrana. Em algumas formas de realização, o polímero aumenta uma medição da viscosidade da solução polimérica aquosa. Em algumas formas de realização, o polímero compreende um material selecionado do grupo consistindo de poliacrilamidas, copolímeros de poliacrilato, gomas xantana, celulósicos, e misturas destes. Em algumas formas de realização, o polímero compreende uma poliacrilamida.

[0037] Não obstante a invenção tenha sido descrita com respeito a um número limitado de formas de realização, aqueles habilitados na técnica, tendo as vantagens desta invenção, observarão que outras formas de realização podem ser delineadas, que não se afastem do escopo da invenção conforme descrita neste relatório descritivo. Consequentemente o escopo da invenção deve ficar limitado apenas pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para recuperar hidrocarbonetos a partir de uma formação, caracterizado pelo fato de que compreende:

um primeiro poço na formação para produzir uma mistura compreendendo um ou mais hidrocarbonetos e uma solução aquosa compreendendo um polímero;

um separador para dividir a mistura em uma ou mais correntes de hidrocarbonetos e uma corrente de solução aquosa compreendendo o polímero;

uma membrana para separar a corrente de solução aquosa em uma primeira corrente e uma segunda corrente, em que a concentração do polímero na segunda corrente é mais baixa do que na primeira corrente;

um segundo poço na formação para injetar uma solução polimérica aquosa na formação, em que a solução polimérica aquosa compreende pelo menos uma porção da primeira corrente.

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende um reservatório de armazenamento adaptado para armazenar a primeira corrente antes de ser injetada.

3. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o primeiro poço compreende um primeiro grupo de 5 a 100 poços na formação.

4. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o segundo poço compreende um segundo grupo de 5 a 100 reservatórios na formação.

5. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o primeiro poço é adaptado para produzir a mistura por um primeiro período de tempo, e depois injetar a solução polimérica aquosa por um segundo período de tempo.

6. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o segundo poço é adaptado para injetar a solução

polimérica aquosa por um primeiro período de tempo, e depois produzir a mistura por um segundo período de tempo.

7. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a membrana compreende um polímero selecionado do grupo consistindo de polietersulfona, polivinilideno, fluoreto e poliacrilonitrila.

8. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que a membrana compreende um tamanho de poro médio de 20 a 800 nanômetros.

9. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a membrana compreende um tamanho de poro médio de 50 a 600 nanômetros, preferencialmente, a membrana compreende um tamanho de poro médio de 200 a 500 nanômetros.

10. Método para recuperar hidrocarbonetos a partir de uma formação, caracterizado pelo fato de que compreende:

produzir uma mistura compreendendo um ou mais hidrocarbonetos e uma solução aquosa compreendendo um polímero de uma formação subterrânea compreendendo hidrocarbonetos;

separar a mistura em uma ou mais correntes de hidrocarbonetos e uma corrente de solução aquosa compreendendo o polímero;

separar a solução aquosa em uma primeira corrente e uma segunda corrente, em que a concentração do polímero na segunda corrente é mais baixa do que na primeira corrente;

injetar uma solução polimérica aquosa na formação, em que a solução polimérica aquosa compreende pelo menos uma porção da primeira corrente.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de concentrar pelo menos uma porção do polímero da solução aquosa na primeira corrente compreende filtrar a solução aquosa.

12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 ou

11, caracterizado pelo fato de concentrar pelo menos uma porção do polímero da solução aquosa na primeira corrente compreende filtrar a solução aquosa com uma membrana.

13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 12, caracterizado pelo fato de que o polímero aumenta uma medição da viscosidade da solução polimérica aquosa.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 13, caracterizado pelo fato de que o polímero compreende um material selecionado do grupo consistindo de poliacrilamidas, copolímeros de poliacrilato, gomas xantanas, celulósicos, e misturas destes.

15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 14, caracterizado pelo fato de que o polímero compreende uma poliacrilamida.

16. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 15, caracterizado pelo fato de que compreende ainda uma etapa de deslocamento de hidrocarbonetos na formação com a solução polimérica aquosa.

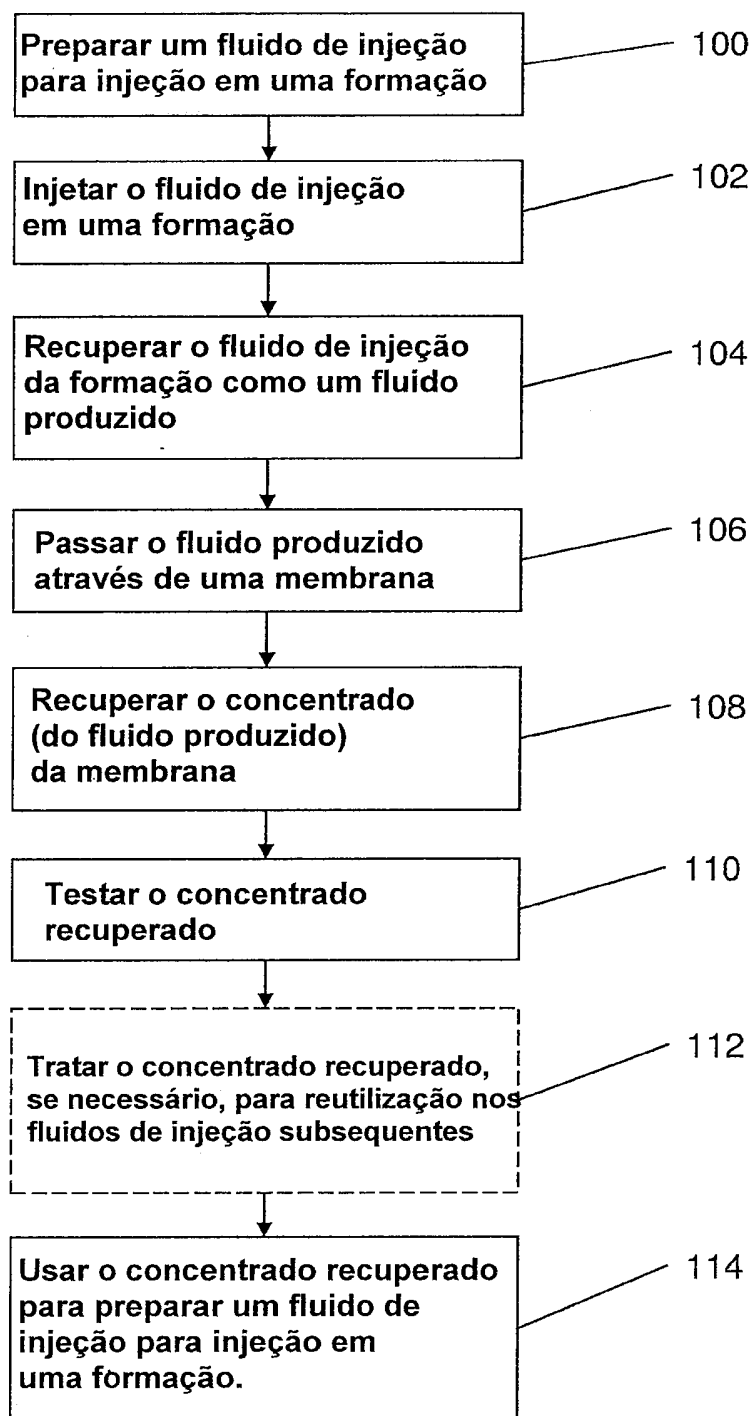


FIG. 1