



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

(21) PI 1100231-0 A2



* B R P I 1 1 0 0 2 3 1 A 2 *

(22) Data de Depósito: 23/02/2011

(43) Data da Publicação: 29/10/2013

(RPI 2234)

(51) Int.Cl.:

C09K 8/588

E21B 43/01

F17D 1/17

(54) Título: PROCESSO PARA AUMENTAR A QUANTIDADE DE POLÍMERO SOLÚVEL EM ÁGUA EM UMA EMULSÃO

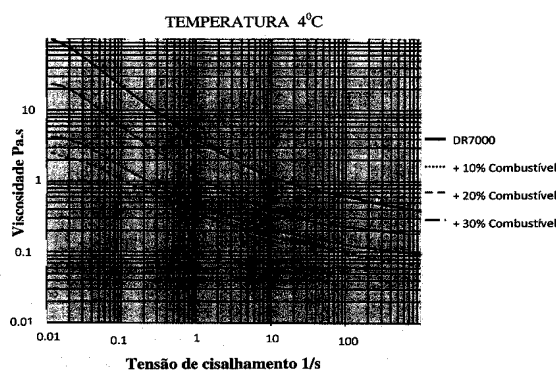
(30) Prioridade Unionista: 22/03/2010 FR 1052029

(73) Titular(es): S.P.C.M SA

(72) Inventor(es): Jacques Kieffer

(57) Resumo: "PROCESSO PARA AUMENTAR A QUANTIDADE DE POLÍMERO SOLÚVEL EM ÁGUA EM UMA EMULSÃO"

A invenção refere-se a um processo para aumentar, em uma instalação existente, a quantidade de polímero solúvel em água em uma emulsão injetada nas tubulações que transportam óleo produzido em poços de óleo marítimos, sendo que antes da injeção, a emulsão é diluída com óleo combustível encontrado na plataforma ou unidade de flutuante de produção, armazenamento e transbordo (FPSO).



**"PROCESSO PARA AUMENTAR A QUANTIDADE DE POLÍMERO SOLÚVEL EM
ÁGUA EM UMA EMULSÃO"**

A presente invenção refere-se a um processo para
5 aumentar a taxa de fluxo na qual uma suspensão de óleo é transportada do poço de produção através do aprimoramento da redução de atrito. O processo se aplica mais particularmente à produção de óleo subaquática, por exemplo, em plataformas marítimas.

10

A redução de atrito através da adição de quantidades limitadas de um polímero solúvel em água foi descoberta por B.A. Toms em 1946. Isto é conhecido como "efeito Toms" ou "redução de arrasto". Esta adição de uma quantidade muito
15 pequena de um polímero solúvel em água reduz a resistência hidráulica quando o fluido está circulando um fluxo normalmente turbulento, aprimorando assim seu fluxo. Concretamente, isto pode levar ao fluxo aprimorado na tubulação, tal como quando se bombeia água de injeção em
20 campos petrolíferos ou em produção de óleo quando a quantidade de água produzida aumenta ao longo do tempo conforme o poço está em operação (quando o corte de água é maior que 80%, por exemplo).

25 Conforme o poço de óleo opera, a quantidade de óleo produzida diminui e a quantidade de água recuperada aumenta. Obviamente, para a mesma taxa de fluxo na tubulação de produção, se torna menos rentável operar os campos petrolíferos.

30

Este é o fato pelo qual é necessário aumentar a taxa de fluxo de transporte do poço de produção na qual a mistura de óleo (e/ou gás) e água da injeção circula. Por esta razão, a técnica de "redução de arrasto" pode ser
5 usada para aumentar a taxa de fluxo da água em 20 a 30% na tubulação de transporte através da adição de pequenas quantidades de polímeros na suspensão óleo em água.

O documento US 2005/0049327 A1 descreve um processo
10 para reduzir o atrito com o uso de um polímero hidrofílico aniônico. Este polímero pode ser adicionado na forma de dispersão em um hidrocarboneto ou uma emulsão água em óleo, sendo que o óleo é um hidrocarboneto.

15 O uso desta técnica de "redução de arrasto" é de interesse:

terrestre, em linhas de transporte quando os poços de produção estão longe das instalações de separação;
20 marítimo, através da injeção do polímero na tubulação de produção no leito marinho em profundidades de 100 a 3.000 metros e por distâncias de até diversos quilômetros.

No último caso, uma tubulação lateral bombeia o
25 polímero na forma de uma emulsão para a cabeça do poço de produção, com o polímero sendo dissolvido ao longo da linha. As quantidades injetadas totalizam aproximadamente 20 a 50 ppm e as tubulações e os sistemas de bombeamento são calculados para tais quantidades.

Os polímeros mais comumente usados são poliacrilamidas aniônicas polimerizadas em emulsão reversa com uma concentração de polímero de aproximadamente 30% em peso.

5

As emulsões reversas são caracterizadas pelo fato de que:

1 - Sua viscosidade não é newtoniana e diminui com a
10 tensão de cisalhamento.

2 - A viscosidade não varia linearmente com a concentração de polímero.

Se estas instalações já estiverem no local, esta
15 operação é limitada conforme os materiais são calculados para uma redução de atrito pré-determinada. Adicionalmente, a temperatura da água do mar (aproximadamente 4°C) limita a taxa de fluxo na instalação.

20 Uma solução para aumentar a taxa de fluxo do óleo dos poços de produção em uma instalação existente é, portanto, injetar mais do polímero.

Devido ao fato de a viscosidade depender da
25 concentração, uma emulsão menos viscosa e, portanto, diluída precisa ser suprida para a plataforma ou FPSO (unidade de Descarregamento, Armazenamento e Produção Flutuante) a fim de injetar mais do polímero. Mas neste caso, a emulsão se assenta muito rapidamente e forma
30 camadas viscosas que se solidificam no fundo dos

recipientes de transporte. As instalações em plataformas ou FPSOs não são capazes de re-homogeneizar isto sob condições operacionais locais. Esta solução, portanto, não é praticamente viável.

5

O problema técnico que a invenção propõe para ser solucionado, em uma instalação existente, consiste em injetar mais do polímero na tubulação de produção com a finalidade de aumentar a taxa de fluxo de transporte de
10 óleo dos poços de produção.

A invenção consiste em diluir o polímero com um não solvente encontrado em todas as plataformas e FPSOs, e, notavelmente, o óleo combustível usado em vários motores a
15 calor (propulsão, eletricidade, compressores, aquecimento, etc.).

Mais particularmente, o assunto da invenção é um processo no qual o polímero injetado para reduzir o atrito
20 é diluído anteriormente com o óleo combustível, reduzindo assim a viscosidade da mistura, aumentando a taxa de injeção e, no fim, aumentando a quantidade de matéria polimérica ativa injetada.

25 O óleo combustível é particularmente bem adequado tendo em vista que pode ser encontrado em todas as plataformas marítimas.

Em outras palavras, o assunto da invenção é um
30 processo para aumentar, em uma instalação existente, a

quantidade de polímero solúvel em água em uma emulsão injetada na tubulação de transporte para óleo produzido em poços de óleo marítimos.

5 O processo é caracterizado pelo fato de que, antes da injeção, a emulsão é diluída com óleo combustível encontrado na plataforma ou unidade de flutuante de produção, armazenamento e transbordo (FPSO).

10 Dessa forma, através da injeção de uma mistura de polímero/combustível, mesmo se a concentração de polímero for diminuída levemente, a viscosidade é diminuída o suficiente para aumentar significativamente a quantidade de matéria ativa injetada devido ao aumento na taxa de
15 injeção.

De acordo com a invenção, o poço de produção é conectado a uma plataforma marítima ou a uma FPSO (unidade de flutuante de produção, armazenamento e transbordo) por
20 um tubo longo.

De acordo com uma primeira característica, o polímero solúvel em água está na forma de uma emulsão reversa.

25 Em uma primeira modalidade:

o óleo combustível é injetado, por exemplo, com uma bomba de deslocamento, na tubulação alimentadora de polímero existente antes da bomba de medição para o dito
30 polímero de emulsão;

a mistura de polímero/óleo combustível é, então, medida com a bomba de medição de polímero de emulsão;

a mistura medida dessa forma é, então, homogeneizada, por exemplo, com um misturador estático que fornece boa
5 homogeneização de fluido;

a mistura homogeneizada assim obtida é injetada na tubulação que transporta o óleo produzido na cabeça do poço de produção.

10 Em uma segunda modalidade:

o polímero de emulsão é medido, por exemplo, com uma bomba de medição;

o óleo combustível é, então, injetado na tubulação
15 que transporta o polímero medido, por exemplo, com o uso de uma bomba de deslocamento;

a mistura de polímero/óleo combustível é, então, homogeneizada, por exemplo, com um misturador estático;

a mistura homogeneizada assim obtida é injetada na
20 tubulação que transporta a suspensão de óleo produzida na cabeça do poço de produção.

O polímero solúvel em água transportado, preferencialmente, apresentado na forma de uma emulsão
25 reversa, é vantajosamente diluído através da adição de 1 a 40% de óleo combustível em peso, preferencialmente, entre 5 e 20%.

Os polímeros preferenciais para a invenção são
30 poliacrilamidas aniônicas polimerizadas em emulsão reversa,

vantajosamente, com uma concentração de polímero de aproximadamente 30% em peso. Sua característica aniônica (razão de acrilamida/acrilato de Na) é aproximadamente entre 20 e 40% com um peso molecular de 10 a 25 milhões g/mol.

Em uma modalidade preferencial, o polímero solúvel em água é injetado na forma de uma emulsão reversa que contém um polímero aniônico de acrilamida-acrilato de sódio 70-30 a uma concentração de 30% com um peso molecular de 20 milhões.

Na prática, a produção destes polímeros em forma de emulsão reversa compreende as seguintes etapas:

dissolução dos monômeros em água a uma concentração de aproximadamente 50%;

dissolução de tensoativos com um baixo HLB (Equilíbrio Lipofílico-Hidrofílico) em um hidrocarboneto;

emulsificação da fase aquosa na fase oleosa com o uso de um dispositivo mecânico;

degaseificação em um vácuo ou através de injeção de nitrogênio para eliminar o oxigênio;

adição de um redox e/ou catalisador azo, com a reação mantida a uma temperatura constante (por exemplo, 50°C) para a duração de polimerização, aproximadamente, 3 a 5 horas, ou com o uso de um processo adiabático;

após a reação, adição de tensoativos com um alto HLB para reversão da emulsão e sua dissolução mediante o contato com água.

Este processo é descrito em muitas patentes, incluindo a patente US 4918123.

5 A invenção e as vantagens fornecidas podem ser vistas nos seguintes exemplos das modalidades conforme ilustrado através da figura em anexo.

10 A Figura 1 representa a curva de viscosidade de um polímero solúvel em água diluído com óleo combustível como uma função de tensão de cisalhamento. Esta curva mostra de uma maneira conhecida que a viscosidade do polímero solúvel em água usado nos exemplos (DR7000) diminui conforme a tensão de cisalhamento aumenta.

15 Exemplos

O polímero solúvel em água usado é uma emulsão com 30% de matéria ativa e 30% de característica aniônica e um peso molecular de aproximadamente 20 milhões (número do produto DR 7000 da empresa SNF SAS). Por natureza, as emulsões são instáveis e tendem a se assentar. A obtenção de uma emulsão estável requer uma razão precisa do volume de fase aquosa em relação à fase oleosa bem como as misturas de tensoativo para evitar o assentamento da fase aquosa na fase oleosa. Isto leva a uma viscosidade mínima da emulsão de 2000 cps conforme medida com um dispositivo Brookfield.

20

25

Um teste piloto foi implantado com o uso de uma bomba Triplex de velocidade variável para bombear a emulsão "da

forma em que se encontra" ou diluída em um tubo com 100 metros de comprimento.

Exemplo 1: diâmetro da tubulação: 1 polegada,
 5 diâmetro interno: 25,0 mm. Primeiramente, a emulsão é bombeada "da forma em que se encontra" a uma velocidade de 0,063 m/segundo (ou 0,11 m³/h), que é a velocidade média para bombeamento a longa distância.

10 A queda de pressão observada é 2,7 barras/100m.

As emulsões diluídas através da adição 10% e 20% de óleo combustível são, então, bombeadas, medindo a taxa de fluxo com a mesma queda de pressão de 2,7 barras/100 m. Os
 15 resultados são os seguintes:

Emulsão	Taxa de Fluxo	Queda de Pressão	Matéria Ativa por hora
Não diluída	0,11 m ³ /h	2,7 bars	33 kg
10% diluído	0,37 m ³ /h	2,7 bars	100 kg
20% diluído	0,78 m ³ /h	2,7 bars	187 kg

A taxa de fluxo de hora em hora pode facilmente ser multiplicada por 7 enquanto se usa a mesma bomba e os
 20 mesmos tubos de injeção. Isto torna possível injetar 5 vezes mais polímero na forma de matéria ativa na tubulação em vez da diluição.

Exemplo 2: diâmetro da tubulação: 2 polegadas,
diâmetro interno: 52,5 mm.

Os resultados são os seguintes:

	Taxa de Fluxo	Queda de Pressão	Matéria Ativa por hora
Não diluída	1 m ³ /h	1,2 bar	300 kg/h
10% diluído	3,2 m ³ /h	1,2 bar	864 kg/h
20% diluído	6,7 m ³ /h	1,2 bar	1608 kg/h

5

Este exemplo confirma os resultados do exemplo 1.

A partir de um ponto de vista prático, a quantidade de óleo combustível necessária para diluição pode ser injetada com o uso de uma bomba de deslocamento diretamente antes ou depois da bomba de polímero, aplicando as pressões necessárias, com os dois líquidos passando, então, através de um misturador estático Sulzer SMX que gera uma queda de pressão de aproximadamente 1 bar.

15

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para aumentar, em uma instalação existente, a quantidade de polímero solúvel em água em uma emulsão injetada nas tubulações que transportam óleo produzido em poços de óleo marítimos, **caracterizado** pelo fato de que antes da injeção, a emulsão é diluída com óleo combustível encontrado na plataforma ou unidade de flutuante de produção, armazenamento e transbordo (FPSO).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o polímero solúvel em água injetado está em uma emulsão reversa.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o óleo combustível representa entre 1 e 40% da emulsão em peso, preferencialmente, entre 5 e 20%.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que:

- o óleo combustível é injetado na tubulação alimentadora de polímero existente antes da bomba de medição para o dito polímero de emulsão;
- a mistura de polímero/óleo combustível é, então, medida com a bomba de medição de polímero de emulsão;
- a mistura medida dessa forma é, então, homogeneizada;

- por último, a mistura homogeneizada obtida é injetada na tubulação que transporta o óleo produzido na cabeça de poço de produção.

5 5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que:

- o polímero de emulsão é medido;
- o óleo combustível é, então, injetado na tubulação
- 10 que transporta o polímero medido;
- a mistura de polímero/óleo combustível é, então, homogeneizada;
- por último, a mistura homogeneizada assim obtida é injetada na tubulação que transporta a suspensão de óleo
- 15 produzido na cabeça do poço de produção.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o polímero solúvel em água é um polímero aniônico de acrilamida-acrilato de sódio 70-30

20 a uma concentração de 30%, com um peso molecular de 20 milhões, em emulsão reversa.

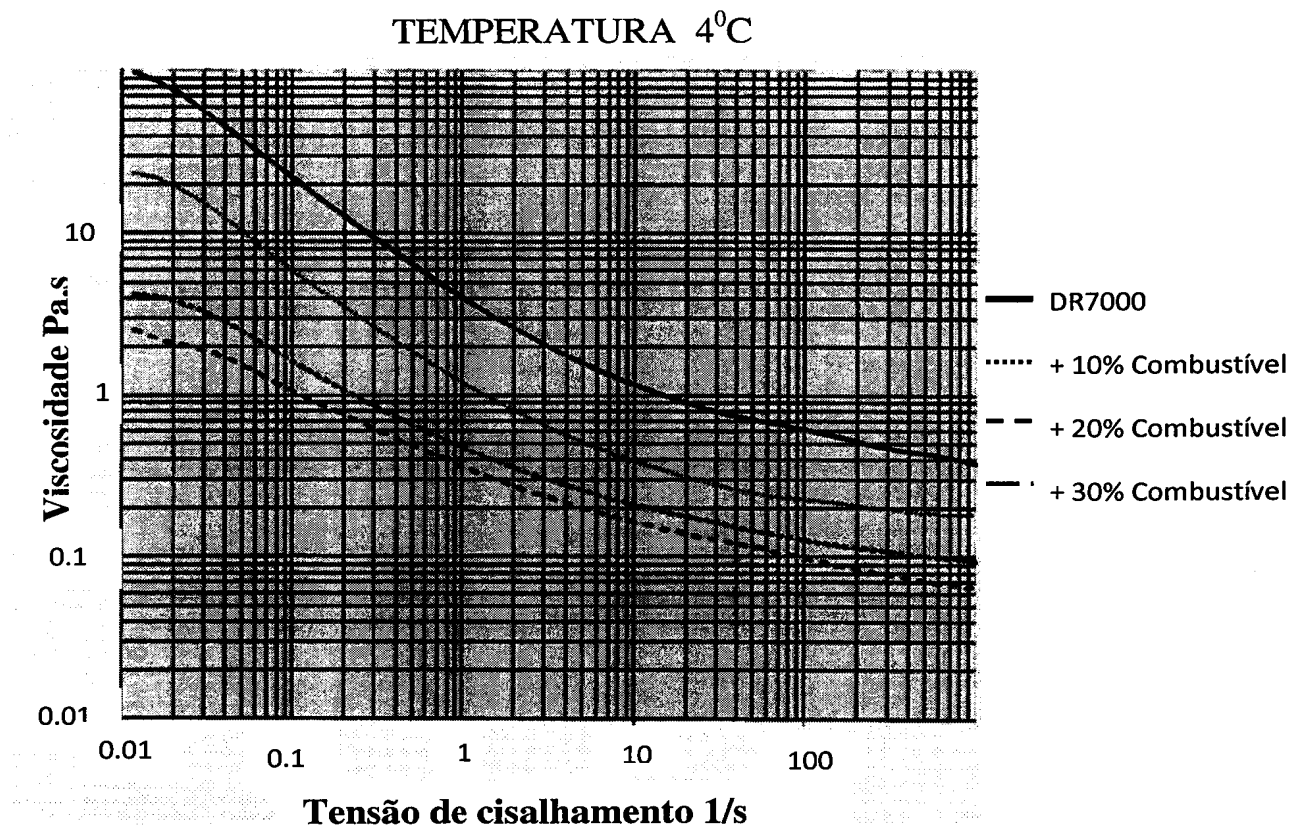


FIGURA 1

RESUMO

**"PROCESSO PARA AUMENTAR A QUANTIDADE DE POLÍMERO SOLÚVEL EM
ÁGUA EM UMA EMULSÃO"**

5 A invenção refere-se a um processo para aumentar, em
uma instalação existente, a quantidade de polímero solúvel
em água em uma emulsão injetada nas tubulações que
transportam óleo produzido em poços de óleo marítimos,
sendo que antes da injeção, a emulsão é diluída com óleo
10 combustível encontrado na plataforma ou unidade de
flutuante de produção, armazenamento e transbordo (FPSO).