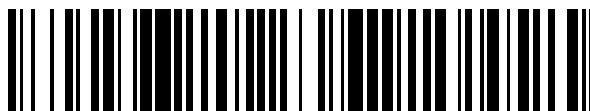


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 738**

51 Int. Cl.:

C08F 220/56 (2006.01)
C08F 220/06 (2006.01)
C08F 232/04 (2006.01)
C08F 212/04 (2006.01)
C08F 226/02 (2006.01)
C08F 220/28 (2006.01)
C08F 220/58 (2006.01)
C09K 8/588 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2011 PCT/CN2011/001576**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **31.01.2013 WO13013354**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2011 E 11869894 (3)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2738189**

54 Título: **Macromolécula anfifílica y su uso**

30 Prioridad:

26.07.2011 CN 201110210319

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.08.2017

73 Titular/es:

**BEIJING JUNLUN RUNZHONG
SCIENCE&TECHNOLOGY CO., LIMITED (100.0%)
Rm. 2306, Block A, Focus Square No. 6
Futongdong Street Wangjing Community,
Chaoyang District
Beijing 100102, CN**

72 Inventor/es:

**WANG, JINBEN;
XU, XIAOHUI;
SHI, XUEFENG;
HAN, YUCHUN;
WANG, YILIN y
YAN, HAIKE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 630 738 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Macromolécula anfífilica y su uso

5 Sector técnico de la invención

La presente invención, se refiere a una macromolécula anfífilica, y los usos de ésta, y dicha macromolécula anfífilica, es susceptible de poderse aplicar en la perforación de yacimientos petrolíferos, en la cementación de pozos, en la fracturación, en la recolección y en el transporte del petróleo crudo, en el tratamiento de las aguas residuales, en el tratamiento de lodos residuales, y en la fabricación de papel, éste puede utilizarse, así mismo, también, como un intensificante de la producción de petróleo, como un agente de desplazamiento del petróleo, como un reductor de la viscosidad en los petróleos pesados, como un fluido de fracturación, como un estabilizador de la arcilla, como un agente para el tratamiento de las aguas residuales, como un agente auxiliar de las aguas residuales, como un agente auxiliar de retención, y como un agente auxiliar de drenaje, y como un agente reforzante para la fabricación de papel.

Antecedentes y trasfondo de la invención

La viscosidad de las soluciones y la estabilidad de la viscosidad del polímero, las cuales se utilizan para la recuperación del petróleo, son indicadores importantes para la determinación de sus efectos de uso. La temperatura de los depósitos (yacimientos), el grado de mineralización, del agua de la formulación, y el agua de inyección, afectan a la capacidad de viscosificación (de creación de viscosidad), de la solución del polímero, directamente. Para la poliacrilamida parcialmente hidrolizada, si bien ésta tiene una acción obvia de viscosificación en el agua fresca, el radio hidrodinámico de las macromoléculas del polímero, disminuye con el incremento de la temperatura del depósito o yacimiento, el grado de mineralización de la formulación de agua y de la formación de agua, entre tanto, el incremento de la cantidad de la absorción de este polímero, sobre la superficie de las rocas, hace disminuir, así mismo también, la concentración válida o eficaz de la solución, dando ello como resultado una disminución de la viscosidad de la solución. La macromolécula anfífilica, es una importante clase de polímero soluble en agua; mediante la introducción de una pequeña cantidad de un grupo hidrofóbico en las cadenas macromoleculares hidrofílicas, se genera una importante interacción hidrofóbica intramolecular e intermolecular, otorgando, a las macromoléculas, una capacidad apropiada para formar una estructura de cadena estérica, y así, de este modo, un remarcable efecto de viscosificación. Procediendo a incrementar el contenido de grupos hidrofóbicos en la cadena de la macromolécula, o mediante el incremento del peso molecular, los impactos de alta temperatura y de alta salinidad, pueden resistirse, hasta cierto punto; sin embargo, no obstante, estas acciones, pueden también tener como resultado un deterioro de la capacidad de disolución del polímero, un substancial incremento del tiempo de disolución, una fácil degradación del cizallamiento de la macromolécula, y una fácil adsorción sobre la roca, y otros problemas. De una forma adicional, mediante el incremento del grado de mineralización del agua, estos problemas, se convierten en particularmente graves.

Los recursos de petróleo pesado, se han convertido en uno de los recursos naturales importantes para la sustitución estratégica, pero, sin embargo, no obstante, éstos son difíciles de explotar. La razón principal para ello, reside en el hecho consistente en que, el petróleo pesado, tiene una alta viscosidad, tiene un alto contenido de goma, un alto contenido de asfaltos o un alto contenido de ceras, y éste no fluye fácilmente, en cuanto a lo referente a su formación, en la perforación de los pozos, y en los conductos o tuberías. De una forma adicional, debido al gran factor de relación o cociente de la movilidad aceite – agua, este hecho, provocará así mismo, también, una rápida penetración del agua, un alto contenido de agua, y una fácil formación de la producción de arena, y otros graves problemas, los cuales afectan, de una forma seria, la producción de petróleo.

Hoy en día, con objeto de conservar las propiedades de viscosificación o de creación de viscosidad, y la estabilidad de la viscosidad del solución de los polímeros, y con objeto, así mismo, también, de mejorar su capacidad para la facilitar la emulsión de aceite pesado, la dispersión de éste, y la reducción de la viscosidad de éste, tienen una gran importancia, en la mejora de la recuperación del petróleo crudo y en la maximización de la extracción de petróleo crudo residual potencial del subsuelo.

El documento CN 101 781 386 A, da a conocer un agente de desplazamiento del petróleo consistente en una macromolécula anfífilica, el cual comprende acrilamida, un monómero con un alto impedimento estérico, y un monómero anfífilico con una alta actividad superficial.

Descripción resumida de la invención

En el contexto de la presente invención, el cual se facilita a continuación, y a menos de que se defina de otro modo, el mismo grupo variable, y la misma fórmula molecular y estructural, tienen las mismas definiciones.

La presente invención, se refiere a una macromolécula anfífilica. Esta macromolécula anfífilica, tiene unidades repetitivas, de la forma la cual se describe abajo, a continuación: una unidad estructural A, para el ajuste del peso

molecular, la distribución del peso molecular, y las características de carga, una unidad estructural B, altamente impedida, estéricamente, y una unidad estructural anfífilica, C.

5 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la unidad estructural A, para ajustar el peso molecular, la distribución del peso molecular y las características de carga, comprende, la unidad del monómero de (met)acrilamida A1, y / o la unidad del monómero (met)acrílico, A2. De una forma preferible, la unidad estructural A, incluye la unidad del monómero de (met)acrilamida A1, y / o la unidad del monómero (met)acrílico, A2, de una forma simultánea. En el arte especializado de la técnica, el peso molecular de la macromolécula anfífilica, puede seleccionarse según necesidades, pudiéndose seleccionar, dicho peso molecular, dentro de unos márgenes
10 situados entre 1 000 000 – 20 000 000.

De una forma preferible, la unidad de monómero de (met)acrilamida, A1, tiene una fórmula estructural (1):



20 En la fórmula (1), R1, es H ó un grupo metilo; R2 y R3, se seleccionan, de una forma independiente, de entre el grupo consistente en H, y un grupo alquilo C3 – C2; R2 y R3, son preferiblemente H.

De una forma preferible, la unidad de monómero (met)acrílico, A2, es ácido (met)acrílico y / o (met)acrilato. De una forma preferible, el (met)acrilato, es el metacrilato de sodio.

25 De una forma preferible, en base a un porcentaje molar del 100 % de las unidades repetitivas de la macromolécula anfífilica, el porcentaje molar de la unidad de monómero de (met)acrilamida, A1, es el correspondiente a un valor del 70 % – 99 % molar; siendo dicho porcentaje molar, de una forma preferible, el correspondiente a un valor del 70 % - 90 % molar, y de una forma más preferible, del 70 % - 78 % molar.

30 De una forma preferible, el porcentaje molar de la unidad de monómero de ácido metacrílico A2, en la unidad repetitiva del polímero anfífilico en su totalidad, es el correspondiente a un valor del 1 % – 30 % molar; siendo dicho porcentaje molar, de una forma preferible, el correspondiente a un valor del 1 % - 28 % molar, y de una forma más preferible, del 20 % - 28 % molar.

35 En otra forma de presentación, la unidad estructural A; para la regulación del peso molecular, para la distribución del peso molecular, y para las características de carga, tiene una estructura de la fórmula (2):



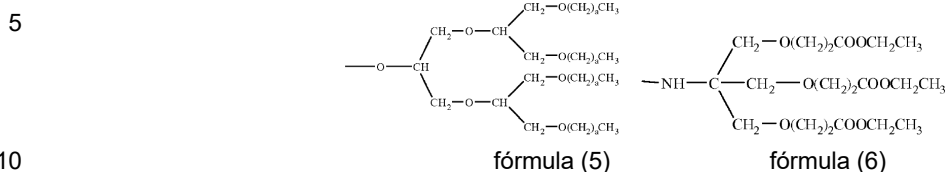
45 en donde, R1, es H, ó un grupo metilo; R2 y R3, se seleccionan, de una forma independiente, de entre el grupo consistente en H, y un grupo alquilo C3 – C2; R2 y R3, son preferiblemente H. R4, se selecciona de entre H, ó un grupo metilo; Gr, es –OH, ó –O⁻NA⁺; m y n, representan los porcentajes molares de las unidades estructurales, en la unidad repetitiva de la macromolécula entera, y m, es un porcentaje molar, correspondiente a un valor del 70 % – 99 % molar; siendo dicho porcentaje molar, de una forma preferible, el correspondiente a un valor del 70 % - 90 % molar, y de una forma más preferible, del 70 % - 78 % molar, n, es un porcentaje molar correspondiente a un valor del 1 % – 30 % molar; siendo dicho porcentaje molar, de una forma preferible, el correspondiente a un valor del 1 % - 28 % molar, y de una forma más preferible, del 20 % - 28 % molar.

50 En otra forma de presentación, en concordancia con la presente invención, en la fórmula (2), R1 - R3, son preferiblemente H, y Gr, es -O⁻NA⁺.

55 En otra forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la unidad estructural B, altamente impedida, estéricamente, contiene por lo menos una estructura G, en donde, la estructura G, es una estructura de hidrocarburo, cíclica, formada en base a dos átomos de carbono contiguos, en la cadena principal, o ésta se selecciona a partir de una estructura de la fórmula (3), y la unidad estructural B, altamente impedida, estéricamente, contiene, de una forma opcional, una estructura de la fórmula (4):



En la fórmula (3), R5 es H ó un grupo metilo; de una forma preferible, H; R6; es un radical, seleccionado de entre el grupo consistente en la estructuras de las fórmulas (5) y (6).

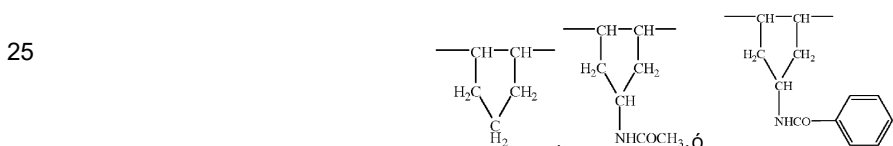


En la fórmula (5), a, es un número entero, de 1 a 11, de una forma preferible, 1 – 7;

15 En la fórmula (4), R7, es H; R8, se selecciona de entre H, -SO3H, y sales de éste, -(CH2)2CH3Cl, -CH2N+(CH3)2(CH2)ξCH3Cl⁻ ó -CH2N+(CH3)2(CH2)2N+(CH3)2(CH2)αCH32Cl⁻; ξ y α, son, respectivamente, números enteros que van de 1 a 15, de una forma preferible, 1 – 11.

20 De una forma preferible, la unidad estructural B, altamente impedida, estéricamente, comprende una estructura G, y una estructura de la fórmula (4).

En otra forma preferida de presentación, en concordancia con la presente invención, la estructura de hidrocarburo, cíclica, formada a base de dos átomos de carbono contiguos, se selecciona de entre el grupo consistente en:



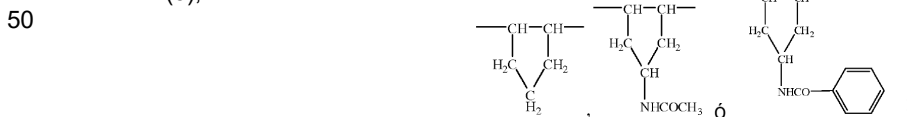
30 De una forma preferible, el porcentaje molar de la estructura G, de la unidad estructural B, altamente impedida, estéricamente, en las unidades repetitivas de la macromolécula anfifílica en su totalidad, es el correspondiente a un valor del 0,02 % - 2 % molar; siendo dicho porcentaje molar, de una forma preferible, el correspondiente a un valor del 0,02 % – 1,0 % molar, y de una forma más preferible, del 0,1 % - 0,5 % molar.

35 De una forma preferible, el porcentaje molar de la estructura de la fórmula (4), de la unidad estructural B, altamente impedida, estéricamente, en las unidades repetitivas de la macromolécula anfifílica en su totalidad, es el correspondiente a un valor del 0,05 % - 5 % molar; siendo dicho porcentaje molar, de una forma preferible, el correspondiente a un valor del 0,1 % – 2,5 % molar, y de una forma más preferible, del 0,1 % - 1,5 % molar.

40 En otra forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la unidad estructural B, altamente impedida, estéricamente, tiene una estructura de la fórmula (7):



En la fórmula (7), la definición de G, es tal y como ésta se define anteriormente, arriba, de una forma preferible, la fórmula (3),

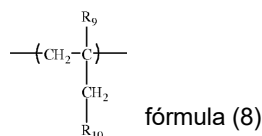


55 las definiciones de R7 y R8, son tal y como éstas se describen en la fórmula (4); y, x e y, representan los porcentajes molares de las unidades estructurales en las unidades repetitivas de la macromolécula anfifílica en su totalidad y, x, tiene un valor correspondiente a un porcentaje molar del 0,02 % - 2 % molar; siendo dicho porcentaje molar, de una forma preferible, el correspondiente a un valor del 0,02 % – 1,0 % molar, y de una forma más preferible, del 0,1 % - 0,5 % molar; e, y, tiene un valor correspondiente a un porcentaje molar del 0,05 % - 5 % molar; siendo dicho porcentaje molar, de una forma preferible, el correspondiente a un valor del 0,1 % – 2,5 % molar, y de una forma más preferible, del 0,1 % - 1,5 % molar.

En otra forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la unidad estructural anfifílica, C, tiene una estructura de la fórmula (8):

65

5



10

En la fórmula (8), R₉, es H, ó un grupo metilo; R₁₀, es -N⁺(CH₃)₂(CH₂)_rCH₃X⁻, -N⁺(CH₂)_sCH₃3X⁻, ó -N⁺(CH₃)((CH₂)_tCH₃)₂-X⁻; r, es un número entero de 3 a 21; s, es un número entero de 2 a 9; t, es un número entero de 3 a 15; X⁻, es Cl⁻ ó Br⁻. De una forma preferible, r es un número entero de 3 a 17, s, es un número entero de 2 a 5, t, es un número entero de 3 a 11.

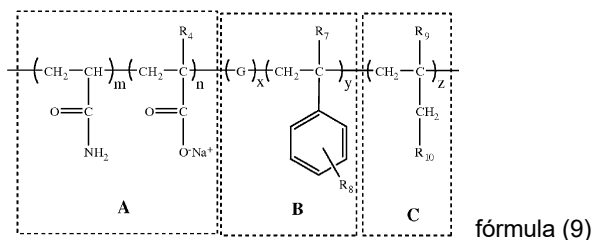
15

De una forma preferible, el porcentaje molar de la unidad estructural anfifílica C, en las unidades repetitivas de la macromolécula anfifílica en su totalidad, es el correspondiente a un valor del 0,05 % - 10 % molar; siendo dicho porcentaje molar, de una forma preferible, el correspondiente a un valor del 0,1 % - 5,0 % molar, y de una forma más preferible, del 0,5 % - 1,5 % molar.

20

En otra forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la macromolécula anfifílica, tiene una estructura de la fórmula (9):

25



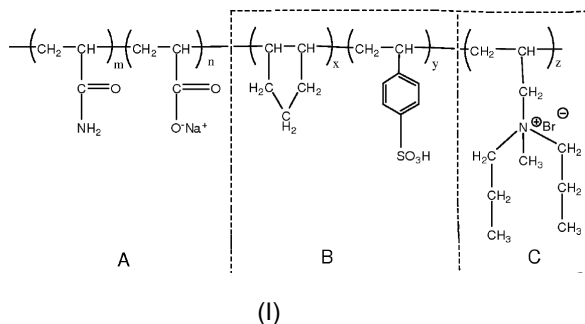
30

En la fórmula (9), las definiciones, en R₄, m, y n, son tal y como éstas se encuentran descritas en la fórmula (2); las definiciones de R₇, R₈, G, x, e y, son tal y como éstas se encuentran descritas en la fórmula (7), las definiciones de R₉, y R₁₀, son tal y como éstas se encuentran descritas en la fórmula (8); z, representa el porcentaje molar de esta unidad estructural, en las unidades repetitivas de la macromolécula anfifílica en su totalidad, y z, es un valor correspondiente a un porcentaje molar del 0,05 % - 10 % molar; siendo dicho porcentaje molar, de una forma preferible, el correspondiente a un valor del 0,1 % - 5,0 % molar, y de una forma más preferible, del 0,5 % - 1,5 % molar.

35

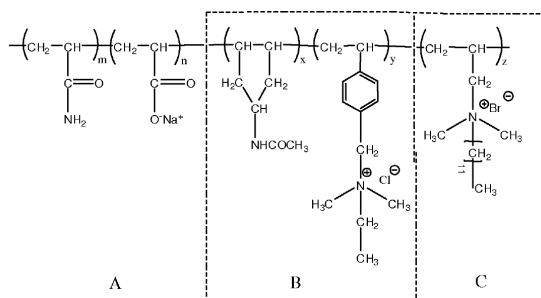
De una forma específica, la presente invención, proporciona un compuesto de alto peso molecular, el cual tiene la estructura de las fórmulas (I) - (X), las cuales se facilitan a continuación:

40



45

50



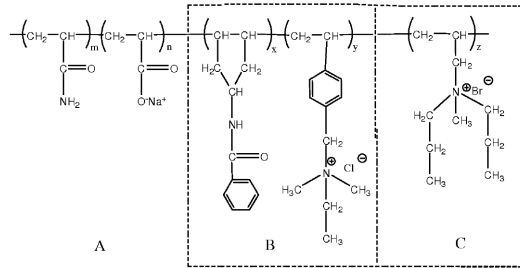
55

60

65

5

10

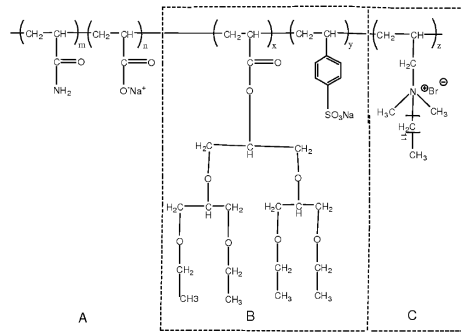


(III)

15

20

25

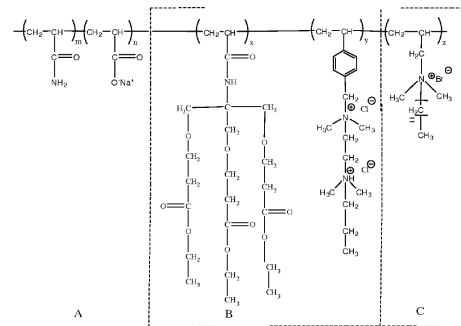


(IV)

30

35

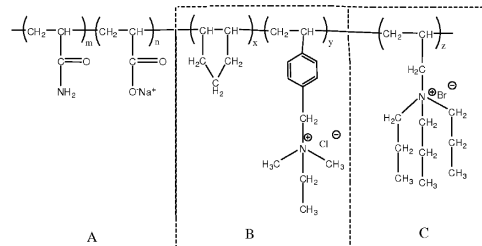
40



(V)

45

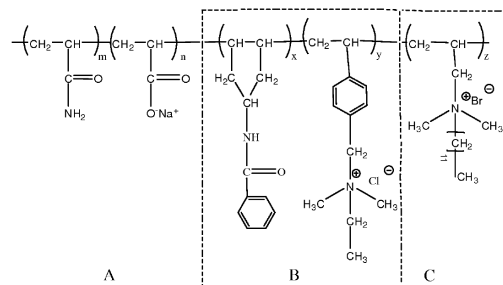
50



(VI)

55

60



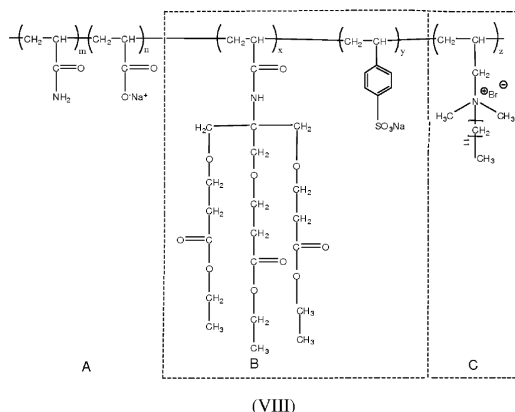
(VII)

65

5

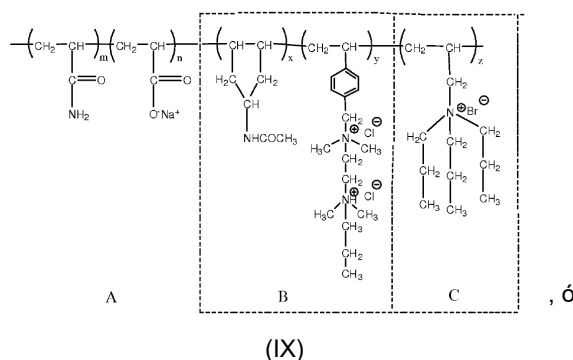
10

15



20

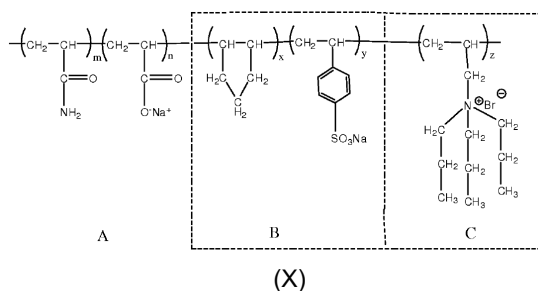
25



30

35

40



45

El peso molecular de la macromolécula anfifílica la cual se ha descrito anteriormente, arriba, es el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes situados entre 1 000 000 y 20 000 000; siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes situados entre 3 000 000 y 13 000 000.

50

La medición del peso molecular M, se lleva a cabo del siguiente modo: se procede a medir la viscosidad intrínseca $[\eta]$, mediante la utilización de un viscosímetro de Ubbelohde, de la forma la cual es conocida, en el arte especializado de la técnica, y a continuación, se utiliza el valor obtenido de la viscosidad intrínseca $[\eta]$, en la siguiente ecuación, con objeto de obtener el peso molecular M deseado:

55

$$M = 802 [\eta]^{1,25}$$

60

La macromolécula anfifílica en concordancia con la presente invención, puede prepararse mediante procedimientos, los cuales se conocen bien, en el arte especializado de la técnica, al como, por ejemplo, mediante la polimerización de la unidad estructural, para el ajuste del peso molecular, la distribución del peso molecular, y las características de carga, la unidad estructural altamente impedida, estéricamente, y la unidad estructural anfifílica, en presencia de un iniciador. El proceso de polimerización, puede de cualquier tipo el cual se conozca bien en el arte especializado de la técnica, tal como el consistente en la polimerización en suspensión, en la polimerización en emulsión, en la polimerización en solución, en la polimerización por precipitación, etc.

Un procedimiento típico de preparación, es de la forma que sigue: los monómeros, se dispersan o se disuelven, en un sistema acuoso, bajo la acción de un proceso de agitación y, la mezcla del monómero, se polimeriza, mediante la ayuda de un iniciador, bajo atmósfera de nitrógeno, para formar una macromolécula anfifílica. Las tecnologías relevantes hasta ahora existentes, para la preparación de una macromolécula anfifílica, pueden utilizarse, todas ellas, para preparar la macromolécula anfifílica de la presente invención.

La totalidad de los monómeros para preparar la macromolécula anfifílica, pueden encontrarse en el mercado, encontrándose éstas comercialmente disponibles, o bien, éstas pueden prepararse directamente, en base a la tecnología perteneciente al arte anterior de la técnica especializada, y algunas síntesis de monómeros, se describen, de una forma detallada, en ejemplos específicos.

Descripción de las figuras

La figura 1, representa la relación de la viscosidad, con respecto a la concentración de las macromoléculas anfifílicas obtenidas en los ejemplos 1 – 5 de la presente invención, en una solución salina, la cual tiene un grado de mineralización correspondiente a un valor de 1×10^4 mg / l, a una temperatura de 60 °.

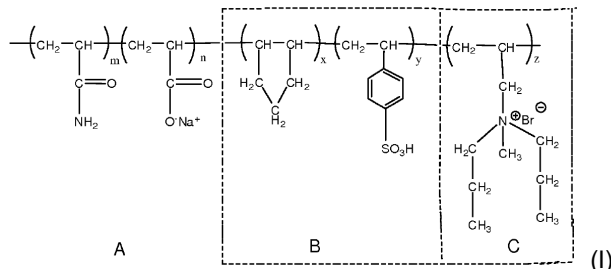
La figura 2, representa la relación de la viscosidad, con respecto a la temperatura de las macromoléculas anfifílicas obtenidas de los ejemplos 1 – 5 de la presente invención, en la solución salina, la cual tiene un grado de mineralización correspondiente a un valor de 1×10^4 mg / l, a una concentración de 1750 mg / l.

Descripción detallada de la invención

La presente invención, se ilustra de una forma adicional, procediendo a combinar ejemplos específicos; pero, sin embargo, no obstante, la presente invención, no se encuentra limitada a los ejemplos los cuales se facilitan abajo, a continuación.

Ejemplo 1

Este ejemplo, sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (I):



La síntesis de la macromolécula anfifílica de este ejemplo, es de la siguiente forma:

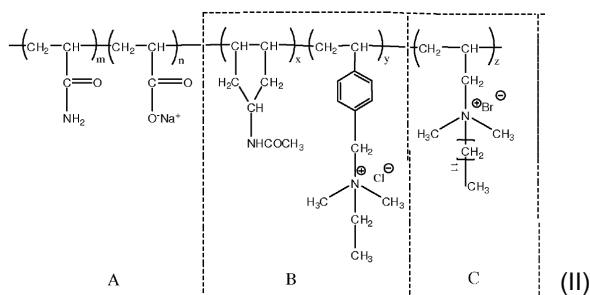
En primer lugar, se procedió a cargar, en un reactor, una cantidad de agua, correspondiente a 3 / 4 del peso total del sistema de reacción y, a continuación, se procedió a cargar, así mismo, también, varios monómeros, en el reactor, en una cantidad total correspondiente a 1 / 4 del peso total del sistema de reacción, y los porcentajes molares, m, n, x, y, z, para cada una de las unidades repetitivas, eran, respectivamente, los correspondientes a unos valores del 78 % molar, del 20 % molar, del 0,25 % molar, del 0,5 % molar, y del 1,25 % molar, sucesivamente. A continuación, se procedió a agitar la mezcla, hasta su completa disolución y, a ésta, se le añadió un agente auxiliar para el ajuste del valor pH, con objeto de ajustar la solución de reacción, a un valor pH de aprox. 8 y, después de ello, se procedió a añadir gas nitrógeno, en su interior, durante un transcurso de tiempo de 30 minutos, con objeto de eliminar el oxígeno contenido en su interior. Subsiguientemente, se procedió a añadir un iniciador, en el reactor, bajo la protección de gas nitrógeno, y se continuó con la protección del gas nitrógeno, durante un transcurso de tiempo de 10 minutos y, a continuación, se procedió a sellar el reactor. La reacción, se condujo a una temperatura de 18 °; y después de un transcurso de tiempo de 5 horas, la reacción, se había terminado, con una conversión completa. Después de haber procedido al secado del producto obtenido, se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica, era el correspondiente a un valor de 970×10^4 .

Ejemplo 2

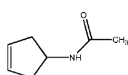
Este ejemplo, sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (II):

5

10



15 La ruta de la síntesis del monómero



se llevó a cabo del siguiente modo:

20



La síntesis de la macromolécula anfifílica de este ejemplo, se llevó a cabo del siguiente modo:

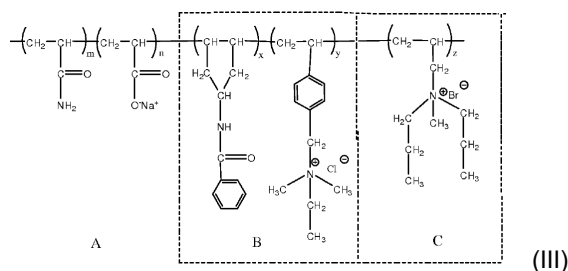
25 En primer lugar, se procedió a cargar, en un reactor, una cantidad de agua, correspondiente a 3 / 4 del peso total del sistema de reacción y, a continuación, se procedió a cargar, así mismo, también, varios monómeros, en el reactor, en una cantidad total correspondiente a 1 / 4 del peso total del sistema de reacción, y los porcentajes molares, m, n, x, y, z, para cada una de las unidades repetitivas, eran, respectivamente, los correspondientes a unos valores del 75 % molar, del 23 % molar, del 0,25 % molar, del 0,25 % molar, y del 1,5 % molar, sucesivamente. A continuación, se procedió a agitar la mezcla, hasta su completa disolución y, a ésta, se le añadió un agente auxiliar para el ajuste del valor pH, con objeto de ajustar la solución de reacción, a un valor pH de aprox. 8 y, después de ello, se procedió a añadir gas nitrógeno, en su interior, durante un transcurso de tiempo de 40 minutos, con objeto de eliminar el oxígeno contenido en su interior. Subsiguientemente, se procedió a añadir un iniciador, en el reactor, bajo la protección de gas nitrógeno, y se continuó con la protección del gas nitrógeno, durante un transcurso de tiempo de 10 minutos y, a continuación, se procedió a sellar el reactor. La reacción, se condujo a una temperatura de 22 °; y después de un transcurso de tiempo de 5 horas, la reacción, se había terminado, con una conversión completa. Después de haber procedido al secado del producto obtenido, se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica, era el correspondiente a un valor de 1030×10^4 .

40 Ejemplo 3

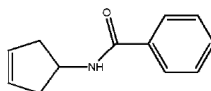
Este ejemplo, sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (III):

45

50

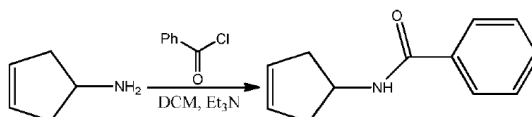


55 La ruta de la síntesis del monómero



se llevó a cabo del siguiente modo:

60



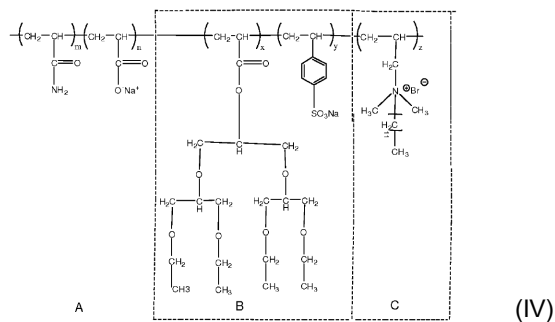
65

La síntesis de la macromolécula anfifílica de este ejemplo, se llevó a cabo del siguiente modo:

En primer lugar, se procedió a cargar, en un reactor, una cantidad de agua, correspondiente a 3 / 4 del peso total del sistema de reacción y, a continuación, se procedió a cargar, así mismo, también, varios monómeros, en el reactor, en una cantidad total correspondiente a 1 / 4 del peso total del sistema de reacción, y los porcentajes molares, m, n, x, y, z, para cada una de las unidades repetitivas, eran, respectivamente, los correspondientes a unos valores del 73 % molar, del 26 % molar, del 0,1 % molar, y del 0,8 % molar, sucesivamente. A continuación, se procedió a agitar la mezcla, hasta su completa disolución y, a ésta, se le añadió un agente auxiliar para el ajuste del valor pH, con objeto de ajustar la solución de reacción, a un valor pH de aprox. 9 y, después de ello, se procedió a añadir gas nitrógeno, en su interior, durante un transcurso de tiempo de 30 minutos, con objeto de eliminar el oxígeno contenido en su interior. Subsiguientemente, se procedió a añadir un iniciador, en el reactor, bajo la protección de gas nitrógeno, y se continuó con la protección del gas nitrógeno, durante un transcurso de tiempo de 10 minutos y, a continuación, se procedió a sellar el reactor. La reacción, se condujo a una temperatura de 25 °; y después de un transcurso de tiempo de 6 horas, la reacción, se había terminado, con una conversión completa. Después de haber procedido al secado del producto obtenido, se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica, era el correspondiente a un valor de 620×10^4 .

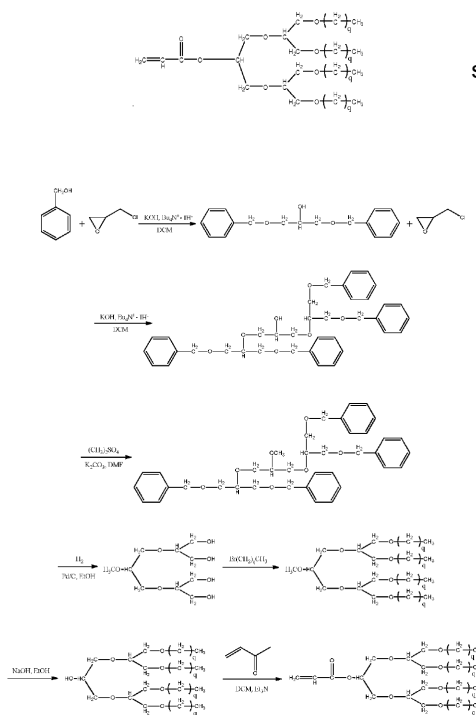
Ejemplo 4

Este ejemplo, sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (IV):



La ruta de la síntesis del monómero

se llevó a cabo del siguiente modo:



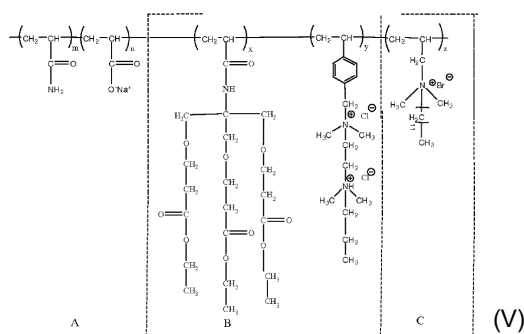
La síntesis de la macromolécula anfifílica de este ejemplo, se llevó a cabo del siguiente modo:

En primer lugar, se procedió a cargar, en un reactor, una cantidad de agua, correspondiente a 3 / 4 del peso total del sistema de reacción y, a continuación, se procedió a cargar, así mismo, también, varios monómeros, en el reactor,

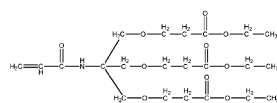
en una cantidad total correspondiente a 1 / 4 del peso total del sistema de reacción, y los porcentajes molares, m, n, x, y, z, para cada una de las unidades repetitivas, eran, respectivamente, los correspondientes a unos valores del 75 % molar, del 23 % molar, del 0,1 % molar, del 0,4 % molar, y del 1,5 % molar, sucesivamente. A continuación, se procedió a agitar la mezcla, hasta su completa disolución y, a ésta, se le añadió un agente auxiliar para el ajuste del valor pH, con objeto de ajustar la solución de reacción, a un valor pH de aprox. 9 y, después de ello, se procedió a añadir gas nitrógeno, en su interior, durante un transcurso de tiempo de 30 minutos, con objeto de eliminar el oxígeno contenido en su interior. Subsiguientemente, se procedió a añadir un iniciador, en el reactor, bajo la protección de gas nitrógeno, y, se continuó con la protección del gas nitrógeno, durante un transcurso de tiempo de 10 minutos y, a continuación, se procedió a sellar el reactor. La reacción, se condujo a una temperatura de 25 °; y después de un transcurso de tiempo de 6 horas, la reacción, se había terminado, con una conversión completa. Después de haber procedido al secado del producto obtenido, se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica, era el correspondiente a un valor de 390×10^4 .

Ejemplo 5

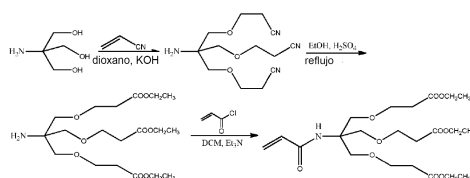
Este ejemplo, sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (V):



La ruta de la síntesis del monómero



se llevó a cabo del siguiente modo:



La síntesis de la macromolécula anfifílica de este ejemplo, se llevó a cabo del siguiente modo:

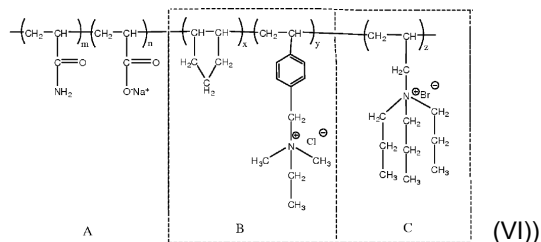
En primer lugar, se procedió a cargar, en un reactor, una cantidad de agua, correspondiente a 3 / 4 del peso total del sistema de reacción y, a continuación, se procedió a cargar, así mismo, también, varios monómeros, en el reactor, en una cantidad total correspondiente a 1 / 4 del peso total del sistema de reacción, y los porcentajes molares, m, n, x, y, z, para cada una de las unidades repetitivas, eran, respectivamente, los correspondientes a unos valores del 78 % molar, del 21 % molar, del 0,1 % molar, del 0,1 % molar, y del 0,8 % molar, sucesivamente. A continuación, se procedió a agitar la mezcla, hasta su completa disolución y, a ésta, se le añadió un agente auxiliar para el ajuste del valor pH, con objeto de ajustar la solución de reacción, a un valor pH de aprox. 8 y, después de ello, se procedió a añadir gas nitrógeno, en su interior, durante un transcurso de tiempo de 30 minutos, con objeto de eliminar el oxígeno contenido en su interior. Subsiguientemente, se procedió a añadir un iniciador, en el reactor, bajo la protección de gas nitrógeno, y, se continuó con la protección del gas nitrógeno, durante un transcurso de tiempo de 10 minutos y, a continuación, se procedió a sellar el reactor. La reacción, se condujo a una temperatura de 25 °; y después de un transcurso de tiempo de 6 horas, la reacción, se había terminado, con una conversión completa. Después de haber procedido al secado del producto obtenido, se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica, era el correspondiente a un valor de 390×10^4 .

Ejemplo 6

Este ejemplo, sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (VI):

5

10



La síntesis de la macromolécula anfifílica de este ejemplo, se llevó a cabo del siguiente modo:

15

20

25

En primer lugar, se procedió a cargar, en un reactor, una cantidad de agua, correspondiente a 3 / 4 del peso total del sistema de reacción y, a continuación, se procedió a cargar, así mismo, también, varios monómeros, en el reactor, en una cantidad total correspondiente a 1 / 4 del peso total del sistema de reacción, y los porcentajes molares, m, n, x, y, z, para cada una de las unidades repetitivas, eran, respectivamente, los correspondientes a unos valores del 73,5 % molar, del 25 % molar, del 0,5 % molar, del 0,5 % molar, y del 0,5 % molar, sucesivamente. A continuación, se procedió a agitar la mezcla, hasta su completa disolución y, a ésta, se le añadió un agente auxiliar para el ajuste del valor pH, con objeto de ajustar la solución de reacción, a un valor pH de aprox. 8 y, después de ello, se procedió a añadir gas nitrógeno, en su interior, durante un transcurso de tiempo de 30 minutos, con objeto de eliminar el oxígeno contenido en su interior. Subsiguientemente, se procedió a añadir un iniciador, en el reactor, bajo la protección de gas nitrógeno, y, se continuó con la protección del gas nitrógeno, durante un transcurso de tiempo de 10 minutos y, a continuación, se procedió a sellar el reactor. La reacción, se condujo a una temperatura de 45 °; y después de un transcurso de tiempo de 3 horas, la reacción, se había terminado, con una conversión completa. Después de haber procedido al secado del producto obtenido, se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica, era el correspondiente a un valor de 680 x 10⁴.

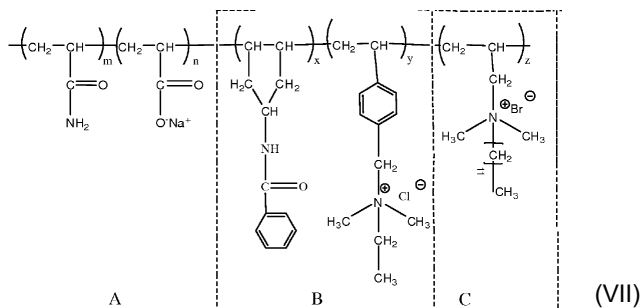
30

Ejemplo 7

Este ejemplo, sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (VII):

35

40



45

La síntesis de la macromolécula anfifílica de este ejemplo, se llevó a cabo del siguiente modo:

50

55

60

En primer lugar, se procedió a cargar, en un reactor, una cantidad de agua, correspondiente a 3 / 4 del peso total del sistema de reacción y, a continuación, se procedió a cargar, así mismo, también, varios monómeros, en el reactor, en una cantidad total correspondiente a 1 / 4 del peso total del sistema de reacción, y los porcentajes molares, m, n, x, y, z, para cada una de las unidades repetitivas, eran, respectivamente, los correspondientes a unos valores del 75 % molar, del 23 % molar, del 0,25 % molar, del 0,25 % molar, y del 1,5 % molar, sucesivamente. A continuación, se procedió a agitar la mezcla, hasta su completa disolución y, a ésta, se le añadió un agente auxiliar para el ajuste del valor pH, con objeto de ajustar la solución de reacción, a un valor pH de aprox. 9 y, después de ello, se procedió a añadir gas nitrógeno, en su interior, durante un transcurso de tiempo de 30 minutos, con objeto de eliminar el oxígeno contenido en su interior. Subsiguientemente, se procedió a añadir un iniciador, en el reactor, bajo la protección de gas nitrógeno, y, se continuó con la protección del gas nitrógeno, durante un transcurso de tiempo de 10 minutos y, a continuación, se procedió a sellar el reactor. La reacción, se condujo a una temperatura de 55 °; y después de un transcurso de tiempo de 3 horas, la reacción, se había terminado, con una conversión completa. Después de haber procedido al secado del producto obtenido, se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica, era el correspondiente a un valor de 690 x 10⁴.

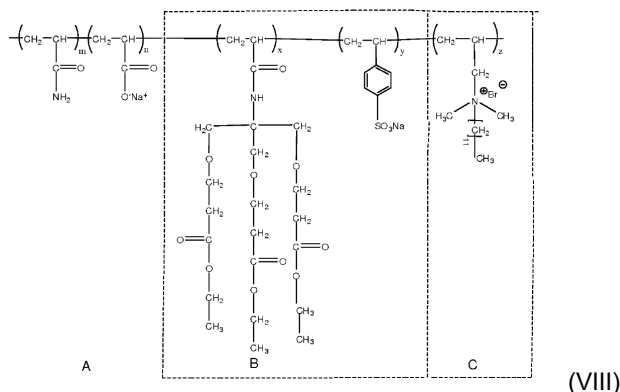
Ejemplo 8

Este ejemplo, sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (VIII):

5

10

15



La síntesis de la macromolécula anfifílica de este ejemplo, se llevó a cabo del siguiente modo:

20

25

30

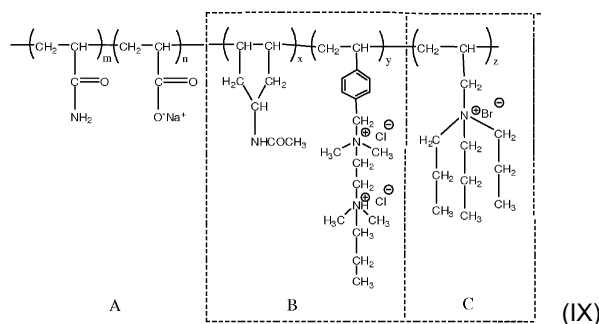
En primer lugar, se procedió a cargar, en un reactor, una cantidad de agua, correspondiente a 3 / 4 del peso total del sistema de reacción y, a continuación, se procedió a cargar, así mismo, también, varios monómeros, en el reactor, en una cantidad total correspondiente a 1 / 4 del peso total del sistema de reacción, y los porcentajes molares, m, n, x, y, z, para cada una de las unidades repetitivas, eran, respectivamente, los correspondientes a unos valores del 70 % molar, del 28 % molar, del 0,15 % molar, del 0,75 % molar, y del 1,1 % molar, sucesivamente. A continuación, se procedió a agitar la mezcla, hasta su completa disolución y, a ésta, se le añadió un agente auxiliar para el ajuste del valor pH, con objeto de ajustar la solución de reacción, a un valor pH de aprox. 8 y, después de ello, se procedió a añadir gas nitrógeno, en su interior, durante un transcurso de tiempo de 30 minutos, con objeto de eliminar el oxígeno contenido en su interior. Subsiguientemente, se procedió a añadir un iniciador, en el reactor, bajo la protección de gas nitrógeno, y, se continuó con la protección del gas nitrógeno, durante un transcurso de tiempo de 10 minutos y, a continuación, se procedió a sellar el reactor. La reacción, se condujo a una temperatura de 55 °; y después de un transcurso de tiempo de 3 horas, la reacción, se había terminado, con una conversión completa. Después de haber procedido al secado del producto obtenido, se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica, era el correspondiente a un valor de 390 x 10⁴.

35 Ejemplo 9

Este ejemplo, sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (IX):

40

45



50

La síntesis de la macromolécula anfifílica de este ejemplo, se llevó a cabo del siguiente modo:

55

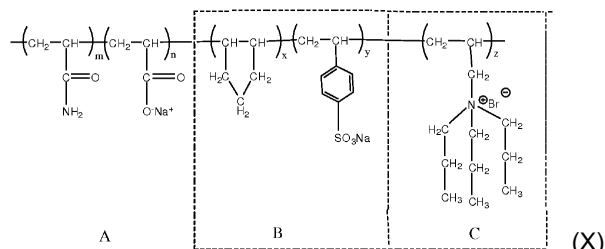
60

En primer lugar, se procedió a cargar, en un reactor, una cantidad de agua, correspondiente a 3 / 4 del peso total del sistema de reacción y, a continuación, se procedió a cargar, así mismo, también, varios monómeros, en el reactor, en una cantidad total correspondiente a 1 / 4 del peso total del sistema de reacción, y los porcentajes molares, m, n, x, y, z, para cada una de las unidades repetitivas, eran, respectivamente, los correspondientes a unos valores del 75 % molar, del 23,5 % molar, del 0,5 % molar, del 0,5 % molar, y del 0,5 % molar, sucesivamente. A continuación, se procedió a agitar la mezcla, hasta su completa disolución y, a ésta, se le añadió un agente auxiliar para el ajuste del valor pH, con objeto de ajustar la solución de reacción, a un valor pH de aprox. 8 y, después de ello, se procedió a añadir gas nitrógeno, en su interior, durante un transcurso de tiempo de 30 minutos, con objeto de eliminar el oxígeno contenido en su interior. Subsiguientemente, se procedió a añadir un iniciador, en el reactor, bajo la protección de gas nitrógeno, y, se continuó con la protección del gas nitrógeno, durante un transcurso de tiempo de 10 minutos y, a continuación, se procedió a sellar el reactor. La reacción, se condujo a una temperatura de 50 °; y después de un transcurso de tiempo de 2,5 horas, la reacción, se había terminado, con una conversión completa.

Después de haber procedido al secado del producto obtenido, se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica, era el correspondiente a un valor de 430×10^4 .

Ejemplo 10

Este ejemplo, sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (X):



La síntesis de la macromolécula anfifílica de este ejemplo, se llevó a cabo del siguiente modo:

En primer lugar, se procedió a cargar, en un reactor, una cantidad de agua, correspondiente a 3 / 4 del peso total del sistema de reacción y, a continuación, se procedió a cargar, así mismo, también, varios monómeros, en el reactor, en una cantidad total correspondiente a 1 / 4 del peso total del sistema de reacción, y los porcentajes molares, m, n, x, y, z, para cada una de las unidades repetitivas, eran, respectivamente, los correspondientes a unos valores del 74 % molar, del 23 % molar, del 0,5 % molar, del 1,5 % molar, y del 1 % molar, sucesivamente. A continuación, se procedió a agitar la mezcla, hasta su completa disolución y, a ésta, se le añadió un agente auxiliar para el ajuste del valor pH, con objeto de ajustar la solución de reacción, a un valor pH de aprox. 8 y, después de ello, se procedió a añadir gas nitrógeno, en su interior, durante un transcurso de tiempo de 30 minutos, con objeto de eliminar el oxígeno contenido en su interior. Subsiguientemente, se procedió a añadir un iniciador, en el reactor, bajo la protección de gas nitrógeno, y, se continuó con la protección del gas nitrógeno, durante un transcurso de tiempo de 10 minutos y, a continuación, se procedió a sellar el reactor. La reacción, se condujo a una temperatura de 50 °; y después de un transcurso de tiempo de 2 horas, la reacción, se había terminado, con una conversión completa. Después de haber procedido al secado del producto obtenido, se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica, era el correspondiente a un valor de 560×10^4 .

Ejemplos de medición

Ejemplo de medición 1

Se procedió a utilizar una solución salina, la cual tenía un grado de mineralización de 1×10^4 mg / l, para preparar las soluciones de la macromolécula anfifílica, en diferentes concentraciones, y se determinó, a continuación, los valores de relación entre la concentración, la temperatura y la viscosidad de la solución. Los resultados obtenidos, se encuentran recopilados en la Figura 1 y la Figura 2.

Las figuras, mostraban el hecho de que, las soluciones de la macromolécula anfifílica, de los ejemplos 1 – 5, poseen, todavía, una favorable capacidad de viscosificación (de creación de viscosidad), bajo las condiciones de una alta temperatura y de un alto grado de mineralización. La unidad altamente impedida, estéricamente, en la macromolécula anfifílica, reducía el grado de libertad de rotación de la cadena principal, e incrementaba la rigidez de la cadena de la macromolécula, lo cual convertía a la cadena de la macromolécula, en difícil de curvarse u ondularse, y ésta tendía a extenderse, aumentado así, de este modo, el radio hidrodinámico de la macromolécula; y mientras tanto, las unidades estructurales anfifílicas, se asociaban las unas con las otras, para formar el microdominio mediante una interacción intramolecular, o intermolecular, intensificando así, de este modo, la capacidad de viscosificación o de creación de viscosidad de la solución, de una forma remarcable, bajo las condiciones de una alta temperatura y de una alta salinidad.

Ejemplo de medición 2

Procedimiento de ensayo : bajo una temperatura de 25 °, se procedió a añadir 25 ml de muestras de petróleo crudo de deshidratación eléctrica, procedente de tres diferentes tipos de yacimientos, en tubos de ensayo provistos de tapón de obturación, procediéndose, a continuación, a añadir, en éstos, 25 ml de soluciones acuosa de la macromolécula anfifílica, con diferentes concentraciones, formuladas mediante agua destilada. Se procedió, a continuación, a apretar el tapón de obturación y, a continuación, el tubo, se agitó de una forma manual, o mediante la utilización de un caja de oscilación, durante 80 – 100 veces, en la dirección horizontal, y en donde, la amplitud de la agitación, debía ser superior a los 20 cm. Después se haberse llevado a cabo el proceso de mezclado, de una forma suficiente, se procedió a aflojar el tapón de obturación. La tasa de la reducción de la viscosidad, del petróleo crudo, se calculó en concordancia con la siguiente ecuación.

$$\text{Tasa de reducción de la viscosidad (\%)} = \frac{\text{Viscosidad de la muestra de petróleo crudo} - \text{viscosidad después del mezclado}}{\text{Viscosidad de la muestra de petróleo crudo}} \times 100$$

Tabla 1 Resultados experimentales de la reducción de la viscosidad del petróleo crudo, de la macromolécula anfifílica obtenida a partir del ejemplo 6 – ejemplo 10 (factor de relación o cociente aceite – agua = 1 : 1,25)

Factor de relación aceite -agua 1 : 1	Muestra de petróleo 1	Reducción de la viscosidad (%)	Muestra de petróleo 2	Reducción de la viscosidad (%)	Muestra de petróleo 1	Reducción de la viscosidad (%)
Test de ensayo de temperatura (25 °C)						
Viscosidad inicial (Ppas·s)	1.800	--	6.700	--	18.000	
Ejemplo 6	400 mg / l	850	2.300	65,67	4.700	73,89
	600 mg / l	550	1.475	77,99	2.350	86,94
	800 mg / l	340	975	85,45	1.250	93,06
	1.000 mg / l	280	750	88,81	950	94,72
	1.200 mg / l	220	650	90,30	825	95,42
Ejemplo 7	400 mg / l	910	2.400	64,18	4.450	75,28
	600 mg / l	590	1.600	76,12	2.100	88,33
	800 mg / l	450	1.175	82,46	1.050	94,17
	1.000 mg / l	349	830	87,61	890	95,06
	1.200 mg / l	260	680	89,85	780	95,67
Ejemplo 8	400 mg / l	820	2.050	69,40	4.250	76,39
	600 mg / l	470	1.370	79,55	1.975	39,03
	800 mg / l	315	850	87,31	1.325	92,64
	1.000 mg / l	230	675	89,93	930	94,83
	1.200 mg / l	200	590	91,19	850	95,28
Ejemplo 9	400 mg / l	925	2.270	66,12	4.700	73,89
	600 mg / l	630	1.420	78,81	2.250	85,83
	800 mg / l	450	940	85,97	1.480	91,78
	1.000 mg / l	380	680	89,85	1.050	94,17
	1.200 mg / l	340	530	92,09	880	95,11
Ejemplo 10	400 mg / l	820	1.900	71,64	5.100	71,67
	600 mg / l	530	1.250	81,34	2.900	83,89
	800 mg / l	390	825	87,69	1.890	89,50
	1.000 mg / l	305	650	90,30	1.400	92,22
	1.200 mg / l	260	575	91,42	1.175	93,47

La tabla 1, muestra el hecho de que, las macromoléculas anfifílicas de los ejemplos 6 – 10, tienen unos efectos satisfactorios para la reducción de la viscosidad de las tres muestras de petróleo crudo sometidas a los tests de ensayo. Así, de este modo, mediante el incremento de la concentración de la solución de la macromolécula anfifílica, se incrementaba la tasa de reducción de la viscosidad. Y, de una forma adicional, cuando la concentración de la solución de la macromolécula anfifílica, era la misma, entonces, la tasa de reducción de la viscosidad, se incrementaba, con el aumento de la viscosidad de la muestra de petróleo crudo. Se creía así, de este modo, el hecho consistente en que, la macromolécula anfifílica, podía reducir la viscosidad del petróleo crudo, de una forma remarcable, vía el efecto sinérgico entre la unidad estructural altamente impedida, estéricamente, y la unidad estructural anfifílica, hecho éste, el cual podía emulsionar y dispersar el petróleo crudo, de una forma efectiva.

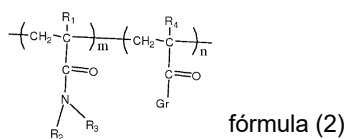
Aplicación industrial

La macromolécula anfifílica de la presente invención, puede utilizarse en la perforación de yacimientos petrolíferos, en la cementación de pozos, en la fracturación, en la recolección y en el transporte del petróleo crudo, en el tratamiento de las aguas residuales, en el tratamiento de lodos residuales, y en la fabricación de papel, y éste puede utilizarse, así mismo, también, como un agente intensificante de la producción de petróleo, como un agente de desplazamiento del petróleo, como un reductor de la viscosidad en petróleo pesado, como un reductor de la viscosidad en los aceites (petróleos) pesados, como un fluido de fracturación, como un estabilizador de la arcilla, como un agente para el tratamiento de las aguas residuales, como un agente auxiliar de las aguas residuales, como

un agente auxiliar de retención, y como un agente auxiliar de drenaje, y como un agente reforzante para la fabricación de papel.

- 5 La macromolécula anfifílica de la presente invención, es especialmente apropiada para la explotación del petróleo, y así, por ejemplo, ésta puede utilizarse como un polímero de desplazamiento del petróleo, intensificada, o como un reductor de la viscosidad, para el petróleo pesado. Así, de este modo, cuando ésta se utiliza como un agente de desplazamiento del petróleo, ésta tiene un efecto viscosificante (de creación o aumento de la viscosidad), incluso en unas condiciones de alta temperatura y de alta salinidad y puede así mejorar o intensificar la recuperación de petróleo crudo. Cuando ésta se utiliza como un reductor de la viscosidad, para el petróleo pesado, ése puede
- 10 reducir, de una forma remarcable, la viscosidad del petróleo pesado en cuestión, y reducir la resistencia al flujo de éste, en la formación y en la perforación de pozos, mediante la emulsión y la dispersión del petróleo pesado, de una forma efectiva.

5



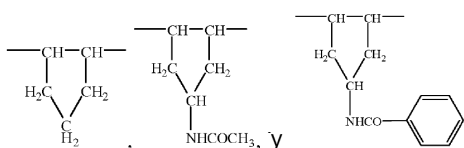
10

en donde, en la fórmula (2), R₁, es H, ó un grupo metilo; R₂ y R₃, se seleccionan, de una forma independiente, de entre el grupo consistente en H, R₄, se selecciona de entre el grupo consistente en H, y un grupo metilo; Gr, es -OH, ó -O⁻NA⁺; m y n, representan los porcentajes molares de las unidades estructurales, en la unidad repetitiva de la macromolécula entera, y m, es un porcentaje molar, correspondiente a un valor del 70 % - 99 % molar; y n, es un porcentaje molar correspondiente a un valor del 1 % - 30 % molar.

15

7.- La macromolécula anfifílica, según se reivindica en la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que, la estructura de hidrocarburo, cíclica, formada a base de dos átomos de carbono contiguos, en la cadena principal, se selecciona de entre el grupo consistente en:

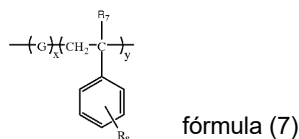
20



25

8.- La macromolécula anfifílica, según se reivindica en la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que, la unidad estructural B, altamente impedida, estéricamente, tiene la fórmula estructural (7):

30



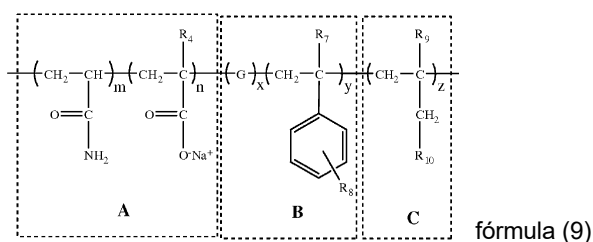
35

en donde, en la fórmula (7), la definición de G, es tal y como ésta se describe en la reivindicación 1; las definiciones de R₇ y R₈, son tal y como éstas de describen en la fórmula (4); x e y, respectivamente, representan los porcentajes molares de las unidades estructurales en las unidades repetitivas de la macromolécula anfifílica en su totalidad y, x, tiene un valor correspondiente a un porcentaje molar del 0,02 % - 2 % molar; y, tiene un valor correspondiente a un porcentaje molar del 0,05 % - 5 % molar.

40

9.- La macromolécula anfifílica, según se reivindica en la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que, la macromolécula anfifílica, tiene la fórmula estructural (9):

45



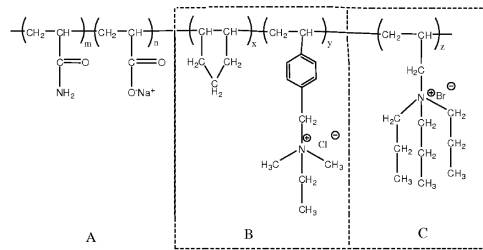
50

en donde, en la fórmula (9), las definiciones, en R₄, se selecciona de entre el grupo consistente en H, y un grupo metilo; m, y n, representan el porcentaje molar de las unidades estructurales en la macromolécula anfifílica en su totalidad, y m, es un porcentaje molar correspondiente a un valor que va de un 70 a un 99 % molar, n, es un porcentaje molar correspondiente a un valor que de un 1 a un 30 % molar; las definiciones de R₇, R₈, G, x, e y, son tal y como éstas se encuentran descritas en la fórmula (7); las definiciones de R₉, y R₁₀, son tal y como éstas se encuentran descritas en la fórmula (8); z, representa el porcentaje molar de esta unidad estructural, en la macromolécula anfifílica en su totalidad, y z, es un valor correspondiente a un porcentaje molar del 0,05 % - 10 % molar.

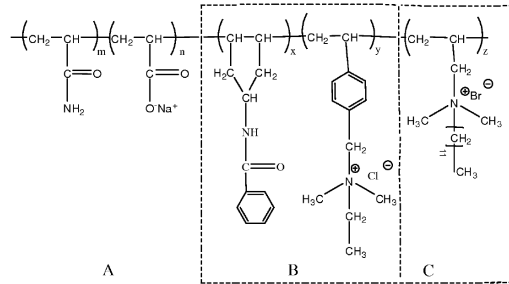
60

10.- La macromolécula anfifílica, según se reivindica en la reivindicación 1, la cual es un compuesto de las fórmulas (I) - (X):

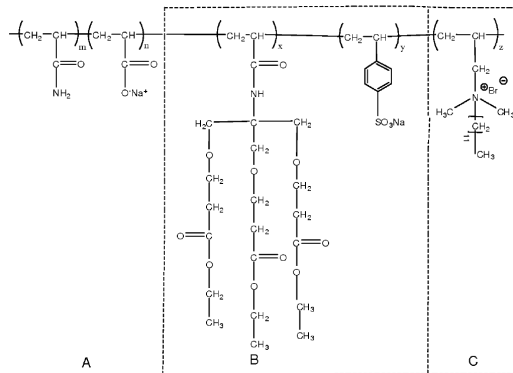
65



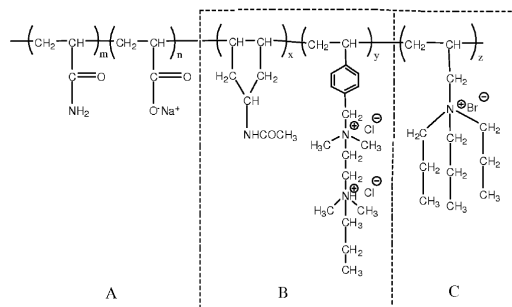
(VI)



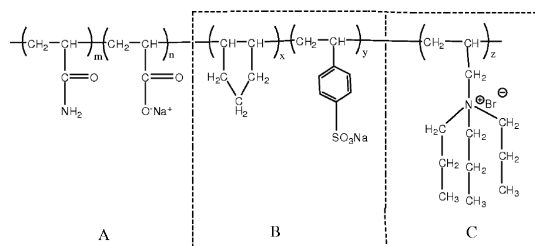
(VII)



(VIII)



(IX)



(X)

11.- La macromolécula anfifílica, según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada por el hecho de que, ésta, tiene un peso molecular correspondiente a un valor situado entre 1 000 000 – 20 000 000.

- 5 12.- Uso de una macromolécula anfifílica, según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la perforación de yacimientos petrolíferos, en la cementación de pozos, en la fracturación, en la recolección y en el transporte del petróleo crudo, en el tratamiento de las aguas residuales, en el tratamiento de lodos residuales, y en la fabricación de papel, como un intensificante de la producción de petróleo, como un agente de desplazamiento del petróleo, como un reductor de la viscosidad en los petróleos pesados, como un fluido de fracturación, como un estabilizador de la arcilla, como un agente para el tratamiento de las aguas residuales, como un agente auxiliar de las
- 10 aguas residuales, como un agente auxiliar de retención, y como un agente auxiliar de drenaje, y como un agente reforzante para la fabricación de papel.

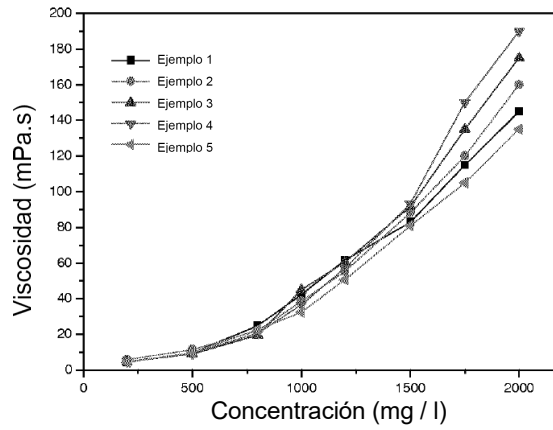


Figura 1: El valor de relación entre la viscosidad y la concentración

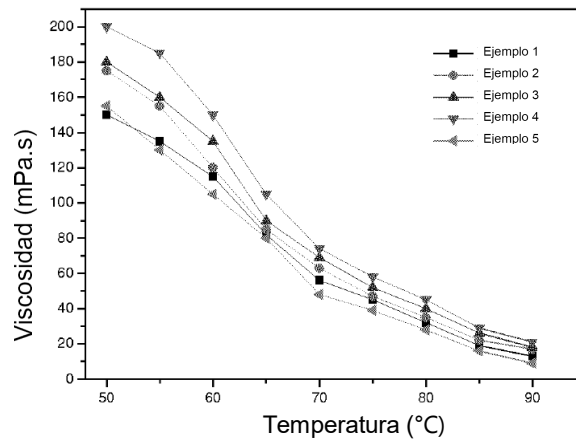


Figura 2: El valor de relación entre la viscosidad y la temperatura