

ELIMINACIÓN DE METAL DE FLUIDOS

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se relaciona con aditivos y
métodos para eliminar metales de diversos fluidos de
yacimientos petrolíferos y refinería, y más particularmente
se relaciona con la eliminación de metales, tales como
mercurio, de fluidos de yacimientos petrolíferos y
10 refinería mediante la introducción de un compuesto de
azufre solo o en combinación con al menos un
desemulsionante, un clarificador de agua, un agente
regulador y/o un reductor de punto de goteo a los fluidos
para separar los metales del fluido.

15

ANTECEDENTES

La eliminación de metales encontrados en las
corrientes de aceite y gas natural, tales como plomo,
20 mercurio, cobre, hierro, magnesio, sodio, molibdeno,
zinc, cadmio, vanadio, titanio, manganeso, cromo,
cobalto, antimonio, uranio, aluminio, estaño, bario,
galio, plata, calcio, litio y arsénico, es un elemento
importante para la producción y refinación de aceite y
25 gas.

La presencia de tales metales puede causar problemas durante el procesamiento y la refinación de las corrientes de hidrocarburos y reducir significativamente su valor y los mercados en los que pueden comercializarse hidrocarburos. Además, muchos de estos metales, tales como mercurio, son tóxicos y presentan un riesgo ambiental, lo que dificulta el tratamiento y la eliminación de las corrientes de fluidos industriales que los contienen.

Se han usado diversas tecnologías y métodos a lo largo de los años para tratar de eliminar de forma eficaz los metales de fluidos de yacimientos petrolíferos y refinería. Los métodos anteriores de eliminación de mercurio de las corrientes de hidrocarburos, por ejemplo, han usado aditivos de ditiocarbamato, filtración, procesos térmicos y oxidación. Sin embargo, tales métodos de eliminación frecuentemente se ven obstaculizados por la interferencia del agua, otros sólidos y emulsiones de aceite y/o interfases presentes en la corriente. Además, se conoce que las sustancias químicas de ditiocarbamato son tóxicas y pueden generar capas de emulsión indeseables durante el tratamiento, lo que aumenta el tiempo y costo de procesamiento.

Por lo tanto, sería deseable desarrollar aditivos y métodos para la eliminación de metales que sean menos tóxicos y más eficaces en la separación de

metales de fluidos de yacimientos petrolíferos y refinería.

SUMARIO

Se proporciona, en una forma, un método para
5 eliminar metales de un fluido que comprende: aplicar un compuesto de azufre que tiene la fórmula general HS-X, en donde X es un grupo alquilo, cicloalquilo, arilo y/o alquilarilo sustituido con heteroátomo, a un fluido acuoso, de hidrocarburo o mezclado que contiene al menos
10 un metal para quelar el al menos un metal y formar un complejo de quelato del compuesto de azufre con el al menos un metal, y separar el complejo de quelato del fluido mediante, por ejemplo, eliminación de sólidos o lavado con agua. En una modalidad no restrictiva, al
15 menos un desemulsionante, un agente regulador, un clarificador de agua y/o un reductor de punto de goteo pueden aplicarse adicionalmente al fluido con el compuesto de azufre en una mezcla o por separado.

También se proporciona, en otra forma, un fluido
20 tratado en el que un fluido que comprende al menos un metal se combina con un aditivo que comprende (1) un compuesto de azufre que tiene la fórmula general HS-X, en donde X es un grupo alquilo, cicloalquilo, arilo y/o alquilarilo sustituido con heteroátomo, y (2) un
25 componente seleccionado del grupo que consiste en al menos un desemulsionante, un agente regulador, un clarificador

de agua, un reductor de punto de goteo, y combinaciones de estos. El al menos un metal a eliminar puede ser plomo, mercurio, cobre, hierro, magnesio, sodio, molibdeno, zinc, cadmio, vanadio, titanio, manganeso, cromo, cobalto, antimonio, uranio, aluminio, estaño, bario, galio, plata, arsénico, selenio, calcio, litio, silicio y combinaciones de estos. El fluido a tratar puede seleccionarse de un grupo que consiste en aceite crudo, un condensado de yacimientos petrolíferos, gas de petróleo licuado, líquido de gas natural, propano, butano, un destilado de refinería, un combustible residual, barro de tanque de almacenamiento, un producto de coque, gas natural, gas combustible de refinería, aguas residuales, agua producida, un fluido de proceso químico, y combinaciones de estos. En una modalidad no limitante, el fluido tratado comprende adicionalmente un complejo de quelato del compuesto de azufre con el al menos un metal.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se ha descubierto que añadir un compuesto de azufre que tiene la fórmula general HS-X, ya sea por sí mismo o con al menos un desemulsionante, un agente regulador, un reductor de punto de goteo y/o un clarificador de agua, a un fluido de yacimientos petrolíferos y refinería que tiene al menos un metal, tal como aceite crudo, es útil para separar (es decir, eliminar) el al menos un metal del fluido. Más específicamente, se ha descubierto que un compuesto de azufre del(de los) tipo(s) descrito(s) en la presente descripción es útil para quelar el al menos un metal presente en el fluido y formar un complejo de quelato con el al menos un metal de manera que el al menos un metal pueda eliminarse o separarse más fácilmente del fluido.

El compuesto de azufre es un compuesto que tiene la fórmula general HS-X, en la que X es un grupo alquilo, cicloalquilo, arilo y/o alquilarilo sustituido con heteroátomo. El heteroátomo puede ser oxígeno, azufre, fósforo y/o nitrógeno. Los grupos alquilo, cicloalquilo, arilo o alquilarilo pueden tener de 1 independientemente a 12 átomos de carbono; alternativamente de 2 independientemente a 6 átomos de carbono. Como se usa en la presente descripción con respecto a un rango, “independientemente” significa que

cualquier umbral dado puede usarse junto con cualquier otro umbral dado para proporcionar un rango alternativo adecuado. Los ejemplos no limitantes de compuestos de azufre que se encuentran dentro de esta fórmula que son
5 eficaces para eliminar (es decir, separar) metales de un fluido cuando se aplican al fluido son, sin limitarse a, 2-mercaptoetanol, sulfuro de bis (2-mercaptoetilo), disulfuro de 2-mercaptoetilo, 1,8-dimercapto-3,6-dioxaoctano, ácido mercaptoacético, monotioglicolato de
10 glicerilo, 2-mercaptofenol, 4-mercaptofenol, 1,2-ditioetano, cisteamina, N,N dimetil cisteamina, N,N'-bis(2-mercaptoetil) etilendiamina, ácido tioláctico, 1,3, 5 triazina, 2,4,6 tritiol. En una modalidad no limitante, el aditivo que se aplicará al fluido que
15 contiene al menos un metal puede comprender uno o más de estos compuestos de azufre.

En otra modalidad no limitante, los componentes adicionales pueden aplicarse al fluido que contiene al menos un metal para mejorar la separación o eliminación.
20 Los componentes que pueden aplicarse además del compuesto de azufre descrito anteriormente comprenden un agente regulador, al menos un desemulsionante, un reductor de punto de goteo, y/o un clarificador de agua. Estos componentes adicionales pueden mezclarse con el compuesto
25 de azufre o entre sí antes de aplicarse al fluido o

pueden añadirse al fluido por separado en combinación con el compuesto de azufre o en combinación entre sí.

Un agente regulador puede aplicarse para cambiar el pH del fluido y mejorar la eliminación del metal. Los
5 agentes reguladores adecuados incluyen, sin limitarse a, ácido glicólico, ácido acético, ácido láctico, y combinaciones de estos.

Debido a que los desemulsionantes funcionan para romper emulsiones agua en aceite o aceite en agua en fluido
10 que contiene hidrocarburos, la aplicación de al menos un desemulsionante a un fluido de hidrocarburo puede ayudar a liberar el complejo de partículas metálicas creado por el compuesto de azufre de la fase oleosa del fluido. Los desemulsionantes adecuados incluyen, pero no se limitan a,
15 resinas fenólicas oxialquiladas, resinas de alquilfenol formaldehído oxialquiladas, ácido bencenosulfónico, derivados de 4-C10-13-sec-alquilo, sal sódica de bis(2-etilhexil)sulfosuccinato, bispolímero de fenol (para alquilo C4-C12) con (clorometil)oxirano metiloxirano y
20 oxirano, polímeros de metiloxirano con oxirano, poliaminas propoxiladas o etoxiladas, y combinaciones de estos. También se ha demostrado que el al menos un desemulsionante puede ser una mezcla compleja de polioles reticulados, resinas fenólicas oxialquiladas, ácido alquilarilsulfónico,
25 ésteres de poliol, y combinaciones de estos. En el caso de tratar un fluido de hidrocarburo para la eliminación de

metales, pueden aplicarse reductores de punto de goteo con el al menos un desemulsionante para ayudar a evitar la cristalización de parafinas en el fluido de hidrocarburo y ayudar a separar los metales de la fase de hidrocarburo del fluido. Los reductores de punto de goteo que pueden aplicarse incluyen, sin restricción, copolímeros de acetato de etilenvinilo, copolímeros y terpolímeros de poliacrilamida, ésteres de copolímero maleico de olefina y/o homopolímeros, copolímeros y terpolímeros de poliacrilato, tales como homopolímeros, copolímeros y terpolímeros de metacrilato.

El clarificador de agua que puede aplicarse puede ser, sin limitarse a, uno o más de los siguientes: una dispersión acuosa de carbohidrato de almidón catiónico, un almidón modificado soluble en agua, acetato de quitosano, poliacrilamida catiónica de hidróxido de cloruro de aluminio, un copolímero polisulfonado aniónico, y un polímero de politrietanolamina cuaternizada.

En algunas modalidades no limitantes, ciertos quelantes opcionales y líquidos iónicos también pueden añadirse al fluido para ayudar a efectuar la precipitación de los metales, especialmente en el caso de la eliminación o separación del mercurio. Ejemplos de tales quelantes incluyen, sin limitarse a, tritiocarbonato de sodio, N,N

dimetil ditiocarbamato, ditiocarbamato de poliamonio, y/o tiocianato de sodio, potasio o amonio.

El fluido a tratar con tal aditivo es cualquier fluido que contenga al menos un metal. Los metales presentes en el fluido pueden seleccionarse del grupo que consiste en plomo, mercurio, cobre, hierro, magnesio, sodio, molibdeno, zinc, cadmio, vanadio, titanio, manganeso, cromo, cobalto, antimonio, uranio, aluminio, estaño, bario, galio, plata, arsénico, selenio, calcio, litio, silicio, y combinaciones de estos. El fluido puede ser (1) un fluido acuoso, donde la fase continua es agua o salmuera y donde el fluido contiene más de 50 % en volumen de agua o salmuera, (2) un fluido de hidrocarburo, donde la fase continua es un líquido de hidrocarburo o gas de hidrocarburo y donde el fluido contiene 50 % o más en volumen de hidrocarburo o (3) un fluido que contiene una mezcla o combinación de agua e hidrocarburos. Tales fluidos pueden encontrarse en entornos de yacimientos petrolíferos y refinería y pueden incluir, pero no necesariamente se limitan a, aceite crudo, un condensado de yacimientos petrolíferos, gas de petróleo licuado, líquido de gas natural, propano, butano, un destilado de refinería, un combustible residual, barro de tanque de almacenamiento, un producto de coque, gas natural, gas combustible de refinería, aguas residuales, agua producida, un fluido de proceso químico, y combinaciones

de estos. Se apreciará que, en el caso de tratar un fluido acuoso, un aditivo que comprende el compuesto de azufre solo puede ser eficaz para eliminar los metales del fluido.

5 Una vez que se ha aplicado el aditivo al fluido, se le ha dado tiempo para que se mezcle con el fluido y se deja que el fluido tratado se sedimente, el compuesto de azufre y el al menos un metal pueden separarse o eliminarse del fluido. Sin limitarse a ningún mecanismo o explicación
10 particular, se cree que el compuesto de azufre quela el al menos un metal, formando de esta manera un complejo de quelato que puede separarse o eliminarse del fluido. Para los fines de la presente descripción, los términos “separación”, “separar”, “eliminación” y “eliminar” son
15 sinónimos. Por “eliminar” o “separar” un metal de un fluido se entiende cualquier partición, aislamiento, separación, transferencia, eliminación, división, remoción, desprendimiento del metal del fluido en cualquier medida. En una modalidad, esta separación y eliminación pueden
20 lograrse al dirigir el fluido tratado a un lavado con agua para transferir el metal a una corriente de agua para su posterior tratamiento o eliminación. Alternativamente, o adicionalmente, esta separación puede realizarse al dirigir el fluido tratado a una centrífuga o filtro para que el
25 metal se elimine del compuesto de azufre como un sólido desechable. Es decir, la separación del complejo de quelato

(es decir, la combinación del compuesto de azufre y el al menos un metal) puede realizarse mediante un proceso seleccionado del grupo que consiste en centrifugado, filtrado, flotación por aire, separación por gravedad, 5 destilación, adsorción, electroforesis, y combinaciones de estos.

Un objetivo del método es separar el metal del fluido a un nivel aceptable para que el fluido se procese, se descargue al medio ambiente o se reutilice 10 correctamente. Si bien es deseable la separación completa de los metales, debe apreciarse que la separación completa no es necesaria para que los métodos y aditivos descritos en la presente descripción se consideren eficaces. Se obtiene éxito si se separan más metales del 15 fluido usando una cantidad eficaz de componentes de la presente descripción que en ausencia de una cantidad eficaz de ellos. En una modalidad no limitante, la cantidad del compuesto de azufre eficaz para la eliminación de metal puede variar de aproximadamente 20 1 ppm a aproximadamente 500 ppm por ppm del al menos un metal en el fluido, la cantidad del al menos un desemulsionante opcional en el aditivo puede variar de aproximadamente 1 ppm a aproximadamente 500 ppm basada en el volumen total del fluido, la cantidad del reductor de 25 punto de goteo opcional puede variar de aproximadamente 15 ppm a aproximadamente 2000 ppm basada en el volumen

total del fluido, y la cantidad del clarificador de agua opcional en el aditivo puede variar de aproximadamente 0,1 ppm a aproximadamente 200 ppm basada en el volumen total del fluido.

5 La invención se ilustrará además con referencia a los siguientes Ejemplos, que no pretenden limitar la invención, sino aclararla más.

Ejemplos

10 Los datos de las Tablas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 muestran los resultados de las pruebas en botella de varios aditivos para la eliminación de metales de los tipos descritos en la presente descripción cuando se aplican a muestras de condensado de yacimientos petrolíferos, fondos
15 de tanques de almacenamiento de aceite crudo de América del Sur, aceite crudo y aceite crudo sin procesar para evaluar su desempeño en la eliminación de mercurio de las muestras analizadas.

 La Tabla 1 refleja los resultados de una serie
20 de pruebas en botella de muestras de 100 ml de condensados de yacimientos petrolíferos que no contienen agua añadida. La muestra de 100 ml de condensado de yacimientos petrolíferos se colocó en un tubo de centrífuga de 100 ml y se trató con varias dosis de los
25 aditivos para la eliminación de metales identificados en la Tabla 1 más abajo. Cada muestra tratada se agitó a

mano 100 veces y después se dejó sedimentar a temperatura ambiente durante 1 hora. Después del período de sedimentación, se tomó una alícuota de aceite del nivel medio del tubo para el análisis de mercurio. Después, los
5 aditivos se evaluaron para determinar qué tan bien eliminaron el mercurio en la muestra antes y después de un procedimiento de lavado con agua.

Para los fines de las Tablas más abajo, el “desemulsionante” es formaldehído, polímero con 4-
10 nonilfenol y oxirano, WC1 es una dispersión de carbohidrato acuosa catiónica, WC2 es un almidón modificado soluble en agua, WC3 es un copolímero de hidróxido de cloruro de aluminio/acrilamida, y WC4 es un almidón modificado soluble en agua. El ácido
15 bencenosulfónico, derivados de 4-C10-13-sec-alquilo es otro aditivo desemulsionante que se evaluó. Una celda clara indica que no se tomó ninguna medición para esa muestra en ese punto en la evaluación.

Tabla 1. Resultados de la prueba de eliminación de Hg
20 Muestras de condensado de yacimientos petrolíferos (sin
agua añadida)

Aditivo(s)	Dosificación de aditivos (ppm-v)	Contenido de mercurio en aceite - Sin procedimiento de lavado con agua (ppb)	Contenido de mercurio en aceite - Con procedimiento de lavado con agua (ppb)
Hidrocarburo sin tratar		669	669

2-mercaptoetanol	100	623	86
2-mercaptoetanol + desemulsionante	50 + 50		74
2-mercaptoetanol + desemulsionante + WC1	50 + 50 + 20		58
2-mercaptoetanol + desemulsionante + WC2	50 + 50 + 20		35
2-mercaptoetanol + desemulsionante + WC3	84 + 15 + 1		36
Ácido mercaptoacético	100	58	25
Ácido mercaptoacético + desemulsionante	50 + 50	167	32
Ácido mercaptoacético + desemulsionante + WC4	50 + 50 + 20		66
Ácido mercaptoacético + ácido bencenosulfónico, derivados de 4-C10-13- sec-alquilo	50 + 50	172	176
Ácido mercaptoacético + ácido bencenosulfónico, derivados de 4-C10-13- sec-alquilo + desemulsionante	50 + 50 + 50		210
Ácido bencenosulfónico, derivados de 4-C10-13- sec-alquilo	100	409	
1,8-dimercapto-3,6- dioxaoctano	100	528	470
1,8-dimercapto-3,6- dioxaoctano + desemulsionante	50 + 50		537

La Tabla 2 muestra los resultados de una segunda serie de pruebas en botella en las que 5 ml de agua desionizada se añaden a 95 ml de la muestra de condensado de yacimientos petrolíferos y después se tratan con varios compuestos de azufre de los tipos descritos en la presente descripción y 50 ppm del desemulsionante. En esta evaluación, después de la adición de todos los materiales al tubo, el tubo se agitó a mano 100 veces. Después de agitar la muestra, esta se colocó en una

centrífuga a 1300 rpm durante 5 minutos. Después del tratamiento con centrífuga, se tomó una muestra de aceite del nivel medio del tubo para el análisis de mercurio.

Tabla 2. Resultados de la prueba de eliminación de Hg

5 Muestras de condensado de yacimientos petrolíferos (con agua añadida)

Aditivo(s)	Dosificación de aditivos (ppm-v)	Contenido de Hg (ppb)
Hidrocarburo sin tratar		669
2-mercaptoetanol + desemulsionante	50 + 50	74
Ácido mercaptoacético + desemulsionante	50 + 50	65
1,8-dimercapto-3,6-dioxaoctano + desemulsionante	50 + 50	537

La Tabla 3 muestra los resultados de la prueba en botella cuando muestras de fondos de tanques de almacenamiento de aceite crudo de América del Sur que tienen un contenido de cera de 6 %, un contenido de agua de 2 %, un contenido de sólidos de 0,8 % y un contenido de emulsión de 0,8 % se trataron con varios aditivos para la eliminación de mercurio de los tipos descritos en la presente descripción. Para este conjunto de pruebas en botella, todas las muestras de fluidos de hidrocarburos se colocaron en un tubo de centrífuga graduado de 100 ml y se dosificaron con 200 ppm de un aditivo de punto de goteo de aceite crudo de éster de copolímero maleico de olefina. Después, se añadió el aditivo para la reducción de mercurio y la mezcla se agitó a mano 100 veces.

Después, las muestras se colocaron en un horno calentado (65 °C) y se muestrearon en el nivel medio del tubo después de 1 hora, 2 horas o 14 horas de tiempo de sedimentación.

5

Tabla 3. Resultados de la prueba de eliminación de Hg
Muestras del fondo del tanque de almacenamiento de aceite
crudo de América del Sur

Aditivo(s)	Dosificación de aditivos (ppm-v)	Contenido de Hg a 1 hora de tiempo de sedimentación (ppb)	Contenido de Hg a 2 horas de tiempo de sedimentación (ppb)	Contenido de Hg a 14 horas de tiempo de sedimentación (ppb)
Hidrocarburo sin tratar		55.943		
Ácido mercaptoacético	200	55.552		
Ácido mercaptoacético + desemulsionante + WC2	200 + 50 + 20	54.054		
2-mercaptoetanol	200	38.381		
2-mercaptoetanol	500		31.519	
2-mercaptoetanol	2000			14.306
2-mercaptoetanol + desemulsionante + WC2	200 + 50 + 20	32.994		
Ácido bencenosulfónico, derivados de 4-C10-13-sec-alkilo	150	29.147		
Ácido bencenosulfónico, derivados de 4-C10-13-sec-alkilo	500		38.128	38.601
Ácido bencenosulfónico, derivados de 4-C10-13-sec-alkilo	2000			14.306
Ácido bencenosulfónico, derivados de 4-C10-13-sec-alkilo + desemulsionante +	150+50+20	20.998		

WC2				
-----	--	--	--	--

Los resultados de estas pruebas en botella muestran que aplicar un aditivo que contiene un compuesto de azufre del tipo descrito en la presente descripción y un desemulsionante adecuado funciona bien para eliminar el mercurio de los fluidos de hidrocarburos y que, generalmente, la adición de un desemulsionante y/o clarificador de agua al aditivo del compuesto de azufre reduce los niveles de mercurio incluso más que cuando el compuesto de azufre se introduce solo.

Además, varias muestras de aceite crudo que contenía mercurio se trataron con varias combinaciones de aditivos para la eliminación de metales y después se analizaron para determinar su contenido de mercurio. Específicamente, las muestras de aceite crudo se trataron con las dosis variables de los aditivos identificados en la columna 1 de la Tabla 4. Los aditivos se aplicaron al aceite crudo, se agitaron 100 veces y después se añadió agua al 5 % en volumen a las muestras tratadas antes de agitarlas otras 100 veces. Se dejó que las fases de hidrocarburo y acuosa de las muestras de aceite crudo se separaran en condiciones ambiente. Después de una (1) hora, se tomó una pequeña cantidad de la fase oleosa de cada muestra y se analizó para determinar el contenido de mercurio.

Tabla 4. Resultados de la prueba de eliminación de Hg
Muestras de aceite crudo (con agua añadida)

Aditivo(s)	Dosificación de aditivos (ppm-v)	Hg en aceite (ppb-w) sin lavado con agua
Aceite crudo sin tratar	0	699
2-mercaptoetanol	100	86
2-mercaptoetanol + desemulsionante	100 + 50	74
2-mercaptoetanol + desemulsionante + clarificador de agua	100+50+20	35

5 Los resultados en la Tabla 4 indican que el desemulsionante puede ayudar a liberar los complejos de partículas de mercurio creados por el compuesto de azufre de la fase oleosa y que la adición de un clarificador de agua puede ayudar a atraer los complejos de partículas de
10 mercurio formados por el compuesto de azufre, lo que les permite crecer más y sedimentarse más rápido del aceite.

 Finalmente, las muestras de aceite crudo sin procesar se trataron con un (1) aditivo mezclado que comprende ácido mercaptoacético y un agente regulador de
15 ácido glicólico (“Blend XL 18”) en combinación con desemulsionante y/o un reductor de punto de goteo de copolímero de acetato de etilenvinilo y (2) cantidades iguales de WC1, WC2, WC3, y WC4 para evaluar la eficacia en la eliminación del mercurio de las muestras de aceite
20 crudo sin procesar después de un lavado con agua al 5 % a 150 °F y después de 24 horas de tiempo de sedimentación.

Tabla 5 - Resultados de la prueba de eliminación de Hg
con lavado con agua al 5 %

Muestras de aceite crudo sin procesar (sin agua añadida)

Aditivo(s)	Dosificación de aditivos (ppm-v)	Hg en aceite (ppb-w) (solo aceite crudo)
Aceite crudo sin procesar	0	54.670
Blend XL18	200	4.252
Blend XL18/desemulsionante	200/100	3.086
Blend XL18/desemulsionante/ reductor de punto de goteo	200/100/250	2.070

5

Tabla 6 - Resultados de la prueba de eliminación de Hg
con lavado con agua al 5 %

Muestras de aceite crudo sin procesar con solo
clarificador de agua

10

Clarificador de agua	Dosificación de clarificador de agua (ppm-v)	Hg en aceite (ppb-w) (solo aceite crudo)
Aceite crudo sin procesar	0	669
Clarificador de agua 1	100	172
Clarificador de agua 2	100	140
Clarificador de agua 3	100	165
Clarificador de agua 4	100	258

Los resultados de la Tabla 5 muestran que un aditivo que comprende Blend XL 18, formaldehído, polímero con 4-nonilfenol y oxirano, y un reductor de punto de goteo
15 tiene el mejor desempeño en la eliminación de mercurio del aceite crudo sin procesar en comparación con las muestras tratadas solo con Blend XL 18 o tratadas con Blend XL 18 y

formaldehído, polímero con 4-nonilfenol y oxirano. La Tabla 6 muestra que WC2 es el mejor de los cuatro clarificadores de agua probados en la eliminación de mercurio.

En la especificación anterior, la invención se ha descrito con referencia a modalidades específicas de esta, y se ha descrito como eficaz para proporcionar métodos, aditivos y tratamientos para eliminar metales de un fluido. Sin embargo, será evidente que diversas modificaciones y cambios pueden realizarse sin desviarse del alcance más amplio de la invención como se expone en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, la especificación se considera de manera ilustrativa más que en un sentido restrictivo. Por ejemplo, se espera que los fluidos, compuestos de azufre, desemulsionantes, agentes reguladores, reductores de punto de goteo, clarificadores de agua, grupos funcionales, reticulantes, mezclas, condiciones y parámetros de proceso, y la composición y las cantidades y proporciones de aditivos y componentes dentro de los parámetros reivindicados, pero no identificados específicamente en esta descripción o evaluados en un Ejemplo particular, estén dentro del alcance de esta invención.

La presente invención puede comprender adecuadamente, consiste en o consiste esencialmente en los elementos descritos y puede practicarse en la ausencia de un elemento no descrito. Por ejemplo, el

método o fluido tratado puede comprender, consistir esencialmente en, o consistir en las etapas o componentes mencionados en las reivindicaciones independientes, respectivamente. Específicamente, se puede proporcionar
5 un método para eliminar metales de un fluido, el método consiste esencialmente en o consiste en aplicar un aditivo que comprende un compuesto de azufre que tiene la fórmula general HS-X, en donde X es un grupo alquilo, cicloalquilo, arilo y/o alquilarilo sustituido con
10 heteroátomo, a un fluido acuoso, de hidrocarburo o mezclado que contiene al menos un metal para quelar el al menos un metal y formar un complejo de quelato del compuesto de azufre con el al menos un metal, y separar el complejo de quelato del fluido. Además, se puede
15 proporcionar un fluido tratado que consiste esencialmente en o que consiste en un fluido que comprende al menos un metal y un aditivo que consiste en o que consiste esencialmente en (1) un compuesto de azufre que tiene la fórmula general HS-X, en donde X es un grupo alquilo, cicloalquilo, arilo y/o alquilarilo sustituido con
20 heteroátomo, y (2) un componente seleccionado del grupo que consiste en al menos un desemulsionante, un agente regulador, un clarificador de agua, un reductor de punto de goteo, y combinaciones de estos.

25 Las palabras “que comprende” y “comprende”, como se usan en todas las reivindicaciones, deben

interpretarse como “que incluye, pero no se limita a” e
“incluye, pero no se limita a”, respectivamente.

Como se usa en la presente descripción, las
formas singulares “un”, “una”, “el” y “la” también
5 pretenden incluir las formas en plural, a menos que el
contexto indique claramente de cualquier otra manera.

Como se usa en la presente descripción, el
término “aproximadamente” en referencia a un parámetro
dado incluye el valor indicado y tiene el significado
10 dictado por el contexto (p. ej., incluye el grado de
error asociado con la medición del parámetro dado).

Como se usa en la presente descripción, el
término “y/o” incluye cualquiera y todas las
combinaciones de uno o más de los elementos enumerados
15 asociados.