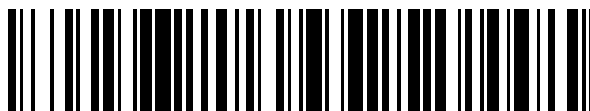


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 954**

51 Int. Cl.:

C01G 21/14	(2006.01) B01J 20/30	(2006.01)
B01D 53/02	(2006.01) C04B 28/06	(2006.01)
C10L 3/10	(2006.01) C04B 111/00	(2006.01)
C10G 25/00	(2006.01)	
B01D 53/48	(2006.01)	
B01D 53/52	(2006.01)	
B01D 15/00	(2006.01)	
B01J 20/02	(2006.01)	
B01J 20/28	(2006.01)	
B01J 20/06	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2006** **E 12004185 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018** **EP 2505556**

54 Título: **Absorbente para la eliminación de compuestos que contienen azufre**

30 Prioridad:

15.09.2005 US 228713

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.06.2018

73 Titular/es:

NEW TECHNOLOGY VENTURES, INC. (100.0%)
7649 S.W. 34th Street
Oklahoma City, OK 73179, US

72 Inventor/es:

FLOYD, FARHA

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 673 954 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

Absorbente para la eliminación de compuestos que contienen azufre

1. Campo de la invención

Esta invención se refiere a una composición de absorbente útil para eliminar compuestos que contienen azufre de una variedad de fluidos, y particularmente de hidrocarburos líquidos y gaseosos y dióxido de carbono. El absorbente comprende principalmente carbonato ferroso, en forma del mineral siderita, y se usa para eliminar sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, disulfuro de dimetilo y otros compuestos que contienen azufre de corrientes de hidrocarburos gaseosos, corrientes de hidrocarburos líquidos ligeros tales como líquidos de gas natural ("NGL"), petróleo crudo, mezclas de gases ácidos, gas y líquido de dióxido de carbono, gas anaerobio, gas de vertedero, gas geotérmico, y similares. También se dan a conocer métodos para producir y usar el absorbente para la eliminación de azufre.

2. Descripción de la técnica relacionada

Debido a la naturaleza nociva, tóxica y corrosiva de los compuestos que contienen azufre, previamente se han dado a conocer muchos productos y métodos diferentes para su uso en la eliminación de tales compuestos de corrientes líquidas y gaseosas. Uno de estos productos comercialmente disponibles es el reactante particulado de la marca SULFATREAT® que se dice que es útil para eliminar sulfuro de hidrógeno y otros contaminantes de azufre de gases y líquidos incluyendo, por ejemplo, combustibles de hidrocarburo y vapor geotérmico para su venta a productores de gas natural y similares. SULFATREAT® es una marca comercial registrada a nivel federal de M-I L.L.C. de Houston, Texas, y, en forma estilizada, de Gas Sweetener Associates, Inc. de Chesterfield, Missouri. El material SULFATREAT® tiene una formulación registrada pero se cree que comprende principalmente partículas de óxido férrico que tienen una elevada área superficial. El hierro esponjoso es otro material comercialmente disponible que se compone de óxido férrico distribuido sobre virutas de madera que está usándose para la eliminación de azufre en procesos industriales.

Se dan a conocer otras composiciones que contienen hierro y métodos para eliminar azufre de corrientes de gas y líquido, por ejemplo, en las patentes estadounidenses n.ºs 4.008.775; 4.344.842; 4.366.131; 4.476.027; 4.705.638; 4.956.160 y 5.948.269. El documento U.S. 5.948.269, por ejemplo, da a conocer un procedimiento para la eliminación de sulfuro de hidrógeno disuelto y otros compuestos malolientes de sistemas de residuos de lodos o líquidos acuosos tales como los encontrados en trabajos de tratamiento y recogida de aguas residuales; sistemas de residuos industriales y comerciales, embalses o vías navegables contaminados naturales y artificiales, y sistemas sépticos, mediante el uso de "hierro alcalino". Tal como se usa en el documento U.S. 5.948.269, "hierro alcalino" se refiere a un álcali con una variedad de compuestos de hierro incluyendo carbonato ferroso.

El documento US 1.882.000 da a conocer un procedimiento para tratar aceites en un proceso de craqueo, en el que el aceite se pone en contacto con un adsorbente que comprende, por ejemplo, el mineral siderita como componente que adsorbe sulfuro.

El documento US 2.433.426 da a conocer un procedimiento para la eliminación de compuestos que contienen azufre de corrientes con un adsorbente que comprende óxido de hierro unido a tierra de batán.

Sumario de la invención

El absorbente de la presente invención es particularmente eficaz para absorber sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, disulfuro de dimetilo y otros compuestos que contienen azufre de gas natural, corrientes de hidrocarburos ligeros tales como líquidos de gas natural, petróleo crudo, mezclas de gases ácidos, gas y líquido de dióxido de carbono, gas anaerobio, gas de vertedero, corrientes geotérmicas y otras que contienen azufre. Según una realización preferida, el absorbente objeto comprende carbonato ferroso, lo más preferiblemente gránulos de siderita o siderita en polvo que se extruye o se agrega, se compacta o se forma de otro modo para dar microgránulos, perlas o esferoides usando una cantidad eficaz minoritaria de humedad y, opcionalmente, un aglutinante tal como cemento de aluminato de calcio u otro material eficaz de manera similar.

Según otra realización, se da a conocer un lecho de absorbente para su uso en la eliminación de azufre de corrientes de gas, líquido o mixtas de gas y líquido. Los ejemplos de compuestos que contienen azufre eliminados por el absorbente incluyen sulfuro de hidrógeno, compuestos que contienen mercaptano, disulfuros orgánicos y sulfuro de carbonilo. El lecho de absorbente comprende de manera deseable una disposición tridimensional de microgránulos, perlas muy juntos, o agregados fabricados de otro modo que comprenden desde aproximadamente el 50 hasta aproximadamente el 100 por ciento en peso de carbonato ferroso, lo más preferiblemente en forma de siderita particulada (el 90% pasa a través de 100 de malla) agregada usando un aglutinante que comprende desde aproximadamente el dos hasta aproximadamente el diez por ciento en peso de cemento de aluminato de calcio. Según una realización particularmente preferida de la invención, el absorbente comprende productos extruidos secados que contienen aproximadamente el 95 por ciento en peso de siderita y aproximadamente el 5 por ciento en peso de cemento de aluminato de calcio.

Según otra realización, se produce un material de absorbente mezclando aproximadamente 95 partes en peso de siderita particulada (el 90% pasa a través de 100 de malla), aproximadamente 5 partes de cemento de aluminato de calcio y aproximadamente 20 partes de agua; compactando la mezcla mediante extrusión o de otro modo para producir partículas, pellets o perlas más grandes, y secando después de eso el absorbente durante un tiempo suficiente para reducir el contenido de humedad hasta un nivel de humedad de menos de aproximadamente el tres por ciento en peso. Según una realización particularmente preferida de la invención, los pellets de absorbente tienen un diámetro de aproximadamente 3/16 pulgadas, una longitud de aproximadamente 5/16 pulgadas, y se secan a aproximadamente 120°F durante aproximadamente cuatro horas.

Según otra realización, se elimina azufre de una corriente de líquido, gas o mixta de gas y líquido que comprende compuestos que contienen azufre haciendo que la corriente pase a través de un lecho de absorbente que consiste esencialmente en material particulado que comprende desde aproximadamente el 70 hasta aproximadamente el 100 por ciento en peso de carbonato ferroso, preferiblemente en forma de siderita particulada agregada. El lecho de absorbente comprende lo más preferiblemente una pluralidad de pellets que comprenden desde aproximadamente el 70 hasta aproximadamente el 100 por ciento en peso de carbonato ferroso en combinación con una cantidad de un aglutinante tal como cemento de aluminato de calcio que es suficiente para mantener el absorbente en una configuración física deseada durante una vida útil deseada. Los expertos habituales en la técnica apreciarán tras leer esta divulgación que la cantidad del absorbente de la invención que es necesaria en el lecho de absorbente dependerá de factores tales como el tamaño de partícula del absorbente, la densidad del lecho, el área superficial efectiva de las partículas de absorbente, la cantidad de carbonato ferroso en el absorbente que está disponible para absorber los compuestos que contienen azufre, y la temperatura, presión, velocidad y tiempo de residencia de la corriente de gas o líquido que está tratándose a medida que pasa a través del lecho.

Según otra realización, se regenera periódicamente absorbente de carbonato ferroso que se ha ennegrecido poniendo en contacto el carbonato ferroso ennegrecido con aire u otro gas que contiene oxígeno y vapor. Se cree que tal ennegrecimiento está provocado por la formación de sulfuro ferroso sobre la superficie del carbonato ferroso durante la eliminación de azufre de una corriente de líquido, gas o mixta de gas y líquido que comprende compuestos que contienen azufre.

Según otra realización, se elimina azufre de una corriente de líquido, gas o mixta de gas y líquido que comprende compuestos que contienen azufre combinando la corriente con oxígeno y vapor de agua antes de alimentar la corriente a un lecho de carbonato ferroso. Este método es particularmente preferido para su uso en la eliminación de azufre de gases ácidos.

Según otra realización, se elimina azufre de una corriente de líquido, gas o mixta de gas y líquido que comprende compuestos que contienen azufre haciendo pasar la corriente a través de un lecho de carbonato ferroso en un ambiente de aire húmedo. Al someter el carbonato ferroso a aire húmedo u otro gas que contiene oxígeno y vapor de agua durante la absorción, se cree que el carbonato ferroso se regenera continuamente mediante un efecto catalítico, produciendo finalmente azufre elemental que puede separarse fácilmente de la corriente de proceso.

Según otra realización, se da a conocer un método para eliminar sulfuro de hidrógeno desprendido durante operaciones de perforación de gas natural, comprendiendo el método añadir a un lodo de perforación usado en dichas operaciones de perforación de desde aproximadamente 40 hasta aproximadamente 400 libras de un absorbente particulado finamente molido (partículas que pasan a través de un tamiz de 100 de malla), que comprende preferiblemente desde aproximadamente el 50 hasta aproximadamente el 90 por ciento en peso de carbonato ferroso, por tonelada de lodo de perforación. No es necesario ni deseable aglutinante cuando se añade el carbonato ferroso finamente molido a lodo de perforación según esta realización.

Descripción de las realizaciones preferidas

El solicitante ha descubierto que el carbonato ferroso, preferiblemente en forma del mineral siderita, es un absorbente excelente de sulfuro de hidrógeno, sulfuro de carbonilo, disulfuros orgánicos, mercaptanos y otros compuestos que contienen azufre que están presentes en diversos gases y líquidos sintetizados o que se producen de manera natural, y particularmente, en hidrocarburos gaseosos y líquidos y dióxido de carbono. La siderita comprende predominantemente carbonato ferroso, y se encuentra habitualmente de manera natural en combinación con cierta cantidad de calcio, magnesio o manganeso. Para su uso en las composiciones y diversos métodos de la invención, la siderita puede extraerse en forma de trozos, gránulos o polvo finamente dividido. Si se extrae en trozos, los trozos se reducen de manera deseable a gránulos de un tamaño adecuado o se pulverizan antes de su uso. Para su uso en aplicaciones de lecho, se prefieren productos extruidos, tal como se describe a continuación, o gránulos de tamaño comparable de siderita obtenidos de menas naturales. Si se extrae siderita en forma de un polvo finamente molido, el polvo se aglomera y se extruye o se conforma de otro modo de manera deseable antes de su uso, excepto cuando se destina para su uso en aplicaciones tales como lodos de perforación, donde el uso de polvo de siderita se recomienda sin aglomeración previa para formar partículas más grandes.

En algunos casos, simplemente añadir hasta aproximadamente el 20 por ciento en peso de agua al polvo de siderita, con mezclado, proporcionará suficiente aglomeración para permitir que la siderita en polvo se extruya para dar pellets de tamaño adecuado o filamentos que, cuando se secan y manipulan posteriormente, serán quebradizos o se

romperán fácilmente dando gránulos que son satisfactorios para su uso en lechos de absorción a través de los cuales pueden hacerse pasar o circular líquidos o gases que contienen azufre para la eliminación de azufre. En algunos casos, el uso de una cantidad eficaz minoritaria de un aglutinante, lo más preferiblemente un material cementoso tal como se describe adicionalmente a continuación puede ser deseable para su uso en la aglomeración de polvos de carbonato ferroso finamente dividido.

Aunque se apreciará tras leer esta divulgación que puede sintetizarse carbonato ferroso, se prefiere por motivos económicos el uso de carbonato ferroso obtenido en menas de mineral siderita que aparecen de manera natural. El Hawley's Condensed Chemical Dictionary (decimosegunda edición) notifica que aparecen menas de siderita de manera natural en Vermont, Massachusetts, Connecticut, Nueva York, Carolina del Norte, Pensilvania, Ohio y Europa.

Pueden prepararse productos extruidos útiles en el lecho de absorbente de la invención mezclando siderita en polvo con una cantidad eficaz minoritaria, tal como aproximadamente el 5 por ciento en peso del total, de un aglutinante tal como cemento de aluminato de calcio u otro material eficaz de manera similar que resta valor significativamente a la capacidad de la siderita para absorber azufre o compuestos que contienen azufre de una corriente de gas o líquido. Se comercializa un cemento de aluminato de calcio preferido para su uso en la invención con la marca registrada FONDU® de Lafarge Aluminate de Chesapeake, Virginia. Según una realización particularmente preferida de la invención, se combinan aproximadamente 5 partes en peso de cemento de aluminato de calcio en aproximadamente 95 partes en peso de polvo de siderita (el 90% pasa a través de 100 de malla) para distribuir el cemento en toda la siderita.

Aproximadamente 20 partes en peso de agua por 100 partes en peso de siderita y cemento combinados se mezclan de manera deseable con los sólidos para hidratar el aglutinante y facilitar la formación de agregados más grandes, que luego se secan hasta un contenido de humedad deseado. Lo más preferiblemente, la mezcla de siderita, cemento y agua se extruye y se corta, tal como mediante el uso de un granulador giratorio, o se divide o rompe de otro modo para dar productos extruidos que tienen un diámetro de aproximadamente 3/16 pulgadas y una longitud de aproximadamente 5/16 pulgadas. Los productos extruidos producidos a partir de polvo tal como se describió anteriormente se secan de manera deseable a una temperatura de aproximadamente 120°F durante aproximadamente cuatro horas. Aunque el tiempo de secado requerido puede variar según el tamaño y las dimensiones de los pellets, la temperatura de secado y la humedad del aire ambiental, el contenido de humedad de los sólidos agregados se reduce de manera deseable hasta menos de aproximadamente el tres por ciento en peso durante la fase de secado.

El absorbente y el método dados a conocer en el presente documento son particularmente eficaces para absorber sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, disulfuro de dimetilo y otros compuestos de azufre a partir de gas natural, corrientes de hidrocarburos ligeros tales como NGL, petróleo crudo, mezclas de gases ácidos, gas y líquido de dióxido de carbono, gas anaerobio gas de vertedero, corrientes geotérmicas y otras que contienen azufre. Para la mayoría de las aplicaciones, el fluido que contiene azufre que va a tratarse se hace pasar a través de un lecho de los pellets o gránulos de absorbente objeto que se disponen dentro de un recipiente tal como una torre cilíndrica. La cantidad de absorbente que es necesaria en el lecho de absorbente dependerá de muchos factores tales como el contenido de azufre en la alimentación, el contenido de azufre deseado en el efluente, la vida útil deseada de una carga de absorbente, el tamaño de partícula del absorbente, la densidad del lecho, el área superficial efectiva de las partículas de absorbente, la cantidad de carbonato ferroso en el absorbente que está disponible para absorber los compuestos que contienen azufre, y la temperatura, presión, velocidad y tiempo de residencia de la corriente de gas o líquido que está tratándose a medida que pasa a través del lecho. Para algunas aplicaciones, tales como el tratamiento de gases ricos en productos azufrados encontrados durante operaciones de perforación de pozos, también puede usarse de manera beneficiosa absorbente de siderita granulada que pasa a través de un tamiz de 100 de malla combinándolo con otro material tal como lodo de perforación que está bombeándose al interior de un pozo.

Aunque los productos extruidos que tienen dimensiones que oscilan aproximadamente entre 1/16 pulgadas y aproximadamente 1/4 pulgadas son una forma particularmente preferida para el uso del absorbente objeto, se apreciará que pueden producirse gránulos de tamaño adecuado pulverizando trozos de siderita en un molino de martillos o usando otros dispositivos comercialmente disponibles bien conocidos por los expertos habituales en la técnica, y después de eso tamizando hasta un intervalo de tamaño de partícula adecuado que no supera de manera preferible aproximadamente las 5/16 pulgadas. De manera similar, cuando el polvo de siderita o polvo de carbonato ferroso producido de manera sintética es el material de partida, también pueden usarse medios distintos de extrusión para aglomerar o densificar el polvo para su uso en diversos procesos de eliminación de azufre. Tales otros medios incluyen, por ejemplo, prensas accionadas hidráulicamente u otros dispositivos de compactación. En la mayoría de los casos, se añaden de manera deseable cantidades eficaces minoritarias de un aglutinante y agua al carbonato ferroso o siderita en polvo para facilitar la aglomeración de las partículas minerales individuales para dar cuerpos sólidos más grandes, siempre que el aglutinante no reduzca demasiado el área superficial efectiva del absorbente.

Análisis de siderita representativo

Una composición de siderita procesada que tiene que tiene una densidad aparente de 110 libras por pie cúbico, un

peso específico de 3,63 y un tamaño de partícula en el que el 90% pasa a través de 100 de malla, tiene el siguiente análisis:

% en peso	
Fe (elemental)	43,00%
FeCO ₃	86,87
SiO ₂	5,50
Al ₂ O ₃	1,30
CaO	0,56
MgO	0,53
S	0,40
Mn	0,35
Cu	0,30
Co	0,02
Cd	0,0041
Pb	0,0001
As	0,00005
Sb	0,00005
Fe ₂ O ₃	<1,0

Muestra A

Para demostrar la utilidad de la invención, se combinó un polvo de siderita finamente dividido (el 90% pasa a través de 100 de malla) con cemento de aluminato de calcio en una razón de 95 partes de siderita con respecto a 5 partes de cemento en peso. Se combinaron aproximadamente 20 partes en peso de agua con la mezcla de siderita y cemento, y entonces se extruyó la mezcla para producir una pluralidad de productos extruidos que tenían un diámetro de aproximadamente 3/16 pulgadas y una longitud de aproximadamente 5/16 pulgadas. Se secaron estos productos extruidos a 120°F durante cuatro horas hasta un contenido de humedad de menos de aproximadamente el 3% en peso.

Muestra B

Se produjo otro material de siderita obteniendo trozos de mena de siderita de aproximadamente 3 a 4 pulgadas de diámetro y moliéndolos para producir partículas granulares que comprendían aproximadamente el 90% en peso de carbonato ferroso y que oscilaban en tamaño entre aproximadamente 1/8 pulgadas y aproximadamente 1/4 pulgadas. Se eliminaron la suciedad y otros contaminantes de la siderita granulada usando un tamiz.

La utilidad de los materiales de absorbente, cuando se preparan tal como se describió anteriormente, para eliminar azufre de corrientes de gas y líquido que contienen compuestos sulfurosos se describe y explica adicionalmente en relación con los ejemplos presentados a continuación. Todas las composiciones de entrada y salida indicadas están en partes por millón (ppm). Los azufres de extremo delantero se indican en ppm del compuesto que contiene azufre en peso de la corriente de fluido. Los tioles se indican en ppm del tiol respectivo en peso de la corriente de fluido. (Algunos valores decimales a lo largo de las tablas a continuación se redondean debido a consideraciones de espacio).

Ejemplo 1

Se cargó una corriente de gas ácido de dióxido de carbono a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 68°F y la presión del purificador era de 200 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	7,7	13307,3	0,4	2,4	575,2	481,3	1,3
Salida	4,1	2,6	1,0	0,7	50,5	17,6	0,3
% de reducción	46,9	99,9	-135	72,1	91,2	96,3	78,4

Ejemplo 2

Se cargó una corriente de gas ácido de dióxido de carbono a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de absorbente de H₂S vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los gránulos de muestra B preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 68°F y la presión del purificador era de 200 psig.

Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 2 a continuación:

Tabla 2

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>				<u>Tioles</u>		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	7,7	13307,3	0,4	2,4	575,2	481,3	1,3
Salida	4,4	0,2	7,6	20,6	1,5	0,3	0,01
% de reducción	42,8	100	-1780	-765	99,7	100	99,2

Ejemplo 3

- 5 Se cargó una corriente de gas natural a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 70°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 3 a continuación:

10 Tabla 3

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>				<u>Tioles</u>		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	2,6	93,5	2,8	1,6	90,7	110,3	7,2
Salida	1,9	0,9	2,2	1,4	6,6	16,9	1,4
% de reducción	25,7	99,0	22,8	11,9	92,7	84,7	80,1

Ejemplo 4

- 15 Se cargó una corriente de gas natural a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de absorbente de H₂S vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los gránulos de muestra B preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 70°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 4 a continuación:

Tabla 4

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>				<u>Tioles</u>		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	2,6	93,5	2,8	1,6	90,7	110,3	7,2
Salida	1,8	0,01	2,3	1,1	0,3	0,1	0,01
% de reducción	29	100	16,8	35,1	99,7	99,9	99,9

20 Ejemplo 5

- 25 Se cargó una corriente de gas natural a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 70°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 5 a continuación:

Tabla 5

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>				<u>Tioles</u>		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	2,6	92,9	2,5	1,8	89,5	102,6	7,0
Salida	2,2	1,5	1,9	1,3	10,2	17,2	1,5
% de reducción	16,5	98,3	25,1	27,6	88,6	83,2	78,4

Ejemplo 6

- 30 Se cargó una corriente de gas natural a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de absorbente de H₂S vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los gránulos de muestra B preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 70°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 6 a continuación:

Tabla 6

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	2,6	92,3	2,5	1,8	89,5	102,6	7,0
Salida	1,8	0,01	1,7	1,2	0,1	0,2	0,03
% de reducción	30,3	100	33,3	31,3	99,9	99,8	99,6

Ejemplo 7

- 5 Se cargó una corriente de gas natural a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 7 a continuación:

Tabla 7

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	1,8	225,9	1,7	6,3	126,6	78,1	2,3
Salida	0,3	0,7	1,6	4,4	94,4	65,3	1,9
% de reducción	81,5	99,7	10,5	29,8	25,4	16,4	14,5

10

Ejemplo 8

- 15 Se cargó una corriente de gas natural a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de absorbente de H₂S vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los gránulos de muestra B preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 8 a continuación:

Tabla 8

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	1,8	225,9	1,7	6,3	126,6	78,1	2,3
Salida	0,5	2,7	0,9	13,2	86,0	58,2	1,7
% de reducción	74,0	98,8	50,2	-111,5	32,1	25,5	24,4

Ejemplo 9

- 20 Se cargó una corriente de gas natural a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 130°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 9 a continuación:

25 Tabla 9

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	1,9	225,2	1,6	6,3	102,7	80,2	2,2
Salida	0,3	0,6	1,2	2,9	82,7	65,1	1,7
% de reducción	82,6	99,7	25,1	53,0	19,5	18,9	21,9

Ejemplo 10

- 30 Se cargó una corriente de gas natural a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de absorbente de H₂S vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los gránulos de muestra B preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 130°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 10 a continuación:

Tabla 10

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	1,9	225,2	1,7	6,3	102,7	80,2	2,2
Salida	0,4	6,9	0,7	1,4	62,0	51,4	1,8
% de reducción	78,4	96,9	55,0	77,1	39,7	35,9	16,6

Ejemplo 11

Se cargó una corriente de líquido de gas natural a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 52°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 11 a continuación:

Tabla 11

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	6,6	0,01	0,7	0,24	14,9	25,7	18,9
Salida	6,3	0,01	21,8	1,6	2,0	3,1	2,7
% de reducción	4,8	0,0	-3303	-672,3	86,4	87,8	85,8

Ejemplo 12

Se cargó una corriente de líquido de gas natural a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 52°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 12 a continuación:

Tabla 12

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	7,0	0,01	0,7	0,1	20,3	26,1	18,0
Salida	6,3	0,01	6,5	0,7	0,9	1,8	2,2
% de reducción	9,1	0,0	-866	-763,3	95,5	93,2	87,7

Ejemplo 13

Se cargó una corriente de líquido de gas natural a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 60°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 13 a continuación:

Tabla 13

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	7,2	0,62	3,9	0,3	16,3	21,9	17,9
Salida	6,8	0,01	0,1	0,1	0,7	1,3	1,7
% de reducción	6,1	98,4	97,5	63,0	95,6	93,9	90,3

Ejemplo 14

Se cargó una corriente de líquido de gas natural a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 60°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 14 a continuación:

Tabla 14

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	7,2	0,7	3,8	0,34	16,5	21,9	17,9
Salida	6,8	0,01	6,5	0,1	0,5	1,3	1,6
% de reducción	5,7	98,6	-98,0	72,1	97,0	94,2	91,3

Ejemplo 15

Se cargó una corriente de gas de dióxido de carbono a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 52°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 15 a continuación:

Tabla 15

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	261,5	201,3	177,7	12,9	199,1	188,8	0,01
Salida	252,8	0,01	159,3	0,5	0,01	0,01	0,01
% de reducción	3,3	100	10,4	96,3	100	100	0

Ejemplo 16

Se cargó una corriente de gas de dióxido de carbono a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 52°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 16 a continuación:

Tabla 16

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	259,3	199,9	176,3	12,4	201,5	185,7	0,0
Salida	248,6	0,01	166,8	0,6	0,01	0,01	0,01
% de reducción	4,1	100	5,4	95,1	100	100	0

Ejemplo 17

Se cargó una corriente de gas de dióxido de carbono a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 52°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 17 a continuación:

Tabla 17

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	263,1	202,5	178,1	12,7	198,7	185,0	0,01
Salida	251,3	0,01	164,1	0,3	0,01	0,01	0,01
% de reducción	4,5	100	7,9	97,4	100	100	0

Ejemplo 18

Se cargó una corriente de gas de dióxido de carbono a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 52°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 18 a continuación:

Tabla 18

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	256,2	193,8	183,6	18,4	178,5	174,9	0,01
Salida	234,2	0,01	166,6	0,4	0,01	0,01	0,01
% de reducción	8,6	100	9,3	98,1	100	100	0

Ejemplo 19

Se cargó una corriente de gas de dióxido de carbono a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 52°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 19 a continuación:

Tabla 19

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	5,9	5,1	20,0	27,7	38,0	56,2	7,2
Salida	4,6	0,01	1,4	0,1	2,3	1,7	0,1
% de reducción	22,0	99,8	93,0	99,5	93,9	97,0	98,0

Ejemplo 20

Se cargó una corriente de gas de dióxido de carbono a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 52°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 20 a continuación:

Tabla 20

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	6,1	5,6	19,6	27,8	38,4	56,4	7,0
Salida	4,7	0,01	2,2	0,2	2,1	1,4	0,2
% de reducción	23,1	99,8	89,0	99,3	94,4	97,6	97,7

Ejemplo 21

Se cargó una corriente de gas de dióxido de carbono a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 60°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 21 a continuación:

Tabla 21

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	6,2	24,0	25,9	19,5	43,7	70,4	12,5
Salida	5,9	0,01	1,7	0,5	0,05	0,8	0,4
% de reducción	4,7	100	93,5	97,3	99,9	98,9	96,8

Ejemplo 22

Se cargó una corriente de gas de dióxido de carbono a una velocidad de aproximadamente 40 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de aproximadamente 8 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro de los productos extruidos de muestra A preparados tal como se describió anteriormente. La temperatura del purificador era de 60°F y la presión del purificador era de 500 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 22 a continuación:

Tabla 22

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero					Tioles	
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	6,5	23,9	25,7	19,3	44,2	70,2	12,5
Salida	6,1	0,01	1,3	0,7	0,01	0,6	0,4
% de reducción	5,4	100	95,0	96,1	100	99,1	96,7

Los ejemplos anteriores demuestran la eliminación de sulfuro de hidrógeno, tioles (mercaptanos), disulfuros y sulfuro de carbonilo de líquido NGL y de los hidrocarburos gaseosos y dióxido de carbono. También puede eliminarse disulfuro de dimetilo (DMDS) mediante absorción usando las composiciones y el método de la invención. Se cree que el aumento de DMDS observado en algunos de los ejemplos es el resultado de reacciones de desulfuración oxidativa en las que una pequeña cantidad de oxígeno disuelto en el fluido tratado estaba catalizada por el hierro en el absorbente para promover la oxidación de una pequeña cantidad de metilmercaptano para formar DMDS más agua.

También se observaron aumentos del nivel de disulfuro de carbono en algunos de los ejemplos. Se realizaron los análisis de azufre mediante quimioluminiscencia de azufre. El análisis de disulfuro de carbono es muy sensible a la técnica analítica usada. Puesto que el nivel de disulfuro de carbono es muy bajo en la alimentación, pequeños cambios en la composición pueden provocar grandes errores. También pueden producirse errores debido a que el disulfuro de carbono a menudo contamina las líneas de alimentación, que después de eso pueden liberar pequeñas cantidades de disulfuro de carbono sin previo aviso. Cuando las líneas de alimentación se acababan de sustituir, no se midió una reducción del contenido de disulfuro de carbono de la corriente de fluido, y se cree que el absorbente eliminó poca o ninguna cantidad de disulfuro de carbono.

Los datos de las tablas 1 y 2 demuestran que ambas formas del absorbente, productos extruidos (material de muestra A) y gránulos (material de muestra B), eliminan esencialmente la totalidad del sulfuro de hidrógeno de una corriente de gas ácido de CO₂ a temperaturas ambientales. Se eliminó aproximadamente la mitad del sulfuro de carbonilo con respecto a ambas formas físicas de los absorbentes. También se eliminaron los tioles (mercaptanos) a altos niveles con respecto a los gránulos (99-100%) y con respecto a los productos extruidos (78-96%).

Los datos de las tablas 3-6 demuestran que puede eliminarse del 99 al 100% del sulfuro de hidrógeno de gas natural a temperaturas ambientales usando el absorbente y el método de la invención. Los datos demuestran además la eliminación del 78-100% de los tioles, junto con cierta eliminación tanto de sulfuro de carbonilo como de DMDS de los fluidos tratados.

La comparación de las tablas 3-6 (datos a 70°F) con las tablas 7-8 (datos a 100°F) y las tablas 9-10 (datos a 130°F) muestra el efecto de la temperatura. Los datos demuestran que se elimina del 99 al 100% del sulfuro de hidrógeno a todas las temperaturas usando el absorbente objeto y el método. La eliminación de tiol disminuyó con temperaturas crecientes, lo que sugiere que los tioles se desorben a mayores temperaturas. En cambio, la eliminación de sulfuro de carbonilo y DMDS aumentó con temperaturas crecientes dentro de los intervalos sometidos a prueba.

Las pruebas realizadas usando una alimentación de dióxido de carbono gaseoso demuestran que aumentar la presión desde 200 psig (véanse las tablas 1 y 2) hasta 500 psig (véanse las tablas 15 a 22) parece ayudar en la absorción de los tioles. Se eliminó del 95 al 96% de DMDS a la mayor presión, en comparación con la eliminación del 20 al 72% a 200 psig.

Los líquidos NGL tienden a tener una baja concentración en sulfuro de hidrógeno. Sin competencia de sulfuro de hidrógeno, los tioles se eliminan a niveles que oscilan entre el 86 y el 96% (véanse las tablas 11, 12, 13 y 14). Puesto que el oxígeno es soluble en este tipo de hidrocarburo, la producción de DMDS en algunas de las series puede atribuirse a la conversión oxidativa de pequeñas cantidades de metiltiol en DMDS tal como se indicó anteriormente.

Tras el uso en el purificador de pellets de hierro, se eliminó el material de muestra A y se examinó. Los productos extruidos eran oscuros uniformemente desde el borde hasta el centro tras haber absorbido el 1,2 por ciento en peso de azufre, en peso del producto extruido, del fluido tratado. Esta observación sugiere la aparición de una reacción de intercambio durante el uso que provoca que el azufre migre hacia el centro del absorbente. Basándose en la composición del absorbente, se cree que el color oscuro (negro) es sulfuro ferroso. Los productos extruidos eliminados se calentaron (>135°F) mientras se dejaron en reposo a temperatura ambiente, lo que sugería que el material usado es pirofórico. Tras dejar en reposo durante la noche, el material usado recuperó un color marrón más claro más similar al de los productos extruidos originales, antes de su uso.

La conclusión general que va a extraerse de los datos presentados anteriormente es que la siderita, ya sea en forma de gránulos o en forma de productos extruidos compuestos por polvo de siderita, es un absorbente excelente para el sulfuro de hidrógeno, los tioles (mercaptanos), DMDS y sulfuro de carbonilo en una variedad de corrientes de alimentación. Cuando las condiciones de reacción favorecen la eliminación de sulfuro de hidrógeno, es decir, mayores temperaturas y presiones, la eliminación de tiol disminuye. Los tioles se eliminan de manera más favorable cuando el nivel de sulfuro de hidrógeno es bajo en la alimentación, a bajas temperaturas y a altas presiones.

El absorbente de carbonato ferroso que se ha ennegrecido puede regenerarse periódicamente poniendo en contacto el carbonato ferroso ennegrecido con aire y vapor. Se cree que tal ennegrecimiento está provocado por la formación de sulfuro ferroso sobre la superficie del carbonato ferroso durante la eliminación de azufre de una corriente de líquido, gas o mixta de gas y líquido que comprende compuestos que contienen azufre.

5 Según otro método de la invención, se elimina azufre de una corriente de líquido, gas o mixta de gas y líquido que comprende compuestos que contienen azufre combinando la corriente con oxígeno y vapor de agua antes de alimentar la corriente a un lecho de carbonato ferroso. Este método es particularmente preferido para su uso en la eliminación de azufre de gases ácidos pero no se prefiere para su uso en corrientes de gas natural debido a sus desventajas económicas en la posterior separación del aire y los hidrocarburos.

10 Alternativamente, puede eliminarse azufre de una corriente de líquido, gas o mixta de gas y líquido que comprende compuestos que contienen azufre haciendo pasar la corriente a través de un lecho de carbonato ferroso en un ambiente de aire húmedo. Al someter el carbonato ferroso a aire húmedo o a oxígeno y vapor de agua durante la absorción, se cree que el carbonato ferroso se regenera continuamente mediante un efecto catalítico, produciendo finalmente azufre elemental que puede separarse fácilmente de la corriente de proceso. La siderita también es un material de carbonato ferroso particularmente preferido para su uso como absorbente en la práctica de estos métodos de la invención.

15 Los siguientes ejemplos adicionales demuestran la eficacia de eliminar azufre de una corriente de gas ácido combinada con aire haciendo pasar la corriente a través de un lecho de carbonato ferroso en forma de pellets de siderita. En cada ejemplo, el purificador era de 24 pulgadas de alto y 2 pulgadas de diámetro, y tenía una razón L/D de lecho de purificador de 4:1 con dimensiones del lecho de absorbente/catalizador de 8 pulgadas de alto por 2 pulgadas de diámetro.

Ejemplo 23

25 Se cargó una corriente de mezcla de gases ácidos que contenía el 93,596% de aire, el 6,328% de dióxido de carbono y el 0,076% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 120,4 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 30 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 3/16 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 23 a continuación:

Tabla 23

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>					<u>Tioles</u>	
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	0,32	758,5	1,04	0,05	1,62	0,09	0,03
Salida	0,21	0,18	0,53	0,04	0,01	0,01	0,01
% de reducción	32,3	99,98	49,33	10,4	99,4	88,2	61,5

Ejemplo 24

35 Se cargó una corriente de mezcla de gases ácidos que contenía el 93,596% de aire, el 6,328% de dióxido de carbono y el 0,076% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 120,4 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 30 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 1/8 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 24 a continuación:

Tabla 24

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>					<u>Tioles</u>	
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	0,32	758,5	1,04	0,05	1,62	0,09	0,03
Salida	0,3	0,038	0,93	0,05	0,01	0,01	0,01
% de reducción	5,7	99,99	10,5	6,3	99,4	88,2	61,5

Ejemplo 25

45 Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 92,178% de aire, el 7,535% de dióxido de carbono y el 0,287% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 42,6 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 3/16 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada

y salida del gas se exponen en la tabla 25 a continuación:

Tabla 25

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDs	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	0,144	2874,6	0,24	0,03	0,98	0,04	0,01
Salida	0,135	0,1	0,17	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	6,3	100,0	30,08	68,8	99,0	72,2	0,0

Ejemplo 26

- 5 Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 92,178% de aire, el 7,535% de dióxido de carbono y el 0,287% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 42,6 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 60 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 1/8 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 26 a continuación:

Tabla 26

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDs	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	0,144	2874,6	0,24	0,03	0,98	0,04	0,01
Salida	1,42	0,067	1,78	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	-844,0	100,0	-653,4	68,8	99,0	72,2	0,0

Ejemplo 27

- 15 Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 90,548% de aire, el 9,221% de dióxido de carbono y el 0,231% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 126,2 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 100 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 3/16 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 27 a continuación:

20 Tabla 27

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDs	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	6,81	2308,8	0,59	0,01	1,29	0,10	0,01
Salida	0,21	0,1	0,49	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	97,0	100,0	16,4	0,0	99,2	90,1	0,0

Ejemplo 28

- 25 Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 90,548% de aire, el 9,221% de dióxido de carbono y el 0,231% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 126,2 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 100 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 1/8 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 28 a continuación:

Tabla 28

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDs	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	6,81	2308,8	0,59	0,01	1,29	0,10	0,01
Salida	0,47	0,37	0,32	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	93,14	100,0	45,7	0,0	99,2	90,1	0,0

30

Ejemplo 29

Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 99,315% de aire, el 0,619% de dióxido de carbono y el 0,066% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 140,5 libras/MM de SCF a

una velocidad de aproximadamente 100 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 3/16 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 29 a continuación:

5 Tabla 29

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>				<u>Tioles</u>		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	0,73	601,8	0,68	0,01	1,95	0,38	0,01
Salida	0,45	0,05	0,54	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	38,2	100,0	21,1	0,0	99,5	97,4	0,0

Ejemplo 30

10 Se cargó una corriente de mezcla de gas embotellado que contenía el 95,219% de aire, el 4,619% de dióxido de carbono y el 0,162% de sulfuro de hidrógeno a una velocidad de aproximadamente 100 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 1/8 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 30 a continuación:

Tabla 30

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>				<u>Tioles</u>		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	0,61	1620,7	0,45	0,01	1,54	0,23	0,01
Salida	0,34	0,08	0,33	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	45,4	100,0	27,53	0,0	99,4	95,6	0,0

15 Ejemplo 31

20 Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 94,960% de aire, el 4,860% de dióxido de carbono y el 0,180% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 128,4 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 100 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 3/16 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 31 a continuación:

Tabla 31

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>				<u>Tioles</u>		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	1,6	1795,7	1,38	0,01	1,43	0,08	0,01
Salida	0,97	0,22	1,26	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	39,5	100,0	8,8	0,0	99,3	86,7	0,0

Ejemplo 32

25 Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 94,960% de aire, el 4,860% de dióxido de carbono y el 0,180% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 128,4 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 100 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 1/8 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 32 a continuación:

30

Tabla 32

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>				<u>Tioles</u>		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	1,6	1795,7	1,38	0,01	1,43	0,08	0,01
Salida	0,62	0,21	0,94	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	61,1	100,0	32,1	0,0	99,3	86,7	0,0

Ejemplo 33

Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 89,736% de aire, el 9,932% de dióxido de carbono y el 0,332% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada mayor de 150 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 100 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 3/16 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 33 a continuación:

Tabla 33

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	8,32	3316,5	2,79	0,01	0,98	0,03	0,01
Salida	0,71	0,01	2,63	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	91,5	100,0	5,8	0,0	99,0	69,7	0,0

Ejemplo 34

Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 89,736% de aire, el 9,932% de dióxido de carbono y el 0,332% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada mayor de 150 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 100 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de SUD CHEMIE. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 34 a continuación:

Tabla 34

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	8,32	3316,5	2,79	0,01	0,98	0,03	0,01
Salida	1,09	0,01	2,20	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	86,9	100,0	21,1	0,0	99,0	69,7	0,0

Ejemplo 35

Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 90,882% de aire, el 8,596% de dióxido de carbono y el 0,522% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 112,6 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 200 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 3/16 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 35 a continuación:

Tabla 35

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	1,23	5218,9	3,92	0,01	1,72	0,13	0,01
Salida	0,95	0,03	3,56	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	22,7	100,0	9,2	0,0	99,4	92,1	0,0

Ejemplo 36

Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 90,882% de aire, el 8,596% de dióxido de carbono y el 0,522% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 112,6 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 200 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de SUD CHEMIE. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 36 a continuación:

Tabla 36

Puntos de muestra del purificador	Azufres de extremo delantero				Tioles		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	1,23	5218,9	3,92	0,01	1,72	0,13	0,01
Salida	1,65	0,01	3,16	0,01	0,01	0,01	0,01

% de reducción	-34,3	100,0	19,2	0,0	99,4	92,1	0,0
----------------	-------	-------	------	-----	------	------	-----

Ejemplo 37

Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 90,125% de aire, el 9,437% de dióxido de carbono y el 0,438% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 86,2 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 600 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 3/16 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 37 a continuación:

Tabla 37

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>				<u>Tioles</u>		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	1,14	4378,5	3,71	0,01	1,39	0,31	0,01
Salida	0,94	0,03	2,39	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	12,7	100,0	35,4	0,0	99,3	96,8	0,0

Ejemplo 38

Se cargó una corriente de mezcla de gas ácido que contenía el 90,125% de aire, el 9,4376% de dióxido de carbono y el 0,438% de sulfuro de hidrógeno con un contenido de humedad de gas de entrada de 86,2 libras/MM de SCF a una velocidad de aproximadamente 600 ml por minuto en un sentido de flujo ascendente a través de un purificador de pellets de hierro vertical que contenía un lecho de pellets de siderita de 1/8 pulgadas SULFURTRAP. La temperatura del purificador era de 100°F y la presión del purificador era de 100 psig. Las composiciones de entrada y salida del gas se exponen en la tabla 38 a continuación:

Tabla 38

Puntos de muestra del purificador	<u>Azufres de extremo delantero</u>				<u>Tioles</u>		
	COS	H ₂ S	CS ₂	DMDS	Metilo	Etilo	1-Propilo
Entrada	1,14	4378,5	3,71	0,01	1,39	0,31	0,01
Salida	1,84	0,03	3,26	0,01	0,01	0,01	0,01
% de reducción	-61,5	100,0	12,0	0,0	99,3	96,8	0,0

Otras alteraciones y modificaciones de la invención resultarán asimismo evidentes para los expertos habituales en la técnica tras la lectura de esta memoria descriptiva.

REIVINDICACIONES

1. Absorbente para la eliminación de compuestos que contienen azufre de corrientes de gas, líquido o mixtas de gas y líquido, comprendiendo el absorbente el 70 por ciento en peso o más de carbonato ferroso en polvo como componente de absorción, en el que el carbonato ferroso está en forma del mineral siderita, en el que el absorbente comprende desde el 2 hasta 10 por ciento en peso de aglutinante, y un contenido de humedad de menos del 3 por ciento en peso, y en el que el aglutinante es cemento de aluminato de calcio.
2. Absorbente según la reivindicación 1, en el que la siderita está en forma de gránulos, donde los gránulos tienen preferiblemente tamaños de partícula que no superan los 7,66 mm (5/16 pulgadas).
3. Absorbente según la reivindicación 1, en el que la siderita está en forma de aglomerados.
4. Absorbente según la reivindicación 1, en el que la siderita está en forma de extruidos.
5. Absorbente según la reivindicación 1, en el que la siderita se produce de manera natural.
6. Absorbente según la reivindicación 1, que tiene la forma de partículas seleccionadas del grupo que consiste en pellets, perlas, esferoides y gránulos.