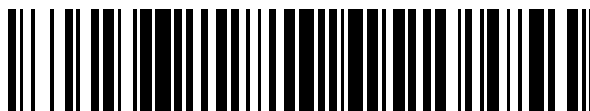


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 910**

51 Int. Cl.:

C11D 7/50 (2006.01)

C23G 5/024 (2006.01)

C07C 7/00 (2006.01)

C10G 75/00 (2006.01)

C10G 75/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.11.2015** **PCT/EP2015/077334**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.06.2016** **WO16083290**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2015** **E 15817085 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019** **EP 3224339**

54 Título: **Aceite de lavado para su uso como agente antiincrustante en compresores de gas**

30 Prioridad:

26.11.2014 EP 14194916

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

30.05.2019

73 Titular/es:

BOREALIS AG (100.0%)

Wagramerstraße 17-19

1220 Wien, AT

72 Inventor/es:

OUNI, TUOMAS;

REGUILLO CARMONA, REBECA;

DICKE, RENÉ y

MOTA SALINAS, ANA LILIA

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 714 910 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

Aceite de lavado para su uso como agente antiincrustante en compresores de gas

- 5 La invención se refiere a un aceite de lavado para su uso como agente antiincrustante en compresores de gas según la reivindicación 1 y al uso de dicho aceite de lavado según la reivindicación 14.

Descripción

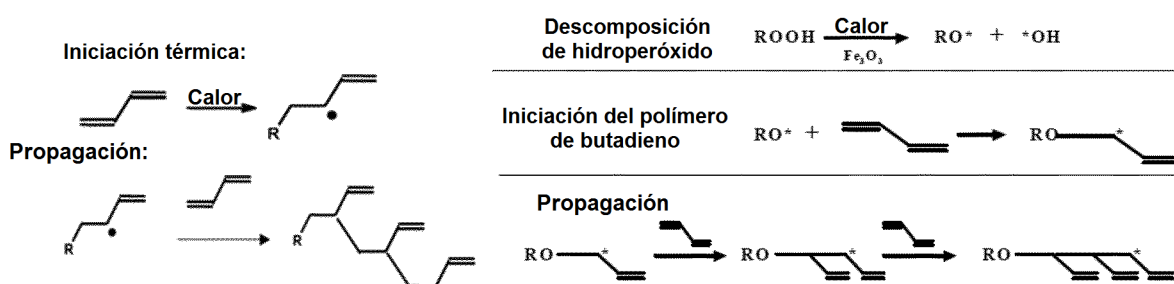
- 10 Los sistemas de compresión de gas craqueado son sistemas de varias etapas y comprenden múltiples compresores de gas provistos de refrigeradores de etapas intermedias y refrigeradores después de la etapa en la descarga de compresión. Los refrigeradores suelen ser intercambiadores de calor que eliminan el calor de la compresión de la alimentación de gas y reducen su temperatura a aproximadamente la temperatura en la admisión de compresión. Otro uso de los refrigeradores es la reducción del volumen real de gas que fluye hacia los cilindros de alta presión
- 15 mientras se instala el separador después del intercooler para eliminar el líquido condensado.

- Los sistemas de compresión de gas craqueado, como en las plantas de etileno, son propensos a ensuciarse con incrustaciones. Las incrustantes se pueden encontrar depositadas en el compresor, postrefrigeradores o ambos, en particular en las carcasas, cojinetes, cuchillas, sellos, rotores y líneas de descarga del compresor. Otras ubicaciones
- 20 en las áreas de deposición pueden incluir cubiertas y tubos de refrigeradores de etapas intermedias, lados de agua de enfriamiento y placas y bandejas de depósito de separación (Global Journal of Pure and Applied Science, volumen 11, 2005, páginas 99 a 105).

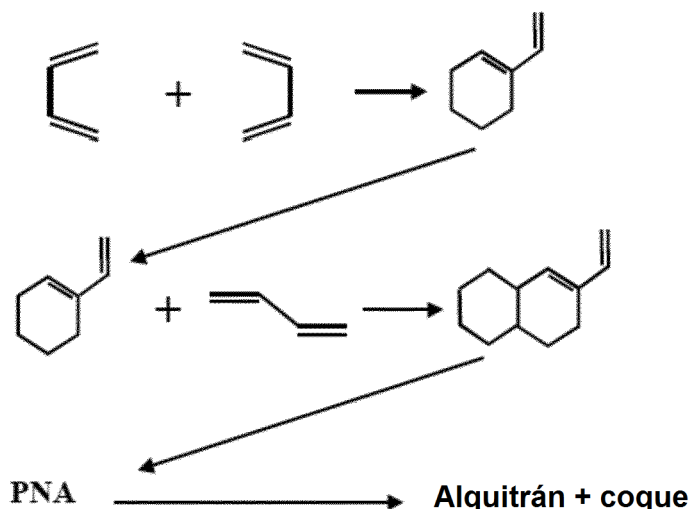
- La deposición de incrustaciones del sistema del compresor de gas craqueado es causada principalmente por reacciones de polimerización y condensación que involucran materiales presentes en el gas craqueado que se polimeriza y se deposita en las superficies internas del compresor y los postrefrigeradores. Estas incrustaciones
- 25 poliméricas afectan al sistema de compresión de gas craqueado de varias maneras, tal como reducir la eficiencia del compresor al aumentar el consumo de energía y al provocar vibraciones en el compresor que pueden llevar a una reducción en el rendimiento y la longitud de la carrera. Además, los depósitos de incrustaciones encontrados en los tubos y cubiertas del refrigerador entre etapas reducen la transferencia de calor al elevar la temperatura de entrada de la siguiente etapa. Además, la caída de presión en el refrigerador también puede aumentar al reducir la presión de entrada y la eficiencia de la siguiente etapa.

- Como se ha mencionado, la deposición de incrustaciones comprende depósitos de polimerización y condensación que resultan de la reacción de compuestos tales como butadieno y estireno u otros compuestos insaturados presentes en el gas craqueado. Se está sugiriendo que las reacciones principalmente responsables de la deposición de incrustaciones son la polimerización por radicales libres y las reacciones de condensación de Diels-Alder.

- La reacción de polimerización radical es causada por el calor y potenciada por la presencia de peróxidos (véase esquema 1).
- 40



- Las reacciones de condensación de Diels-Alder también contribuyen al problema que resulta en la formación de material pesado que se condensa en las superficies internas del compresor y se deshidrogena gradualmente. Dichos productos de condensación son una fuente potencial de material duro similar al coque que puede dañar los sellos y otras partes de las piezas internas del compresor (véase esquema 2).
- 45



En el pasado, se han aplicado varios métodos para controlar el proceso de deposición de incrustaciones del compresor de gas en la industria del etileno. Los métodos comúnmente aplicados para reducir o inhibir las incrustaciones incluyen el uso de recubrimientos apropiados, aceite de lavado, inyecciones de agua, antiincrustantes y otras consideraciones de diseño y funcionamiento (véase documento US-A-2004 079 392, CN-A-1 733 623 y UYIGUE et al., Global Journal of Pure and Applied Sciences, vol. 11, n.º 1, 2005, páginas 99-105).

Los recubrimientos de los compresores se utilizan para reducir la corrosión y la deposición de incrustaciones en los compresores de gas de proceso y, por lo general, se aplican a los diafragmas y los conjuntos de rotor durante el tiempo de inactividad en mantenimiento. Al proporcionar dichos recubrimientos, las características de la superficie del compresor se cambian de modo que se evita una adhesión del polímero a la superficie.

Otro enfoque es la adición de los llamados antiincrustantes que reducen el impacto de las incrustaciones de varias maneras. Los antiincrustantes son especies químicas para prevenir reacciones o terminar la formación de cadenas de polímeros. En particular, los inhibidores se utilizan para reducir las tasas de polimerización de radicales libres y se pueden aplicar desactivadores de metales para prevenir la catálisis de la descomposición del hidróxido de hidrógeno. También es posible añadir dispersantes como antiincrustantes para reducir la deposición de polímeros.

Otro enfoque común para inhibir la deposición de incrustaciones de los compresores de gas craqueados es la adición de agua para disminuir la temperatura de descarga del gas y el volumen de gas. El agua se vaporiza en la etapa del compresor y, al hacerlo, absorbe el calor de la compresión. La disminución de la temperatura reduce las tasas de deposición y es un componente clave del control de deposición. El inconveniente obvio al añadir agua al compresor es el potencial de corrosión y erosión.

Una estrategia aún más sofisticada y aplicada frecuentemente para reducir la deposición de incrustaciones es disolver los depósitos de polímero después de su formación. Esto se puede hacer añadiendo un solvente (o también llamado aceite de lavado) que es capaz de eliminar el depósito y se añade directamente al compresor. Las propiedades básicas de un aceite de lavado adecuado son un alto contenido aromático y un alto punto de ebullición. Además, los aceites de lavado adecuados deben estar libres de precursores de incrustación y sólidos suspendidos.

El contenido aromático de un aceite de lavado prometedor está en el intervalo del 60 % en peso y más, preferiblemente por encima del 80 % en peso. Cuanto mayor sea el contenido aromático de un aceite de lavado, mayor será su potencial para disolver los depósitos de polímeros.

Los aceites de lavado con un alto punto de ebullición garantizarán que el aceite de lavado permanezca líquido, lo que le permitirá disolver y eliminar el polímero de las superficies metálicas y minimizar la deposición de sólidos. Se recomiendan puntos de ebullición iniciales superiores a 200 °C.

Además, el aceite de lavado debe ser bajo en contenido de monómeros y libre de polímeros y sólidos para no añadir al problema de deposición. Si bien es alto en contenido aromático, el aceite de lavado debe estar esencialmente libre de estireno y compuestos de dieno. Como el aceite de lavado puede evaporarse al menos parcialmente en el compresor, también debería estar libre o casi libre de cualquier sólido suspendido.

Hay muchos aceites de lavado diferentes en el mercado, aunque el material C⁹⁺ disponible normalmente como reciclado del hidrotratador de gasolina (GHU) se usa preferiblemente en plantas de craqueo de nafta. Dicho material tiene un bajo contenido de dieno y el contenido de estireno normalmente es de aproximadamente el 0,3 % en peso o

menos. La corriente C⁹⁺ contiene del 60 al 80 % de compuestos aromáticos y tiene un punto de ebullición final de aproximadamente 230 a 260 °C.

Otros aceites de lavado ofrecidos por los fabricantes son los derivados de la pirólisis de la gasolina o las fracciones empobrecidas en naftalina de las corrientes aromáticas de las refinerías de petróleo.

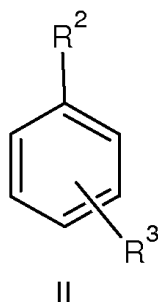
Sin embargo, los aceites de lavado disponibles en la actualidad tienen un precio bastante alto que se suma a los costos generales del proceso de craqueo de gas.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención era proporcionar un aceite de lavado para su uso como agente antiincrustante en compresores de gas que combina los requisitos para un aceite de lavado adecuado a un precio razonable.

Este objeto se consigue al proporcionar un aceite de lavado para usar como agente antiincrustante según la reivindicación 1.

Por consiguiente, se proporciona un aceite de lavado para su uso como agente antiincrustante en compresores de gas, en particular en compresores de gas craqueados, que comprende

al menos un compuesto según la fórmula II

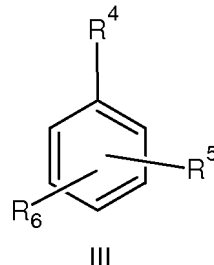
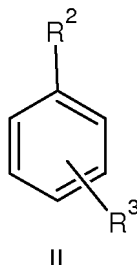
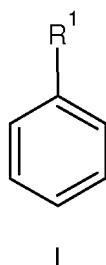


en el que los restos R² y R³ se seleccionan de un grupo que comprende alquilo C₁-C₂₀ lineal o ramificado, cicloalquilo C₃-C₁₀ y cicloalquilo C₃-C₁₀ sustituido con alquilo C₁-C₁₀ lineal o ramificado y arilo C₆-C₁₂ y arilo C₆-C₁₂ sustituido con alquilo C₁-C₁₀ y en el que dichos restos pueden estar interrumpidos por oxígeno o nitrógeno y en el que dichos restos pueden estar funcionalizados con grupos hidroxilo o grupos amino y en el que dichos restos pueden ser iguales o diferentes, y

al menos un aditivo seleccionado de un grupo que comprende un inhibidor de polimerización, antioxidante, desactivador de metales, captador de metales, inhibidor de corrosión y aditivo de control de pH.

En una realización preferida, se proporciona un aceite de lavado que comprende una mezcla de al menos dos, preferiblemente al menos tres compuestos de acuerdo con las fórmulas I, II y III, respectivamente.

Por lo tanto, la mezcla utilizada como aceite de lavado comprende un compuesto de fórmula II o puede comprender al menos dos, preferiblemente al menos tres compuestos, en particular al menos uno de cada uno de los tres compuestos de las siguientes fórmulas I, II y III



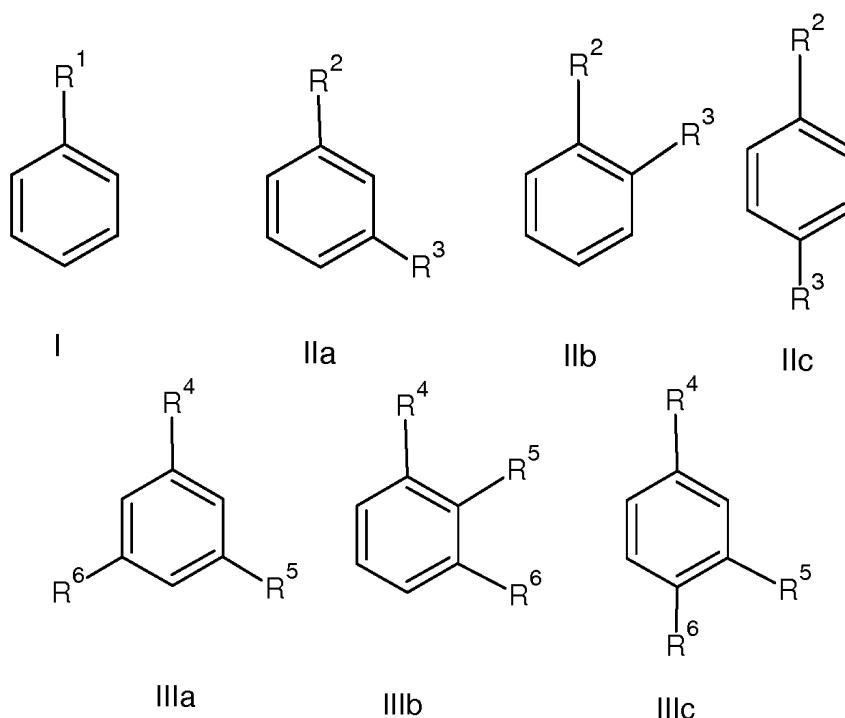
en las que los restos R¹, R², R³, R⁴, R⁵ y R⁶ se seleccionan de un grupo que comprende alquilo C₁-C₂₀ lineal o ramificado, cicloalquilo C₃-C₁₀ y cicloalquilo C₃-C₁₀ sustituido con alquilo C₁-C₁₀ lineal o ramificado y arilo C₆-C₁₂ y arilo C₆-C₁₂ sustituido con alquilo C₁-C₁₀ y en el que dichos restos pueden estar interrumpidos por oxígeno o nitrógeno y en el que dichos restos pueden estar funcionalizados con grupos hidroxilo o grupos amino y en el que dichos restos pueden ser iguales o diferentes.

Se ha encontrado sorprendentemente que una mezcla que comprende al menos uno de cada uno de los compuestos de benceno sustituidos mencionados anteriormente y al menos uno de los aditivos cumple los requisitos para un aceite de lavado adecuado. Por ejemplo, la provisión del presente aceite de lavado que combina al menos uno de los compuestos de fórmulas I, II y III (o su mezcla) con al menos uno de los aditivos con efecto antiincrustante proporciona beneficios importantes para mantener y mejorar la eficacia de los compresores. Si bien cualquiera de los antiincrustantes actuará solo en el mecanismo de incrustación, reduciendo significativamente la formación de residuos sólidos en el equipo, sin embargo, no pueden evitar completamente la formación de incrustaciones. Esto crea una disminución lenta de la eficiencia del compresor después de un cierto periodo de tiempo debido a la acumulación de sólidos.

El efecto beneficioso de la presente mezcla de aceite de lavado puede explicarse considerando que el aceite de lavado de compuesto aromático permanecerá en estado líquido en el compresor. Como el aceite de lavado con compuesto aromático actúa como un vehículo para el aditivo antiincrustante, esto facilitará la reacción del antiincrustante en fase líquida con los precursores de incrustación que también tenderán a migrar a la fase líquida. Además, debido a la característica única de solubilidad del aceite de lavado de compuestos aromáticos, los residuos que se forman a pesar de la acción de los antiincrustantes se solubilizarán y también los productos resultantes de la reacción de los antiincrustantes con los monómeros reactivos, evitando su deposición en el equipo y sacándolos fuera del sistema. El efecto sinérgico de la combinación de aceite de lavado con aditivos antiincrustantes se traduce, por tanto, en un funcionamiento más estable del compresor a una alta tasa de eficiencia durante periodos de tiempo más largos.

En una realización preferida, el presente aceite de lavado comprende del 0 al 10 % en masa, preferiblemente del 1 al 7 % en masa, lo más preferiblemente del 2 al 5 % en masa de un benceno monosustituido según la fórmula I; del 60 al 100 % en masa, preferiblemente del 70 al 97 % en masa, lo más preferiblemente del 80 al 90 % en masa de un benceno disustituido de acuerdo con la fórmula II; y del 0 al 5 % en masa, preferiblemente del 1 al 3 % en masa, lo más preferiblemente del 1,5 al 2 % en masa de un benceno trisustituido de acuerdo con la fórmula III.

En una variante adicional del presente aceite de lavado, la mezcla comprende al menos tres de los compuestos seleccionados de un grupo que comprende compuestos de acuerdo con las fórmulas I, IIa-b y IIIa-c con las siguientes estructuras



En particular, se prefiere si el aceite de lavado comprende benceno mono-sustituido, al menos un isómero de benceno disustituido según una de las fórmulas IIa-IIc y al menos un isómero de benceno trisustituido según una de las fórmulas IIIa-IIIc.

Se prefiere en particular si el aceite de lavado comprende monoalquilbenceno, al menos un isómero de dialquilbenceno según una de las fórmulas IIa-IIc y al menos un isómero de trialquilbenceno según una de las fórmulas IIIa-IIIc.

En una realización mayoritariamente preferida, la mezcla de aceite de lavado comprende benceno monosustituido, isómeros de orto, meta, para benceno disustituido (es decir, 1,2; 1,3; 1,4 benceno disustituido) y los tres isómeros de benceno trisustituido (es decir, 1,3,5; 1,2,3; 1,3,4 benceno trisustituido).

- 5 Se prefiere que los restos R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 y R^6 de los compuestos anteriores de acuerdo con las fórmulas I, II y III se seleccionen de un grupo que comprende alquilo C_1 - C_{12} y cicloalquilo C_3 - C_7 . En particular, se prefiere que los restos R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 y R^6 se seleccionen del grupo que comprende metilo, etilo, propilo, isopropilo, butilo o iso-
butilo. Así, el término "alquilo C_1 - C_{12} " se refiere a restos como metilo, etilo, propilo, isopropilo, butilo o iso-butilo, s-
butilo, t-butilo, amilo, t-amilo, hexilo, heptilo, octilo, nonilo, decilo, undecilo, dodecilo y similares. Los restos alquilo
10 más preferidos son etilo, propilo, isopropilo.

- En el caso de que los restos R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 y R^6 estén interrumpidos por oxígeno o nitrógeno, dichos restos se seleccionan de un grupo que comprende $-(CH_2)_n-NR^7R^8$, $-(CH_2)_n-N(R^7)-(CH_2)_m-R^7$, $-(CH_2)_n-OR^7$, $-(CH_2)_n-O-(CH_2)_m-$
15 R^7 , en el que R^7 , R^8 puede ser H, alquilo C_1 - C_{12} , cicloalquilo C_3 - C_7 , arilo C_6 - C_{12} , en el que R^7 , R^8 pueden ser iguales o diferentes, y en el que n , $m = 0$ -10, en particular 1-5. En particular, se prefiere que en este caso los restos R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 y R^6 se seleccionen del grupo que comprende oxietilo, dioxietilo, aminoetilo.

- El término "cicloalquilo C_3 - C_7 " comprende preferiblemente grupos como ciclopropilo, ciclobutilo, ciclopentilo, ciclohexilo y cicloheptilo, que también puede estar interrumpido por oxígeno o nitrógeno.

- 20 El término "arilo" se refiere a hidrocarburos aromáticos, en particular a bencilo o naftilo. Dichos grupos arilo pueden estar conectados al anillo de benceno de los compuestos de acuerdo con una de las fórmulas I-III, ya sea directamente, es decir, con la formación de por ejemplo compuestos de difenilo, o pueden estar conectados a través de un alquileo ($-C_nH_{2n}$) puente ($n = 1$ -6), tal como un metileno ($-CH_2-$), etileno ($-C_2H_4-$) o propileno ($-C_3H_6-$) puente,
25 que también puede estar interrumpido por oxígeno o nitrógeno. Como se ha mencionado anteriormente, los grupos arilo también pueden estar sustituidos adicionalmente con uno o más restos alquilo C_1 - C_{10} , en particular con metilo, etilo, propilo o isopropilo.

- En otra variante, el aceite de lavado comprende carbones aromáticos más pesados (aromáticos de mayor punto de ebullición), como hidrocarburos aromáticos C_{10} a C_{14} sustituidos o no sustituidos. Ejemplos de dichos compuestos aromáticos más pesados son los derivados bifenilo sustituidos o no sustituidos, tales como los derivados bifenílicos
30 alquilados o no alquilados. Sin embargo, se prefiere mantener la cantidad de hidrocarburos aromáticos más pesados lo más bajo posible para minimizar cualquier sólido suspendido en el aceite de lavado.

- 35 En otra realización preferida, el presente aceite de lavado tiene un intervalo de ebullición a temperaturas entre 150°C y 300°C , preferiblemente entre 170°C y 250°C , lo más preferiblemente entre 190°C y 220°C .

- También se prefiere si la mezcla utilizada como aceite de lavado está libre o casi libre de compuestos no aromáticos, en particular libre de compuestos no aromáticos tales como alcanos C_1 - C_8 , cicloalquenos C_5 - C_8 , alquenos C_2 - C_8 y/o
40 alquinos C_3 - C_8 . También se prefiere si la mezcla que se usa actualmente como aceite de lavado está libre o casi libre de sólidos u otros residuos.

- En una realización preferida, la relación de al menos un compuesto de acuerdo con las fórmulas (II) o la mezcla de al menos dos, preferiblemente al menos tres compuestos de acuerdo con las fórmulas (I), (II) y (III) y al menos un
45 aditivo seleccionado de un grupo que comprende un inhibidor de la polimerización, antioxidante, desactivador de metales (o captador de metales), inhibidor de la corrosión y aditivo de control de pH está entre 1000/1 y 10/1, preferiblemente 500/1 y 50/1, lo más preferiblemente 100/1.

- Los otros compuestos añadidos al aceite de lavado, se seleccionan dependiendo de la naturaleza de los depósitos de incrustaciones formados en el compresor. Como se ha mencionado, estos pueden incluir inhibidores de la
50 polimerización, antioxidantes, dispersantes, desactivadores de metales, captadores de metales e inhibidores de la corrosión y aditivos para el control del pH.

- El inhibidor de la polimerización añadido sigue esencialmente dos mecanismos básicos de reacción. De acuerdo con un primer mecanismo, el radical de propagación se termina al extraer un átomo de hidrógeno de la molécula
55 inhibidora y forma un radical inhibidor $I^\bullet$ menos reactivo, o según un segundo mecanismo, el radical de propagación se detiene mediante una reacción de adición para formar una especie estable $RIH^\bullet$. Los radicales formados en estos mecanismos (es decir, $I^\bullet$ y $RIH^\bullet$) no son reactivos, por lo que no pueden añadirse a los dobles enlaces ni a los átomos de hidrógeno extraídos. En consecuencia, generalmente forman productos no radicales combinándolos con
60 otro radical o por dismutación. Diferentes tipos de inhibidores de polimerización siguen diferentes mecanismos de inhibición. La extracción de hidrógeno es típica de los inhibidores de tipo fenol y amina, mientras que el mecanismo de adición es común a los inhibidores de nitróxido y quinona. Inhibidores o captadores de radicales típicos utilizados son, por ejemplo, 2,6-di-t-butil-4-metilfenol o difenilaminas alquiladas.

- 65 Muchos inhibidores de la polimerización (por ejemplo, fenoles y derivados) funcionan mejor en presencia de oxígeno porque interceptan los radicales peroxilo y desaceleran el consumo de oxígeno mientras detienen la propagación de

la cadena. Estos tipos de inhibidores inactivan los radicales peroxilo y los radicales alquilo a través del mismo mecanismo de extracción de hidrógeno que da lugar a la formación de un radical fenoxilo. El radical fenoxilo es menos reactivo porque está estabilizado por el efecto de resonancia. Como descomponedores de hidroperóxido, por ejemplo, se pueden usar polisulfuros de dialquilo, hidrogenofosfitos de dialquilo, alquilfenoles, dialquil ditiofosfato de zinc o ditiocarbamato acoplado a metileno.

Se prefiere que el al menos un inhibidor de la polimerización se seleccione del grupo de compuestos aromáticos y heteroaromáticos o sus variantes hidrogenadas, en particular compuestos de fenol y N-arilo y sus homólogos hidrogenados. Los inhibidores de polimerización más preferidos incluyen 2,6-di-t-butil-4-metilfenol, difenilaminas alquiladas o derivados de piperidina, tales como 4-hidroxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-N-oxilo.

Para mejorar la separación de los oligómeros incrustantes que se forman se añade un polímero no activo en la superficie o una sustancia activa en la superficie como dispersante y, por lo tanto, evitar la formación de polímeros superiores. También evitan la sedimentación o la aglomeración, reduciendo la deposición de polímero en las superficies inertes del compresor.

Los desactivadores de metales controlan el efecto catalítico que pueden tener los iones metálicos, especialmente el cobre, el níquel, el plomo, el hierro, sobre la tasa de peroxidación de hidrocarburos.

Se sugieren tres posibles mecanismos de acción de los desactivadores de metales: quelación, pasivación de la superficie y reactividad de la fase masiva. La quelación es la capacidad del aditivo para complejar fuertemente toda la esfera de coordinación interna del ion metálico. La pasivación de la superficie da lugar a la reacción con las superficies de contacto del equipo, aumentando su estabilidad. La reactividad en fase masiva se refiere a cualquier actividad química distinta de la quelación que cambia la estabilidad térmica de la corriente y se produce en solución, donde no tiene lugar la reacción con superficies metálicas: por ejemplo, reacciones homogéneas de ácido/base tales como la neutralización, inhibición de la peroxidación de ruptura de cadenas, la descomposición del hidroperóxido. Algunos de los desactivadores de metales también pueden considerarse inhibidores de la corrosión, cuando se usan como agentes de pasivación de la superficie.

El captador de metales puede ser un compuesto que contiene uno o más grupos funcionales que contienen uno o más heteroátomos, N, O, S, P o Se, que permiten al compuesto anclarse a la superficie metálica. Los secuestrantes de metales típicos son benzotriazol (BTA) y sus derivados, tiourea y sus derivados, polimerización in situ de compuestos heterocíclicos, como pirrol y tiofeno y anilina, y quelatos en forma de molécula de 8-hidroxiquinolina y pirocatecoles.

El aditivo de control de pH puede seleccionarse de un grupo que comprende aminas, amoniaco y morfolina. También se encuentran productos comunes tales como carbonato de sodio, hidróxido de sodio, dióxido de carbono, ácidos orgánicos, etilenglicoles y compuestos relacionados. También se pueden utilizar tampones como borato de sodio o fosfato de sodio. La adición de aditivos de control de pH puede ser necesaria para evitar la corrosión del metal y la deposición de incrustaciones catalizada por metales.

También es posible combinar cualquiera de los aditivos seleccionados de un grupo que comprende un inhibidor de la polimerización, un antioxidante, un inhibidor de la corrosión y un aditivo para el control del pH. Por lo tanto, por ejemplo, es posible usar una combinación de antioxidantes e inhibidores de la polimerización o una combinación de captadores de metales y aditivos de control del pH o una combinación de todos los aditivos.

En general, la selección del aditivo apropiado depende en gran medida del proceso considerado. Por ejemplo, en el caso de procesos de gran incrustación o corrientes que contienen componentes reactivos, como olefinas reactivas, diolefinas, etc., o procesos conducidos a altas temperaturas, preferiblemente se añaden inhibidores de la polimerización al aceite de lavado. En los procesos en los que el oxígeno puede estar presente o en el caso de corrientes que contienen componentes oxigenados, se prefiere el uso de antioxidantes o una combinación de antioxidantes/inhibidores de la polimerización. Los procesos que son propensos a la corrosión (normalmente con unidades de condensación de agua, unidad a pH ácido o básico, etc.) requieren preferiblemente captadores de metales y/o aditivos de control de pH. Además, si se lleva a cabo un proceso a alta temperatura, se puede considerar una combinación de todos los aditivos mencionados anteriormente, es decir, inhibidores de la polimerización, antioxidantes, captadores de metales, aditivos para el control del pH.

En una realización preferida, el aceite de lavado tiene la siguiente composición: 2-5 % en masa de monoalquilbenceno, 80-95 % en masa de dialquilbenceno, 1,5-2 % en masa de trialquilbenceno, 2-5 % en masa de compuestos aromáticos de punto de ebullición más alto, 1,5-3 % en masa de compuestos aromáticos arilsustituídos, 0,05-3 % en masa de antiincrustantes, antioxidantes, captadores de metales y/o aditivos de control de pH.

En una realización preferida particular, la mezcla del presente aceite de lavado comprende isopropilbenceno (cumeno), al menos un isómero de diisopropilbenceno y al menos un isómero de triisopropilbenceno.

En una realización más preferida, el aceite de lavado comprende además del isopropilbenceno los tres isómeros de diisopropilbenceno y los tres isómeros de triisopropilbenceno, es decir, una variante preferida del aceite de lavado comprende orto-diisopropilbenceno, meta-diisopropilbenceno, para-diisopropilbenceno, 1,2,3-triisopropilbenceno, 1,2,4-triisopropilbenceno y 1,3,5-triisopropilbenceno.

En una realización más preferida, el aceite de lavado comprende el 94-96 % en masa de diisopropilbenceno (DIPB); el 2-4 % en masa de isopropilbenceno (cumeno), el 1-2 % en masa de triisopropilbenceno (TRIPB) y el 0,1-1,0 % en masa de hidrocarburos aromáticos más pesados. Esta composición de dicho aceite de lavado corresponde esencialmente a una composición de corriente de DIPB como producto de cabeza de una columna DIPB. Dicha composición de la corriente de DIPB se deriva de un proceso de alquilación de un benceno que reacciona con propileno a cumeno, en el que puede ocurrir un exceso de alquilación a diisopropilbenceno.

Una planta de proceso de cumeno (patente US 2011/024558 A1) para producir cumeno a partir de benceno e propileno normalmente consiste en un reactor de alquilación, una sección de destilación y un reactor de transalquilación. La alimentación de propileno y una mezcla de benceno fresco y reciclado se cargan en el reactor de alquilación, donde el propileno reacciona hasta completarse para formar principalmente cumeno. El efluente del reactor de alquilación se envía a la columna despropanizadora, que elimina el propano que entró en la unidad con una alimentación de propileno junto con cualquier exceso de agua que pueda haber acompañado a las alimentaciones. Los fondos de la columna despropanizadora se envían a una columna de benceno donde el benceno se recoge en la cabeza y se recicla de nuevo al reactor de alquilación. Los fondos de la columna de benceno se envían posteriormente a la columna de cumeno, donde se recupera un producto de cumeno. Los fondos de la columna de cumeno que contienen principalmente diisopropilbenceno se envían a la columna DIPB, donde se recupera DIPB y se envía a un reactor de transalquilación o se usa como aceite de lavado como se ha descrito anteriormente.

El producto de cabeza de dicha columna DIPB cumple con todos los criterios establecidos para un aceite de lavado adecuado y tiene la ventaja de que está fácilmente disponible en el lateral para su uso directamente como aceite de lavado o como una mezcla con gasolina de pirólisis, por ejemplo un 30-70 % de cabeza de DIPB y un 70-30 % de gasolina de pirólisis. Dichas mezclas también pueden contener aditivos adicionales, en particular agentes antiincrustantes, como inhibidores de la polimerización, antioxidantes, dispersantes, captadores de metales y/o aditivos de control del pH.

La corriente de DIPB que se puede obtener como producto secundario de una producción de cumeno es totalmente aromática, tiene un punto de ebullición de alrededor de 200 °C y el destilado no contiene o contiene muy poco sólido y gomas. Por lo tanto, cumple con los criterios para un aceite de lavado adecuado. El DIPB de cabeza se puede mezclar con otros componentes, como otros antiincrustantes, antioxidantes, captadores de metales y/o aditivos para el control del pH.

El objeto de la presente invención también se resuelve mediante el uso de un aceite de lavado como se describe previamente como agente antiincrustante en compresores de gas, en particular en compresores de gas craqueados.

Cuando se usa el aceite de lavado descrito como agente antiincrustante, dicho aceite de lavado preferiblemente se inyecta continuamente o no continuamente en el compresor de gas. La inyección del aceite de lavado en el compresor de gas puede realizarse a diferentes velocidades y en diferentes puntos. Por ejemplo, es posible inyectar el aceite de lavado en la entrada de cada etapa separada o en cada impulsor por separado. Sin embargo, se prefiere sobre todo inyectar el aceite de lavado en cada impulsor para asegurar que el aceite de lavado alcance el último impulsor de una etapa. Si se inyecta solo en la sección de una etapa, entonces puede evaporarse completamente o en una cantidad muy grande antes de alcanzar el último impulsor. Al inyectar el aceite de lavado en la carcasa de un compresor de gas, la selección de la boquilla de inyección es importante para garantizar la correcta dispersión del aceite.

De acuerdo con una realización, el aceite de lavado se inyecta con una tasa de inyección continua del 0,05 al 0,25 por etapa como % en peso del proceso de gas. La velocidad de inyección depende de la calidad del aceite de lavado (es decir, contenido aromático, punto de ebullición). Cuanto mayor sea la calidad del aceite de lavado, menor será la velocidad de inyección.

Como se ha mencionado anteriormente, también es posible inyectar el aceite de lavado en una materia no continua, que significa intermitente o discontinua. En este caso, el aceite de lavado se inyecta a una velocidad alta (es decir, cinco o más veces la velocidad continua en el caso de una inyección de aceite de lavado continuo) durante un periodo específico de tiempo, tal como de 30 a 60 minutos una vez al día. La mayor velocidad garantiza que el líquido alcance todas las superficies internas, lo que aumenta la efectividad de la solvencia.

Los detalles adicionales de la invención se explicarán en detalle por medio del siguiente ejemplo con referencia a las Figuras. Muestra:

Figura 1: un diagrama de flujo del proceso para la producción de cumeno;

Figura 2: un diagrama que muestra el punto de ebullición de diferentes aceites de lavado;

5 Figura 3: un diagrama que muestra la eficiencia de un compresor en función de la introducción del aceite de lavado,

Figura 4: un diagrama que muestra los datos de solubilidad de las muestras de deposición de incrustaciones que utilizan diferentes aceites de lavado, y

10 Figuras 5A: un diagrama que muestra la eficiencia del compresor sin añadir aceite de lavado;

Figura 5B: un diagrama que muestra la eficiencia del compresor en presencia de un agente antiincrustante;

15 Figura 5C: un diagrama que muestra la eficiencia del compresor en presencia de aceite de lavado que comprende compuestos aromáticos de fórmulas I, II y III; y

Figura 5D: un diagrama que muestra la eficiencia del compresor en presencia de aceite de lavado que comprende compuestos aromáticos de fórmulas I, II y III y aditivos antiincrustantes.

20 El producto de cabeza de una columna DIPB se utiliza en los ejemplos proporcionados. Dicha corriente de cabeza de DIPB contiene un 94-96 % en masa de DIPB, un 2-4 % en masa de cumeno, un 1-2 % en masa de TRIPB y un 0,1-1,0 % en masa de hidrocarburos aromáticos más pesados. La corriente de DIPB se obtiene como un producto secundario en la producción de cumeno a partir de benceno y propileno.

25 En la Figura 1 se muestra un diagrama de flujo de proceso típico para la producción de cumeno (patente US 2011/024558 A1). En este caso, se cargan una alimentación de propileno y benceno (ya sea fresco o reciclado) en el reactor de alquilación 1, donde el propileno reacciona hasta completarse para formar cumeno. El efluente del reactor de alquilación 1 se envía posteriormente a la columna despropanizadora 2 para eliminar el propano que entró en la planta del proceso con la alimentación de propileno junto con cualquier exceso de propileno y agua. La parte inferior de la columna despropanizadora 2 se envía posteriormente a una columna de benceno 3, donde se recoge el benceno de cabeza. El fondo de benceno, a su vez, se envía a la columna de cumeno 4 donde se recupera un producto de cumeno como un producto de cabeza y el fondo de cumeno se envía a la columna DIPB 5 donde también se recupera el DIPB como un producto de cabeza y comprende la composición mencionada anteriormente.

35 Esta corriente de cabeza de DIPB se usa posteriormente en las siguientes pruebas y ejemplos.

En el diagrama de la Figura 2 los puntos de ebullición del aceite de lavado de cabeza de DIPB, un aceite de lavado comercial convencional y un tercer aceite de lavado interno se comparan con el punto de ebullición recomendado.

40 Como se puede ver en el diagrama, la corriente de cabeza de DIPB tiene un punto de ebullición inicial de 195 °C y un punto de ebullición final de 208 °C y cumple los requisitos de los puntos de ebullición recomendados para el aceite de lavado, que es para el punto de ebullición inicial y el punto de ebullición final 200 °C.

45 En el diagrama de la Figura 3 la eficiencia politrófica relativa del compresor se representa en función del tiempo, antes y después de añadir el aceite de lavado comercial. Como puede verse claramente, la eficiencia del compresor se deteriora rápidamente antes de la adición del aceite de lavado, pero se recupera rápidamente después de que se introduce aceite de lavado en el sistema.

50 En el diagrama de la Figura 4 se muestran datos experimentales que representan la solubilidad de las muestras de incrustación en el aceite de lavado de DIPB en comparación con el aceite de lavado interno y el aceite de lavado comercial.

55 Los experimentos de solubilidad se realizaron utilizando el siguiente procedimiento experimental. En una primera etapa, 10 ml de la solución de lavado de DIPB, aceite de lavado interno o aceite de lavado comercial se calientan en cada caso a una temperatura de aproximadamente 80 °C. Posteriormente, se añade 1 g del residuo de incrustación de un compresor en un lado de producción del aplicador a la solución de lavado de 10 ml, que se precalentó a 80 °C. La mezcla de solución de lavado y el residuo de incrustación se agita durante 20 minutos manteniendo una temperatura constante de 80 °C. Después de ese periodo de tiempo, la solución de lavado se filtra del sólido restante y el sólido restante se seca en un horno de vacío durante 20 min. El sólido restante y seco se pesa finalmente y el valor se compara con la cantidad inicial de aproximadamente 1 g. La diferencia de peso con respecto a la cantidad de partida del sólido se calcula como el sólido solubilizado en la solución de lavado.

65 Los resultados de las pruebas de solubilidad se resumen en el diagrama de la Figura 4. Las tres soluciones de lavado probadas muestran una buena eficiencia de solubilidad de la muestra de polímero de incrustación utilizada. La eficiencia de solubilidad del aceite de lavado de DIPB fue similar al 52,1 % del aceite de lavado interno utilizado

anteriormente y solo un poco menos que el aceite de lavado comercial, lo que lo convierte en una buena alternativa a los aceites de lavado disponibles en la actualidad.

El efecto del aceite de lavado sin y con aditivos en la eficiencia del compresor se muestra a modo de ejemplo en los diagramas de la Figuras 5A-D. El diagrama de la Fig. 5A representa la disminución bastante rápida de la eficiencia del compresor durante un periodo de 200 días sin la adición de ningún aceite de lavado o agente antiincrustante.

Cuando se añade solo un inhibidor de la polimerización (por ejemplo, 4-hidroxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-N-oxilo) como agente antiincrustante, la disminución de la eficiencia del compresor se reduce ligeramente (Fig. 5B).

Cuando se añade solo un aceite de lavado (en este caso, el aceite de lavado de DIPB que se inyecta de forma intermitente 3 horas por semana) sin aditivos adicionales ni agentes antiincrustantes, la reducción de la eficiencia del compresor durante un periodo de 200 días se redujo drásticamente (Fig. 5C) en comparación con los datos de la Fig. 5A.

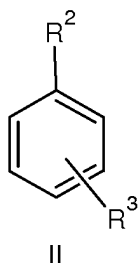
Se detectó un efecto aún mayor sobre la eficiencia del compresor cuando el aceite de lavado se combinó con un inhibidor de la polimerización (por ejemplo, 4-hidroxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-N-oxilo) en una proporción de 1/100 de inhibidor/aceite de lavado. Al añadir la mezcla de aceite de lavado/inhibidor (que se inyectó de forma intermitente 3 horas por semana) no se detectó una disminución de la eficiencia del compresor durante un periodo de 200 días (Fig. 5C).

En resumen, la combinación de aceite de lavado e inhibidor aumentó la eficiencia del compresor de una manera sinérgica que no era predecible para una persona experta en la técnica. El efecto sinérgico puede deberse a la interacción específica entre el aceite de lavado y el agente antiincrustante, como se ha explicado anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Aceite de lavado para su uso como agente antiincrustante en compresores de gas, en particular en compresores de gas craqueados, que comprende

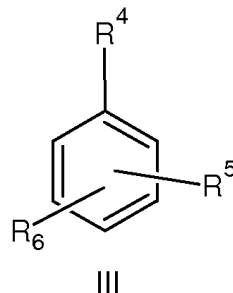
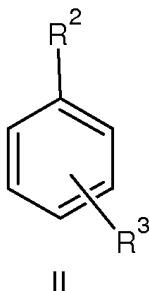
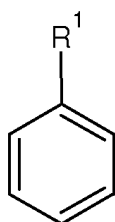
al menos un compuesto de acuerdo con las fórmulas (II)



en la que los restos R^2 y R^3 se seleccionan de un grupo que comprende alquilo C_1 - C_{20} lineal o ramificado, cicloalquilo C_3 - C_{10} y cicloalquilo C_3 - C_{10} sustituido con alquilo C_1 - C_{10} lineal o ramificado y arilo C_6 - C_{12} y arilo C_6 - C_{12} sustituido con alquilo C_1 - C_{10} y en donde dichos restos pueden estar interrumpidos por oxígeno o nitrógeno y en donde dichos restos pueden estar funcionalizados con grupos hidroxilo o grupos amino y en donde dichos restos pueden ser iguales o diferentes, y

al menos un aditivo seleccionado de un grupo que comprende un inhibidor de polimerización, un antioxidante, un desactivador de metales, un captador de metales, un inhibidor de corrosión y un aditivo de control de pH.

2. Aceite de lavado según la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende una mezcla de al menos dos, preferiblemente al menos tres compuestos de acuerdo con las fórmulas (I), (II) y (III)



en las que los restos R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 y R^6 se seleccionan de un grupo que comprende alquilo C_1 - C_{20} lineal o ramificado, cicloalquilo C_3 - C_{10} y cicloalquilo C_3 - C_{10} sustituido con alquilo C_1 - C_{10} lineal o ramificado y arilo C_6 - C_{12} y arilo C_6 - C_{12} sustituido con alquilo C_1 - C_{10} y en donde dichos restos pueden estar interrumpidos por oxígeno o nitrógeno y en donde dichos restos pueden estar funcionalizados con grupos hidroxilo o grupos amino y en donde dichos restos pueden ser iguales o diferentes.

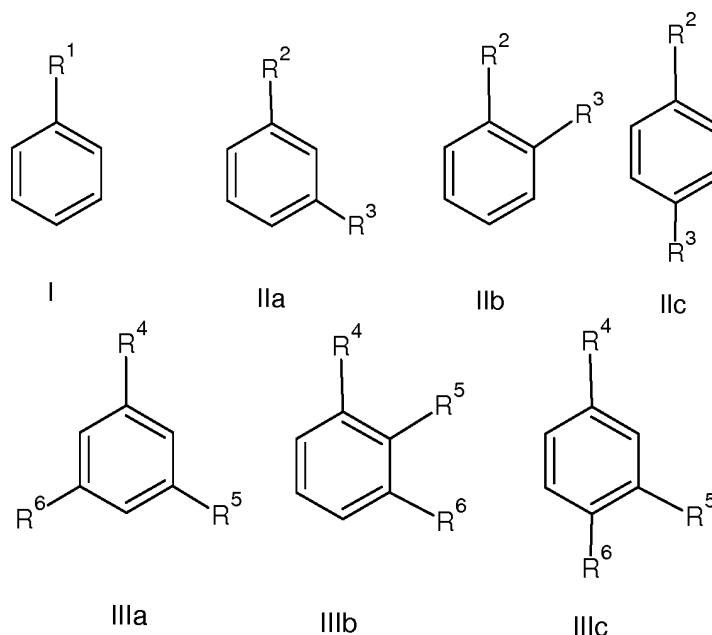
3. Aceite de lavado según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por**

- del 0 al 10 % en masa, preferiblemente del 1 al 7 % en masa, lo más preferiblemente del 2 al 5 % en masa de un benceno monosustituido de acuerdo con las fórmulas (I);

- del 60 al 100 % en masa, preferiblemente del 70 al 97 % en masa, más preferiblemente del 80 al 90 % en masa de un benceno disustituido de acuerdo con las fórmulas (II); y

- del 0 al 5 % en masa, preferiblemente del 1 al 3 % en masa, lo más preferiblemente del 1,5 al 2 % en masa de un benceno trisustituido de acuerdo con las fórmulas (III).

4. Aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la mezcla comprende al menos tres de los compuestos seleccionados de un grupo que comprende compuestos de acuerdo con las fórmulas (I), (IIa-b) y (IIIa-c)



5. Aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los restos R¹, R², R³, R⁴, R⁵ y R⁶ se seleccionan de un grupo que comprende alquilo C₁-C₁₂ y cicloalquilo C₃-C₇.
6. Aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los restos R¹, R², R³, R⁴, R⁵ y R⁶ se seleccionan de un grupo que comprende etilo, propilo, isopropilo, butilo o iso-butilo.
7. Aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la mezcla comprende isopropilbenceno (cumeno), al menos un isómero de diisopropilbenceno y al menos un isómero de triisopropilbenceno.
8. Aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la mezcla comprende un 94-96 % en masa de diisopropilbenceno (DIPB); un 2-4 % en masa de isopropilbenceno (cumeno), un 1-2 % en masa de triisopropilbenceno (TRIPB) y un 0,1-1,0 % en masa de hidrocarburos aromáticos más pesados.
9. Aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** un punto de ebullición a temperaturas de entre 150 °C y 300 °C, preferiblemente de entre 170 °C y 250 °C, lo más preferiblemente de entre 190 °C y 220 °C.
10. Aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la mezcla está libre de compuestos no aromáticos, en particular libres de compuestos no aromáticos tales como alcanos C₁-C₈, alquenos C₂-C₈ y/o alquinos C₃-C₈.
11. Aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se mezcla con otras mezclas de gases de pirólisis.
12. Aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la relación de al menos un compuesto según las fórmulas (II) o la mezcla de al menos dos, preferiblemente al menos tres compuestos según las fórmulas (I), (II) y (III) y al menos un aditivo seleccionado de un grupo que comprende un inhibidor de polimerización, un antioxidante, un desactivador de metales, un captador de metales, un inhibidor de la corrosión y un aditivo de control de pH se encuentra entre 1000/1 y 10/1, preferiblemente 500/1 y 50/1, lo más preferiblemente 100/1.
13. Aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el al menos un inhibidor de la polimerización se selecciona del grupo de compuestos aromáticos y heteroaromáticos, en particular compuestos de fenol y N-arilo.
14. Uso de un aceite de lavado según una de las reivindicaciones anteriores como agente antiincrustante en compresores de gas, en particular en compresores de gas craqueados.
15. Uso de un aceite de lavado según la reivindicación 14, **caracterizado por que** se inyecta de forma continua o de forma no continua en el compresor de gas, en particular con una velocidad de inyección continua del 0,05 al 0,25 por etapa como % en peso del gas procesado.

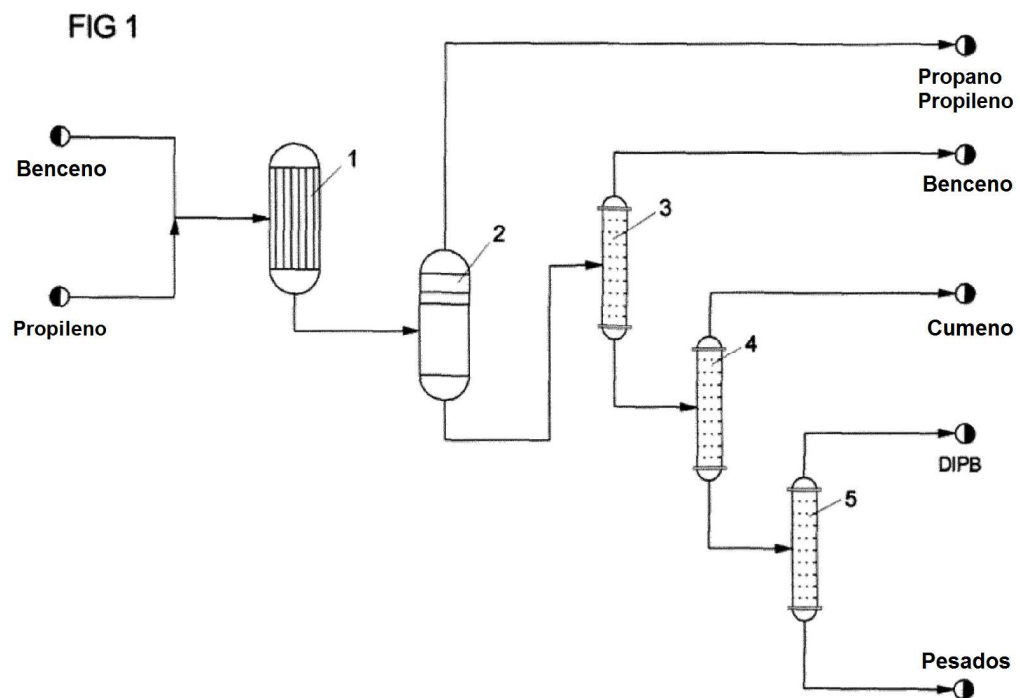


FIG 2

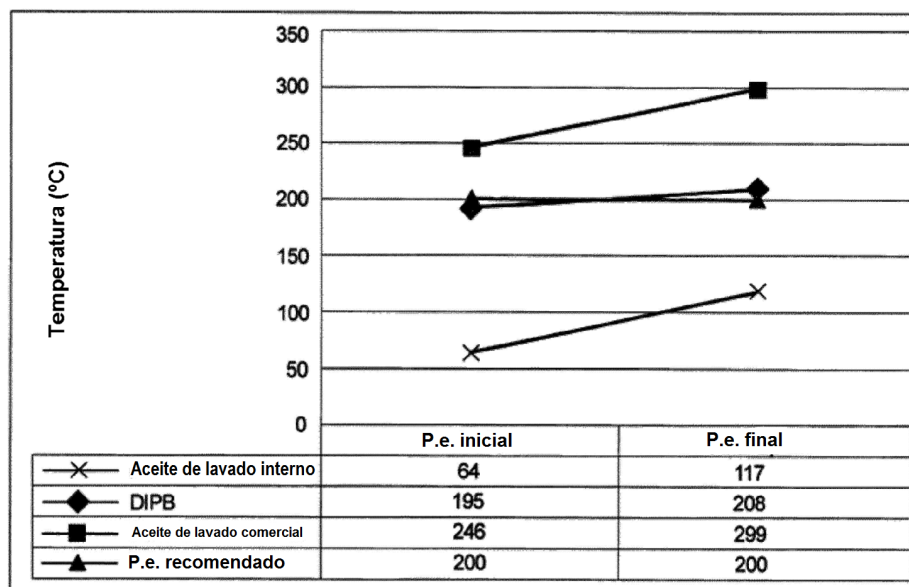


FIG3

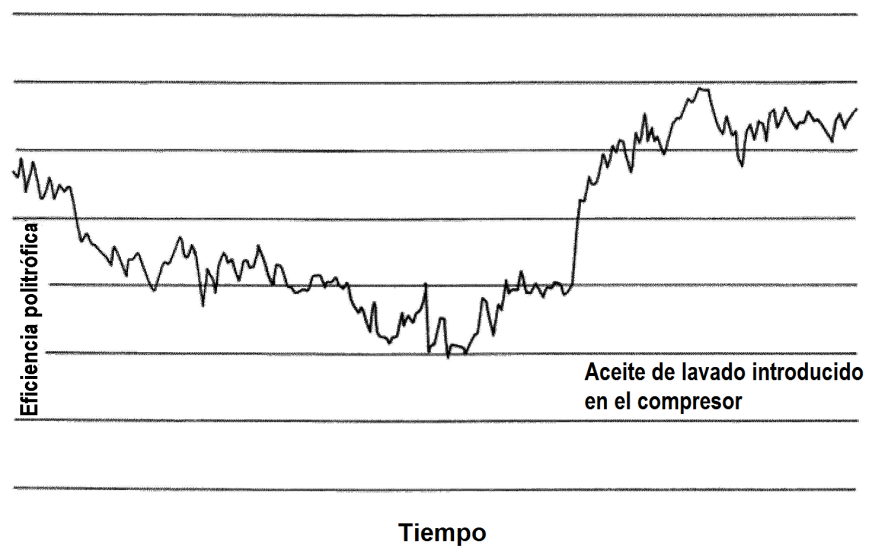


FIG 4

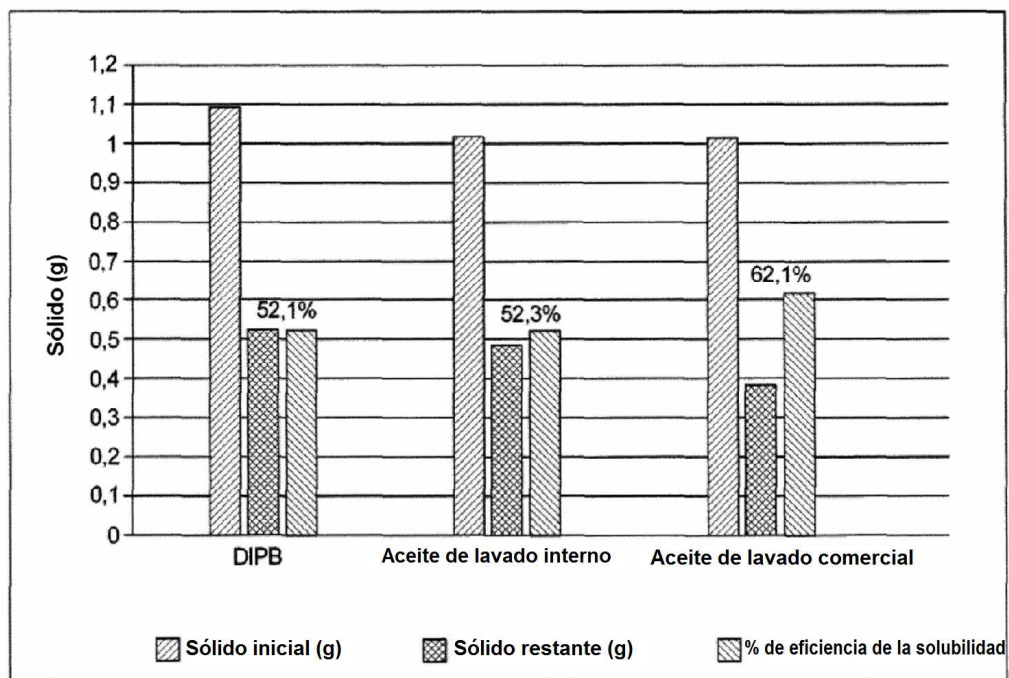


FIG 5A

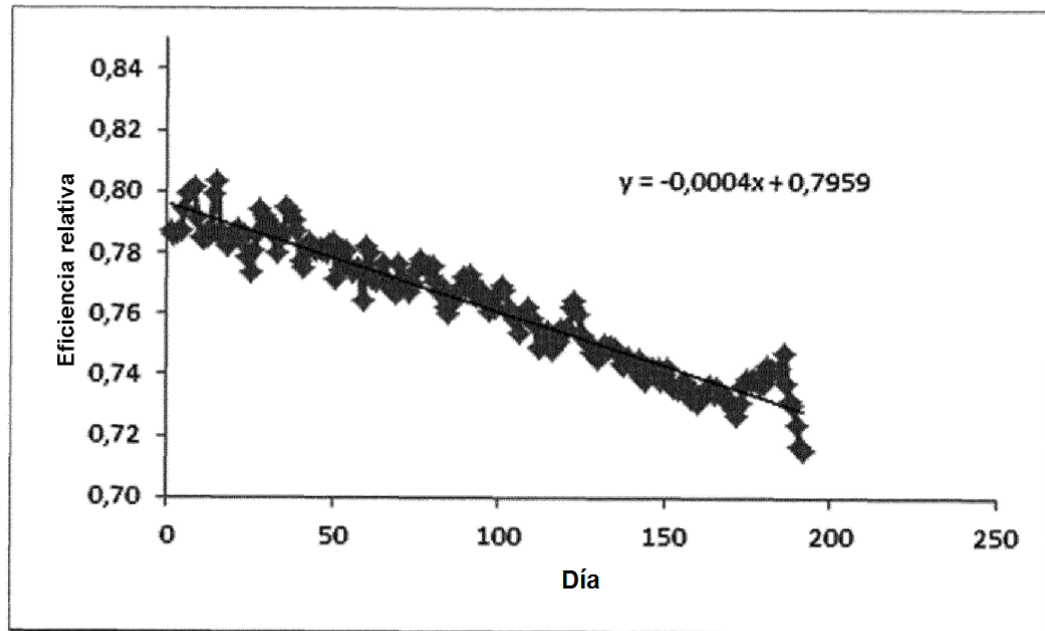


FIG 5B

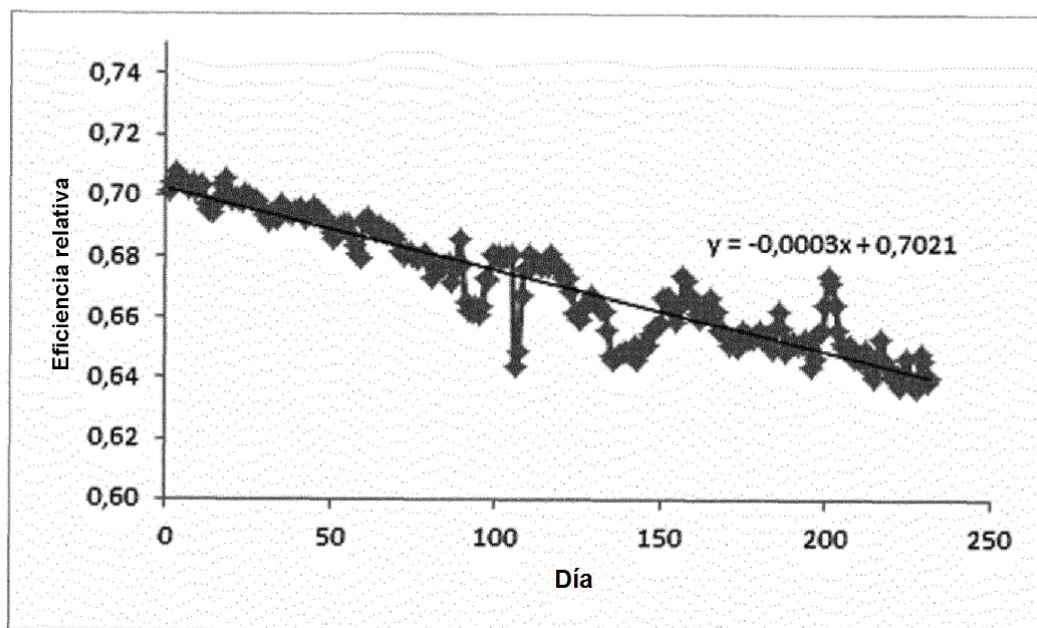


FIG 5C

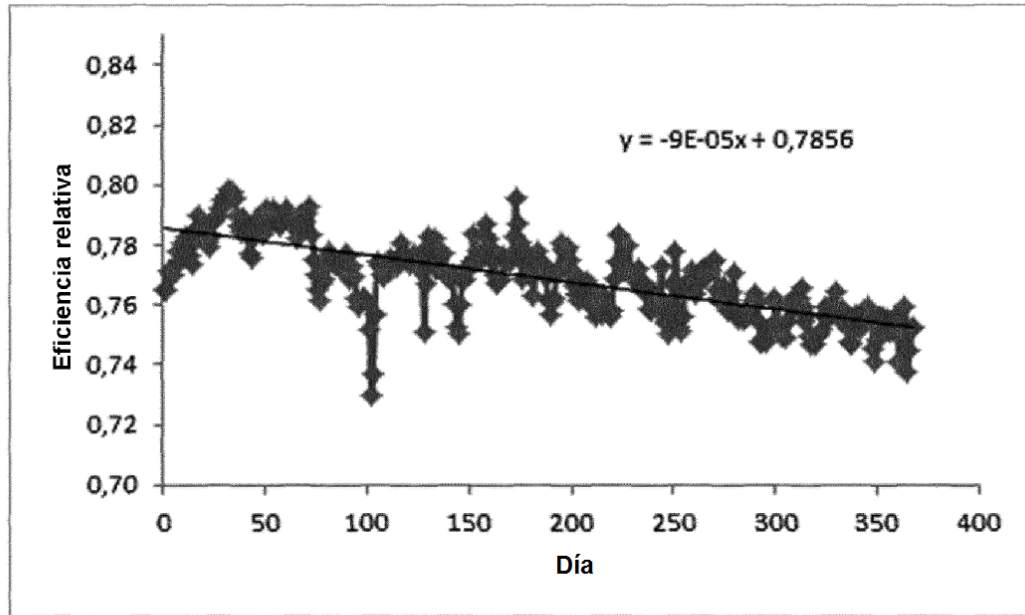


FIG 5D

