

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 436**

51 Int. Cl.:  
**C10M 175/00** (2006.01)  
**C10G 21/00** (2006.01)  
**C10G 21/20** (2006.01)  
**C10G 19/02** (2006.01)  
**C10G 19/08** (2006.01)  
**C10G 7/00** (2006.01)  
**C10G 7/04** (2006.01)  
**C10G 7/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00915813 .0**  
96 Fecha de presentación: **17.02.2000**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1210401**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.06.2002**

54 Título: **Método de eliminación de contaminantes de destilados de petróleo**

30 Prioridad:  
**10.03.1999 US 265903**  
**17.12.1999 US 465637**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.06.2012**

73 Titular/es:  
**MIAMI UNIVERSITY**  
**500 EAST HIGH STREET**  
**OXFORD OHIO 45056, US**

72 Inventor/es:  
**SHERMAN, Jeffrey H.;**  
**TAYLOR, Richard T.;**  
**HOFACKER, Amanda L.;**  
**HERSHBERGER, James W.;**  
**CONN, Garrett M. y**  
**GORMAN, William A.**

74 Agente/Representante:  
**Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 383 436 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).

**DESCRIPCION**

Método de eliminación de contaminantes de destilados de petróleo

5 **Descripción****Campo técnico**

10 Esta invención se refiere de manera general a la eliminación de contaminantes de aceite usado, y más particularmente a un método de eliminación de compuestos ácidos, el color e hidrocarburos aromáticos polinucleares, y de eliminación o conversión de heteroátomos de destilados de petróleo, particularmente destilados de aceite de motor usado.

15 **Antecedentes y sumario de la invención**

Es un hecho reconocido desde hace mucho tiempo que los aceites de motor usados pueden reciclarse mediante la eliminación de los contaminantes que se acumulan en el mismo durante el funcionamiento de los vehículos de motor en los que se utilizan los aceites de motor. Recientemente, la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (*"American Society for Testing and Materials"* (ASTM)) ha promulgado su designación: D 6074-99 en la que el comité D-2 de la ASTM sobre productos de petróleo y lubricantes ha promulgado normas para aceites básicos re-refinados. Se incluyen en la designación: D 6074-99 numerosos atributos de aceites básicos, incluyendo atributos que se refieren a propiedades físicas, propiedades de composición, propiedades químicas y propiedades toxicológicas.

25 Antes de la 2ª Guerra Mundial, el aceite de motor usado volvía a refinarse usando un procedimiento que implicaba la adición de ácido sulfúrico para separar los contaminantes de los componentes de hidrocarburo útiles del aceite de motor usado. Ya no se utiliza el método de re-refinamiento del tipo que implica la adición de ácido sulfúrico a aceite de motor usado porque genera grandes cantidades de lodo ácido altamente tóxico que no puede desecharse de manera económica.

30 Además, tales técnicas de re-refinamiento no cumplen con los requisitos de la designación: D 6074-99 de la ASTM.

Más recientemente, los aceites de motor usado se han vuelto a refinar utilizando un procedimiento conocido como hidrot ratamiento. Según el procedimiento de hidrot ratamiento, los aceites de motor usado se tratan con hidrógeno a alta temperatura y presión.

35 El hidrot ratamiento tiene éxito en la saturación de olefinas y compuestos aromáticos en aceites de motor usados y puede usarse también en la eliminación de heteroátomos de los mismos. Sin embargo, el procedimiento de hidrot ratamiento es caro hasta el punto de no poder funcionar de manera rentable.

40 La patente estadounidense n.º 5.814.207 da a conocer un método y aparato de re-refinamiento de aceite de motor usado en el que hasta cuatro evaporadores se conectan entre sí en serie. Por tanto, se entenderá que el aparato de la patente 207 es caro de instalar y usar. De manera más importante, el método de re-refinamiento de aceite de motor de la patente 207 no puede cumplir los requisitos de la designación: D 6074-99 de la ASTM porque no puede eliminar heteroátomos y porque no puede cumplir los requisitos toxicológicos de la designación.

45 La patente estadounidense n.º 6.007.701 presentada el 16 de febrero de 1999, y cedida al cesionario del presente documento da a conocer un procedimiento de re-refinamiento en el que aceite de motor usado se trata con una base orgánica o inorgánica en presencia de un catalizador de transferencia de fase. El procedimiento tiene éxito en la eliminación de compuestos ácidos y el color y en la eliminación o sustitución de heteroátomos de destilados de aceite de motor usado. La patente estadounidense n.º 6.320.090 presentada el 24 de marzo de 1999, y también cedida al cesionario del presente documento da a conocer un método de re-refinamiento en el que el aceite de motor usado se pone en contacto con un disolvente orgánico altamente polar tal como N,N-dimetilformamida. El procedimiento tiene éxito en la eliminación de hidrocarburos aromáticos polinucleares, sustancias que contienen azufre, sustancias que contienen nitrógeno y otros contaminantes de aceite de motor usado y destilados.

55 La patente estadounidense n.º 4.021.333 da a conocer un procedimiento para re-refinar de aceite usado mediante la destilación del aceite usado para eliminar una cabeza de destilado volátil seguida por una fracción de viscosidad lubricante. La fracción de viscosidad lubricante se extrae con un extractante líquido inmiscible para eliminar las impurezas. La fracción de viscosidad lubricante se calienta con una disolución acuosa de un material fuertemente alcalino para concentrar constituyentes metálicos (tales como aditivos que contienen metales) en un lodo sólido.

60 La patente estadounidense n.º 4.071.438 da a conocer un método para recuperar o re-refinar aceites de desecho tales como los derivados de cárteres de motores diésel o de gasolina e incluye las etapas de deshidratar y fraccionar el aceite de desecho para eliminar agua y extremos ligeros, destilar a vacío para proporcionar diversos grados de aceite y tratar el disolvente con un disolvente tal como nitrobenceno para eliminar sustancialmente todas las impurezas no deseadas del aceite.

La patente estadounidense 4.431.524 da a conocer un método para re-refinar aceite industrial usado mediante: (i) puesta en contacto de dicho aceite con una disolución acuosa de la sal básica de un metal alcalino para precipitar los contaminantes metálicos, compuestos polares o materiales particulados de dicho aceite y para neutralizar al ácido que pueda estar presente en dicho aceite; (ii) separación del agua y los contaminantes sólidos de dicho aceite; (iii) separación de los materiales particulados finos y el agua suspendida restante de dicho aceite; (iv) secado a vacío de dicho aceite a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 250°F a aproximadamente 400°F y una presión en el intervalo de aproximadamente 2 a aproximadamente 50 torr para eliminar el agua disuelta y los hidrocarburos ligeros de dicho aceite; (v) puesta en contacto de dicho aceite con (A) desde aproximadamente el 0,1% hasta aproximadamente el 3% en peso basándose en el peso de dicho aceite de un ácido mineral polifuncional o el anhídrido de dicho ácido y (B) desde aproximadamente el 0,1% hasta aproximadamente el 5% en peso basándose en el peso de dicho aceite de un compuesto de polihidroxi, con la condición de que el componente (B) está en exceso con respecto al componente (A), hasta que sustancialmente todos los contaminantes metálicos en dicho aceite han reaccionado con el componente (A) o (B) para formar productos de reacción; (vi) separación de los productos de reacción formados en la etapa (v) y cualquier componente sin reaccionar (A) o (B) de dicho aceite; (vii) hidrotreamiento; y (viii) retirada de dicho aceite para eliminar hidrocarburos ligeros.

La patente francesa n.º 2 757 175 A1 da a conocer un método para regenerar aceite de desecho lubricante que tiene un bajo contenido en combustible, ácidos grasos y productos clóricos. La patente 175 da a conocer la adición de bases fuertes en disolución acuosa al aceite de desecho lubricante, la deshidratación y extracción de hidrocarburos ligeros, una adición complementaria de una base fuerte en disolución acuosa, la extracción y recuperación del aceite gaseoso (retirada), y la extracción de impurezas. La patente 175 da a conocer adicionalmente la destilación del aceite de desecho lubricante tratado para eliminar impurezas.

La presente invención comprende un procedimiento para re-refinar aceites de motor usados en el que se hacen funcionar en serie el procedimiento de la patente n.º 6.007.701 y el procedimiento de la patente n.º 6.320.090. El procedimiento de la invención es único porque es el único procedimiento conocido que de manera segura y económica cumple todos los requisitos de la designación: D 6074-99 de la ASTM.

### 30 **Breve descripción de las figuras**

Puede tenerse una comprensión más completa de la invención mediante referencia a la siguiente descripción detallada cuando se toma en conjunto con los dibujos adjuntos en los que:

35 la figura 1A es la primera parte de una ilustración esquemática de un método de eliminación de contaminantes de destilados de petróleo que comprenden la realización preferida de la invención;

la figura 1B es una continuación de la figura 1A;

40 la figura 2 es la primera parte de una ilustración esquemática de un método de eliminación de contaminantes de destilados de petróleo que comprende una variación de la realización preferida; y

la figura 2B es una continuación de la figura 2A.

### 45 **Descripción detallada**

La presente invención se refiere a un método para purificar aceite de motor usado, que comprende:

50 a) mezclar el aceite de motor usado con un catalizador de transferencia de fase en presencia de un compuesto básico, en el que el catalizador de transferencia de fase comprende un glicol;

b) calentar la composición;

55 c) destilar la mezcla resultante;

d) mezclar el aceite de motor usado con un disolvente para disolver contaminantes del destilado de petróleo en el disolvente; separar el disolvente del aceite de motor usado;

60 e) posteriormente separar los contaminantes del disolvente y recuperar el disolvente;

f) recuperar cualquier disolvente restante del destilado de petróleo; y

g) reutilizar el disolvente recuperado para extraer contaminantes de cantidades posteriores de destilado de petróleo.

65 El procedimiento de la presente invención elimina compuestos ácidos y el color del aceite de motor usado y otros destilados de petróleo. Adicionalmente, el método elimina o sustituye hidrocarburos que contienen heteroátomos,

concretamente cloro, boro, fósforo, azufre y nitrógeno del aceite de motor usado. En la eliminación de esas clases de compuestos y para neutralizar ácidos orgánicos, el método utiliza bases orgánicas o inorgánicas.

5 En una realización preferida, el compuesto básico inorgánico es una solución acuosa al 50% de hidróxido de sodio o hidróxido de potasio.

Adicionalmente, el procedimiento puede eliminar hidrocarburos aromáticos polinucleares de aceite de motor usado. El procedimiento hace uso de una clase de catalizadores conocidos como catalizadores de transferencia de fase, que se emplean en el procedimiento para facilitar la transferencia de bases orgánicas o inorgánicas al sustrato en el  
10 aceite usado.

Los ejemplos de catalizadores de transferencia de fase que pueden utilizarse en el procedimiento incluyen: sales de amonio cuaternario, poliol éteres, glicoles y éteres corona.

15 En una realización preferida, una mezcla del aceite de motor usado y el catalizador de transferencia de fase comprende del 1% al 10% en peso del catalizador de transferencia de fase.

A través de o bien el catalizador básico o bien las reacciones de neutralización, los componentes no deseados del aceite destilado se convierten lo más a menudo en formas que se eliminan fácilmente del aceite usado a través de  
20 destilación. Los componentes que no se eliminan del destilado se transponen a formas que pueden permanecer en el destilado sin ningún efecto adverso sobre la calidad del aceite.

De manera preferida, el calentamiento según la etapa b) es hasta una temperatura de entre 275°C y 350°C y la presión en la etapa c) para destilar la mezcla resultante es de desde 19,95 hasta 39,9 kPa (de 150 Torr a 300 Torr).  
25

La invención puede funcionar en o bien un modo discontinuo o bien un modo de flujo continuo. Cuando se funciona en el modo discontinuo, el aceite usado se pone en contacto con un catalizador de transferencia de fase y una base. Se aplica calor y la mezcla se agita vigorosamente. Después del tiempo de reacción apropiado, la base y el catalizador se eliminan por lavado del aceite usado con agua, después de lo cual el aceite restante se destila. Para  
30 lograr mejores resultados en el procedimiento discontinuo, el aceite usado inicial debe ser aceite altamente volátil prepurificado por medio de destilación de alta volatilidad.

Cuando el procedimiento funciona en el modo de flujo continuo, el aceite, la base y el catalizador se calientan y se mezclan en el orden apropiado, pasando a través de intercambiadores de calor, mezcladores en línea y tanques según se requiera para tratar eficazmente el aceite.  
35

La mezcla se hace pasar entonces directamente al aparato de destilación, donde se produce un mezclado adicional y el catalizador y el aceite resultante se recuperan como corrientes separadas. El catalizador se recupera en una forma altamente purificada y puede reutilizarse.  
40

Aunque pueden usarse otros catalizadores de transferencia de fase en el procedimiento, se prefiere el uso de etilenglicol porque, cuando se usa etilenglicol, la fuente del catalizador pueden ser refrigerantes de motor a base de glicol usados. Por tanto, el catalizador puede adquirirse en forma sin procesar con poco, si acaso algún, gasto.

45 Tras la eliminación del catalizador y la destilación de las fracciones de aceite lubricante, el aceite destilado se dirige a un aparato de extracción líquido/líquido. El destilado y un disolvente, preferiblemente un disolvente orgánico polar superior tal como N,N-dimetilformamida, se someten a flujo en contracorriente a través del aparato de extracción, mediante lo cual el disolvente elimina contaminantes del destilado. Los tipos de dispositivos de extracción típicos incluyen combinaciones de mezclador/decantador, columnas sin agitación y columnas con agitación. La siguiente  
50 discusión supone el uso de una columna Karr, que es un diseño de columna con agitación.

Un procedimiento para eliminar contaminantes de aceite 10 de motor usado que comprende un procedimiento de flujo continuo se muestra en las figuras 1A y 1B. En el procedimiento 10, el aceite usado de una fuente 12 se hace pasar a través de una bomba 14 de alimentación de aceite usado a un calentador 16. Al mismo tiempo, una disolución acuosa de una base, por ejemplo, una disolución acuosa al 50% de hidróxido de sodio o potasio, se dirige desde una fuente 18 a través de una bomba 20 de alimentación de base y al aceite usado tras pasar a través y calentarse hasta de 70 a 125°C mediante el calentador 16. La cantidad de base añadida al aceite usado es tal que la concentración de la base en el aceite, en una base de peso seco, es de entre el 0,5 y el 5 por ciento en peso. El  
55 aceite usado y la base pasan a través de un mezclador 22 en línea y un calentador 24, que calienta la mezcla hasta de 110 a 160°C. La mezcla de aceite usado pasa entonces a un tambor 26 de evaporación de agua donde el agua y una pequeña cantidad de nafta se eliminan a través de la salida 28 de evaporación. El tambor de evaporación de agua funciona de la mejor manera a presiones positivas bajas, por ejemplo, de 0,8 a 1,1 barg., permitiendo así una mayor temperatura de alimentación para promover las reacciones. Sin embargo, en principio, el tambor de evaporación podría funcionar a vacío. La mezcla de aceite usado deshidratado resultante se retira entonces del  
60 tambor 26 de evaporación de agua a través de una salida 30 de aceite de evaporación.  
65

Se hace pasar un catalizador de transferencia de fase a partir de una fuente 32 a través de una bomba 34 de alimentación de catalizador y a la mezcla de aceite usado deshidratado. La cantidad del catalizador de transferencia de fase que se añade al aceite usado es tal que la concentración del catalizador en la mezcla resultante oscila entre el 1 y el 10 por ciento en peso del aceite usado. La bomba 14 de alimentación de aceite usado, la bomba 20 de alimentación cáustica y la bomba 34 de alimentación de catalizador están ajustadas cada una a velocidades de flujo que proporcionan las cantidades deseadas de cada material. La mezcla de aceite usado pasa a través un mezclador 36 en línea y un calentador 38, donde se calienta hasta entre aproximadamente 275 y 350°C, se combina con las corrientes residuales recirculadas de la bomba 46 de recirculación, pasa a través del mezclador 47 en línea, se calienta en el calentador 48 y se dirige al evaporador 40 de fase I. No se recomienda calentar la mezcla más allá de 350°C ya que temperaturas superiores a 350°C pueden dar como resultado un excesivo fraccionamiento de las moléculas de aceite usado.

El evaporador de fase I funciona normalmente a vacío, con presiones que oscilan entre aproximadamente 19,95 y 39,5 kPa (de 150 a 300 milímetros de mercurio). El catalizador y los hidrocarburos ligeros se eliminan a través de la salida 42 de catalizador de evaporación y el aceite se elimina a través de la salida 44 de aceite. Parte del aceite pasa a través de la bomba 46 de recirculación y de nuevo a la mezcla de aceite usado deshidratado después del mezclador 36 en línea, pero antes del calentador 48.

El resto del aceite pasa a través de la bomba 49 de alimentación de fase II y un calentador 50, donde se calienta hasta desde aproximadamente 300 hasta 350°C, y a un evaporador 52 de fase II. El evaporador de fase II funciona a vacío con presiones que oscilan entre 66,5 y 665 Pa (de 0,5 a 5 milímetros de mercurio). El evaporador de fase II puede funcionar a temperaturas inferiores, pero esto daría como resultado un rendimiento inferior del producto de aceite básico más pesado. El evaporador de fase II separa el aceite en tres fracciones, cuyas viscosidades dependen de la alimentación de aceite usado. La tabla a continuación enumera productos de una alimentación de aceite usado típica:

| Fracción                | Color | Cloro   | Viscosidad a 40°C  |
|-------------------------|-------|---------|--------------------|
| Aceite básico ligero    | < 0,5 | < 5 ppm | (100 SUS) 20,4 cst |
| Aceite básico medio     | < 1,0 | < 5 ppm | (150 SUS) 31,8 cst |
| Aceite básico pesado    | < 1,5 | < 5 ppm | (300 SUS) 64,5 cst |
| Residuos de destilación | n/a   | n/a     | n/a                |

El aceite básico ligero se recupera a través de la salida 54, el aceite básico medio a través de la salida 56, el aceite básico pesado a través de la salida 8 y los residuos de destilación a través de la salida 60.

Los residuos de destilación que resultan de la combinación simultánea del tratamiento catalizado con base con destilación producen propiedades importantes cuando se combinan con asfalto. En general, los residuos de destilación comprenden un modificador de asfalto de gran valor, que puede extender el intervalo de temperatura útil de la mayoría de los asfaltos de destilación directa.

Específicamente, los residuos de destilación confieren características de baja temperatura favorables al asfalto, mientras que mantienen las propiedades de alta temperatura del asfalto.

Parte de los residuos de destilación se dirigen a través de una bomba 62 y se recirculan a través de una tubería 53 y el calentador 50 al evaporador de fase II. El aceite básico ligero, el aceite básico medio y el aceite básico pesado fluyen cada uno hacia un tanque colector. Cada uno de estos aceites básicos se alimenta a la sección de extracción secuencialmente en funcionamiento bloqueado, es decir, se procesa un tanque de aceites básicos ligeros. luego un tanque de aceite básico medio, luego un tanque de aceite básico pesado, luego se repite el ciclo.

En referencia a la figura 1B, el aceite se dirige a través de un tanque 68 y una bomba 70 y un intercambiador de calor 72 hacia la parte inferior de un aparato 74 de extracción, tal como una columna Karr. Simultáneamente, se dirige un disolvente desde una fuente 76 a través de una bomba 78 y a través de un intercambiador de calor 80 que aumenta la temperatura del disolvente hacia la parte superior de la columna 74 Karr. El disolvente que se utiliza en la práctica de la invención comprende preferiblemente un disolvente orgánico altamente polar, tal como N,N-dimetilformamida (DMF).

También pueden usarse otros disolventes de la clase de acetonitrilo en la práctica de la invención. La polaridad del disolvente puede ajustarse mediante la adición de agua y/u otros materiales dependiendo de los requisitos de aplicaciones particulares de la invención.

La columna 74 Karr comprende un tanque 82 que tiene una varilla 84 dispuesta verticalmente en el mismo. Una pluralidad de estantes 86 están sujetos a la varilla 84 para producir un movimiento de vaivén vertical mediante la

misma. La varilla 84 se extiende hasta un accionador 88 que funciona para producir el movimiento de vaivén de la varilla 84 y los estantes 86 verticalmente a una velocidad predeterminada.

5 Cada uno de los estantes 86 tiene una pluralidad de orificios formados a través de los mismos. Debido a que el disolvente de la fuente 76 es relativamente más denso, tiende a moverse hacia abajo en el tanque 82 en relación con el movimiento hacia arriba del petróleo en movimiento.

10 A la inversa, debido a que el destilado de petróleo es relativamente menos denso, tiende a moverse hacia arriba en el tanque 82 en relación con el disolvente. El movimiento de vaivén vertical de los estantes 86 y el hecho de que los estantes 86 tengan orificios a través de los mismos aumentan sustancialmente el área superficial entre el petróleo que se mueve hacia arriba y el disolvente que se mueve hacia abajo.

15 De este modo, el disolvente funciona extrayendo los contaminantes que están presentes en el destilado de petróleo del mismo, y llevando los contaminantes extraídos hacia arriba fuera del tanque 82.

El disolvente que tiene los contaminantes del destilado de petróleo disueltos en el mismo se recupera del tanque 82 a través de la salida 89 y se dirige a un tanque 90 de compensación.

20 Desde el tanque 90 de compensación la disolución de disolvente/contaminantes se dirige a través de una bomba 92 y a través de un intercambiador de calor 94 que aumenta la temperatura de la disolución hacia un evaporador 96 de flujo descendente.

25 El evaporador 96 de flujo descendente se calienta mediante un medio de calentamiento, por ejemplo vapor o aceite térmico, que se recibe a través de una entrada 98 y se recupera a través de una salida 100. El evaporador 96 de flujo descendente funciona evaporando el disolvente, separando de ese modo el disolvente de los contaminantes disueltos en el mismo. Los contaminantes se recuperan del evaporador 96 de flujo descendente a través de una salida 102. Los contaminantes fluyen a través del tanque 104 de compensación hacia una bomba 106 que dirige los contaminantes hacia aparatos de utilización apropiados. Por ejemplo, los contaminantes, pueden dirigirse a un tanque de almacenamiento de asfalto o combinarse con el combustible de la planta y quemarse.

30 El disolvente se recupera del evaporador 96 de flujo descendente a través de una salida 110 y se dirige a los intercambiadores de calor 112 y 118 que eliminan calor del disolvente. El disolvente del intercambiador 118 se dirige a través de una salida 114 hacia un tanque 116 de compensación. El disolvente que queda en la fase de vapor se dirige hacia un respiradero 122. El disolvente del tanque 116 de compensación se dirige a través de una salida 124 hacia una bomba 126 que devuelve el disolvente a la fuente 76.

40 El destilado de petróleo del que se han eliminado los contaminantes se recupera del tanque 82 a través de una salida 130 y se dirige hacia un tanque 132 de compensación. Desde el tanque 132 de compensación, el destilado de petróleo se dirige a través de una bomba 134 y a través de un intercambiador de calor 136 que añade calor al destilado de petróleo hacia un evaporador 140 de flujo descendente. El evaporador 140 de flujo descendente se acciona mediante vapor que se recibe a través de una entrada 142 y se recupera a través de una salida 144.

45 El evaporador 140 de flujo descendente funciona eliminando cualquier resto de disolvente del destilado de petróleo. El disolvente se recupera del evaporador 140 de flujo descendente a través de una salida 146 y se dirige a los intercambiadores de calor 148 y 152 que eliminan calor del disolvente. El disolvente recuperado del intercambiador de calor 152 se dirige a un tanque 150 de compensación. Cualquier resto de disolvente en la fase vapor se dirige hacia un respiradero 154. El disolvente líquido del tanque 150 de compensación se dirige hacia una bomba 156 que devuelve el disolvente a la fuente 76 a través del tanque 116 y la bomba 126.

50 El destilado de petróleo del que se han eliminado sustancialmente todos los hidrocarburos aromáticos polinucleares, las sustancias que contienen nitrógeno y azufre y otros contaminantes se recupera del evaporador 140 de flujo descendente a través de una salida 160. El destilado de petróleo pasa a través de un tanque 162 de compensación y desde el tanque 162 de compensación hacia una bomba 164 que dirige el destilado de petróleo hacia instalaciones de almacenamiento y/o aparato de procesamiento adicional.

55 Refiriéndose particularmente a la figura 1A, el agua, cualquier glicol contenido en la alimentación de aceite usado y los hidrocarburos ligeros del tambor 26 de evaporación se dirigen a través de la salida 28 hacia un condensador 170, y desde el condensador 170 hacia un separador 172 líquido/líquido. El catalizador y los hidrocarburos ligeros del evaporador de fase I se dirigen a través de la salida 42 de vapor y a través de un condensador 174 hacia un separador 176 líquido/líquido. El líquido menos denso del separador 176 se dirige a través de una bomba 178 y se recupera en una salida 180. El líquido más pesado del separador 176 se dirige a través de la bomba 182 hacia el separador 172.

65 Los vapores y gases del separador 172 se ventilan en una salida 184. El líquido menos denso del separador 172 se dirige a través de una bomba 186 y se recupera en la salida 180. El líquido más denso del separador 172 se dirige a través de una bomba 188 hacia un calentador 190 donde el líquido pesado recupera calor del catalizador seco que

sale de la parte inferior de la torre 194 de destilación. El catalizador seco enfriado del calentador 190 comprende catalizador seco que se devuelve a la fuente 32 a través de una tubería 192. El líquido pesado calentado del calentador 190 se dirige a través de una torre 194 de destilación.

5 La torre 194 de destilación separa la alimentación en fracciones de bajo y alto punto de ebullición. La fracción de bajo punto de ebullición se dirige a través de una salida 196 hacia un condensador 198, y desde el condensador 198 hacia un receptor 200. Los gases se ventilan desde el receptor 200 a través de la salida 202. El líquido del receptor 200 se dirige hacia una bomba 204. Parte de la producción de la bomba 204 se devuelve a la torre de destilación 194.

10 El resto de la producción de la bomba 204 se dirige hacia un coalescedor 206. El líquido ligero del coalescedor 206 se dirige hacia el separador 172 a través una tubería 208. El agua de desecho se recupera del coalescedor 206 a través de una salida 210.

15 La fracción pesada de la torre 194 de destilación se dirige hacia una bomba 212. Parte de la producción de la bomba 212 se dirige hacia el calentador 190. El resto de la producción de la bomba 212 se dirige a través de un calentador 214 y se devuelve a la torre 194 de destilación.

20 Las figuras 2A y 2B ilustran un sistema 220 para eliminar hidrocarburos aromáticos polinucleares y otros contaminantes del destilado de petróleo que comprende una segunda realización de la invención. El sistema 220 incluye numerosas partes componentes que son sustancialmente idénticas en construcción y función a las partes componentes del sistema 10 ilustrado en las figuras 1A y 1B y descritas anteriormente en el presente documento en relación con el mismo. Tales partes componente idénticas se designan en las figuras 2A y 2B con los mismos números de referencia utilizados anteriormente en la descripción del sistema 10, pero se diferencian de las mismas por medio de una designación de prima (').

25 El sistema 220 de las figuras 2A y 2B difiere del sistema 10 de la figura 1 en que el sistema 220 se utiliza en aquellos casos en los que el disolvente es más ligero, es decir, menos denso que el destilado de petróleo. En tales casos, el disolvente se dirige hacia la parte inferior del tanque 82' y se recupera de la parte superior del mismo tras extraer los hidrocarburos aromáticos polinucleares del destilado de petróleo. A la inversa, el destilado de petróleo se dirige hacia la parte superior del tanque 82 y se recupera de la parte inferior del mismo tras la eliminación de los hidrocarburos aromáticos polifuncionales y otros contaminantes del destilado de petróleo mediante la acción del disolvente.

35 Por lo demás, el funcionamiento del sistema 300 de las figuras 2A y 2B es prácticamente idéntico al funcionamiento del sistema 10 de las figuras 1A y 1B.

40 La presente es altamente satisfactoria en la mejora de la calidad de los destilados de aceite usado. Por tanto, en la práctica de la invención, la concentración de hidrocarburos aromáticos polinucleares en destilados de aceite usado se reduce desde aproximadamente 200 ppm hasta aproximadamente 1 ppm o incluso concentraciones inferiores dependiendo de los requisitos de aplicaciones particulares de la invención. El uso del método de la invención también es satisfactorio en la reducción del color de destilados de aceite usado a un nivel comparable con el de destilados de aceite usado que se han hidrotratado.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para purificar aceite de motor usado, que comprende:
  - 5 a) mezclar el aceite de motor usado con un catalizador de transferencia de fase en presencia de un compuesto básico, en el que el catalizador de transferencia de fase comprende un glicol;
  - b) calentar la composición;
  - 10 c) destilar la mezcla resultante;
  - d) mezclar el aceite de motor usado con un disolvente para disolver contaminantes del destilado de petróleo en el disolvente; separar el disolvente del aceite de motor usado;
  - 15 e) posteriormente separar los contaminantes del disolvente y recuperar el disolvente;
  - f) recuperar cualquier disolvente restante del destilado de petróleo; y
  - 20 g) reutilizar el disolvente recuperado para extraer contaminantes de las cantidades posteriores del destilado de petróleo.
2. Método según la reivindicación 1, en el que el catalizador de transferencia de fase comprende etilenglicol.
3. Método según la reivindicación 1, en el que el compuesto básico es un compuesto básico orgánico o  
25 inorgánico.
4. Método según la reivindicación 3, en la que el compuesto básico inorgánico se selecciona del grupo que consiste en una disolución acuosa al 50% de hidróxido de sodio o hidróxido de potasio.
- 30 5. Método según reivindicación 1, en la que una mezcla de aceite de motor usado y catalizador de transferencia de fase comprende del 1% al 10% en peso del catalizador de transferencia de fase.
6. Método según la reivindicación 1, en el que la etapa d) comprende extracción líquido/líquido.
- 35 7. Método según la reivindicación 1, en el que la etapa d) comprende someter a flujo en contracorriente el disolvente con el aceite de motor usado con un aparato de extracción.
8. Método según la reivindicación 7, en el que el aparato de extracción comprende una combinación de mezclador/decantador, una columna sin agitación, una columna con agitación y una columna Karr.
- 40 9. Método según la reivindicación 1, en el que el disolvente comprende N,N-dimetilformamida.
10. Método según la reivindicación 1, en el que el disolvente es un compuesto orgánico polar.
- 45 11. Método según la reivindicación 1, en el que el calentamiento según la etapa b) es hasta una temperatura de entre 275°C y 350°C y la presión en la etapa c) para destilar la mezcla resultante es de desde 19,95 hasta 39,9 kPa (de 150 Torr a 300 Torr).

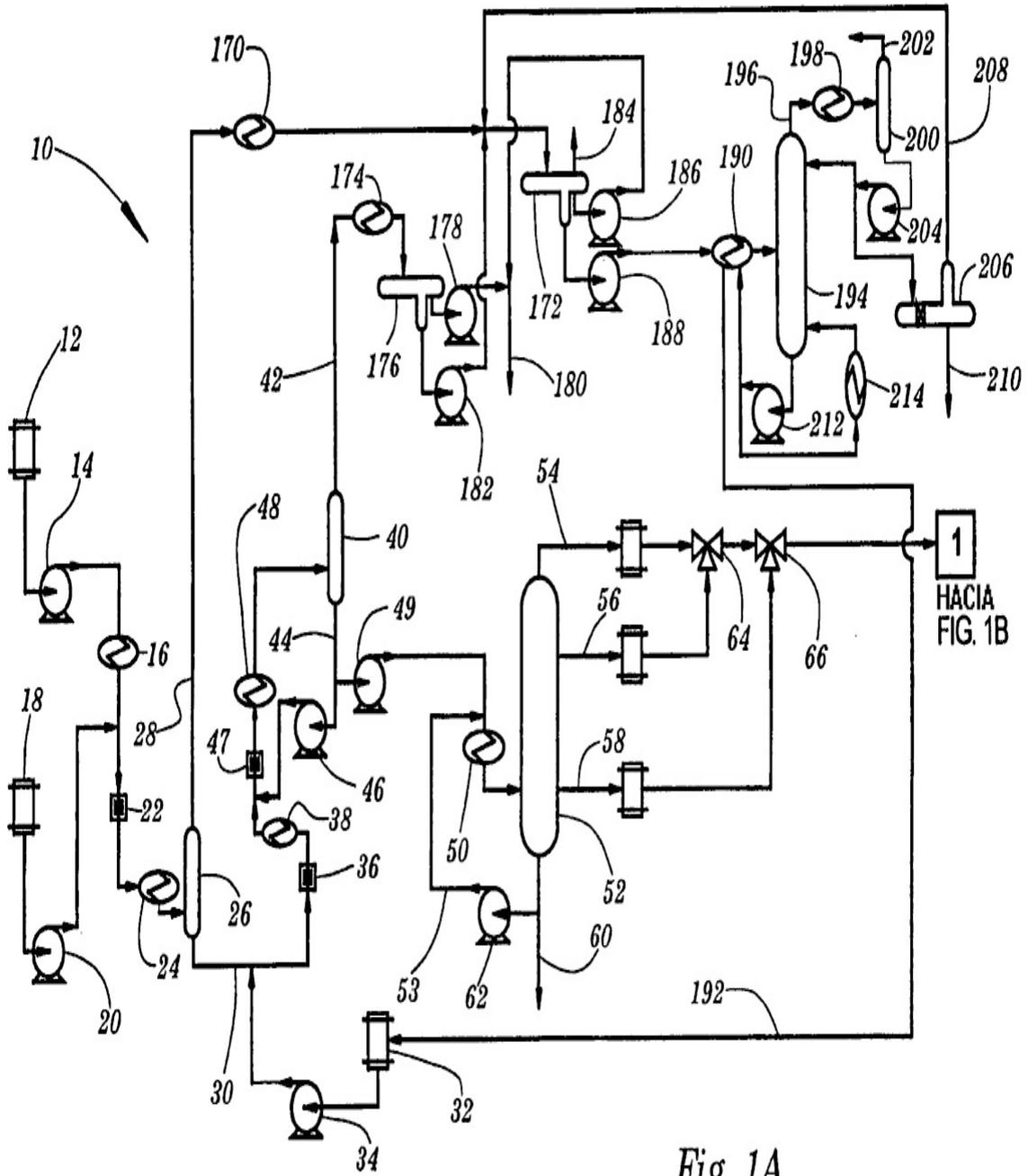


Fig. 1A

