

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 480**

51 Int. Cl.:

C10M 175/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2016** **E 16164521 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018** **EP 3098291**

54 Título: **Proceso de regeneración de aceites residuales**

30 Prioridad:

28.05.2015 IT UB20151298

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

29.03.2019

73 Titular/es:

**VISCOLUBE S.R.L. (100.0%)
Via Tavernelle 19
26854 Pieve Fissiraga Lodi, IT**

72 Inventor/es:

GALLO, FRANCESCO

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 706 480 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

Proceso de regeneración de aceites residuales

5 La presente invención se refiere a un proceso de regeneración de aceites residuales, en aceites minerales particulares, orientado a la obtención de un producto particularmente limpio, adecuado para ser utilizado como una base lubricante, aumentando la mejora del aceite residual en comparación con los procesos de la técnica anterior.

10 Los aceites lubricantes se utilizan en casi todos los campos de la mecánica para permitir que las partes de motor o similares se deslicen unas sobre otras. Un ejemplo clásico es el del aceite utilizado en motores de combustión interna para ayudar al deslizamiento de los pistones en los cilindros, sin que las partes se atasquen entre sí.

15 Los aceites lubricantes se utilizan a menudo en máquinas que implican movimientos de deslizamiento muy rápidos, relativos de sus partes. Debido a esto, además de otros aspectos, los aceites lubricantes se someten con frecuencia a cambios de temperatura, que son en algunos casos muy notables. Por esta razón, los aceites se someten a reacciones químicas de diversos tipos y su naturaleza se altera. Por tanto, reacciones tales como la escisión, la deshidratación, deshidrogenación, condensación, etc. tienen lugar. Un ejemplo de tal reacción es la deshidrogenación-deshidratación de aceites, lo que conduce a la formación de carbono en forma de negro de humo. En algunos casos, la formación de asfaltenos y betunes se produce también. Además, los aceites pueden ponerse en contacto con otras sustancias, tales como, por ejemplo, partículas metálicas y/o cerámicas, permaneciendo así en el interior del propio aceite. Además, no es infrecuente que sustancias espurias, como diversos tipos de polímeros, se mezclen con aceites, puesto que su uso y/o recogida después de su uso no siempre tienen lugar de manera adecuada y con precauciones destinadas a evitar la introducción de sustancias extrañas y obtener de residuos de calidad.

25 La anterior y otras transformaciones determinan el deterioro de las características físicas y químicas del aceite, haciéndolo eventualmente incluso perjudicial para las máquinas dentro de las que se utiliza, debido a que las sustancias extrañas en el interior del aceite aumentan significativamente la fricción. Por lo tanto, es conveniente sustituir el aceite con aceite nuevo después de un cierto período de uso, a fin de evitar la reducción del rendimiento o incluso la rotura de los mecanismos.

30 El aceite residual contiene una serie de sustancias tóxicas, por lo que no puede simplemente verterse en el ambiente, sino que debe ser tratado para reducir su impacto ambiental. Por tanto, la regeneración de aceites residuales ha surgido como una solución que permite reducir los residuos y el impacto ambiental resultante.

35 Las primeras plantas para re-refinar aceites residuales se remontan a los años 60 del siglo XX, cuando la conciencia ambiental comenzó a desarrollarse y extenderse. Debido a los altos costes de obtener aceites recién refinados y debido al aumento en el consumo de estos aceites, la regeneración de aceites residuales ha ido ganando importantes cuotas de mercado con el tiempo.

40 El establecimiento de consorcios obligatorios responsables de la recogida de aceites residuales también ha hecho fácilmente disponible el material a tratar, ahora ampliamente accesible a un buen precio, aunque su calidad es bastante pobre. Este tipo de mercado se ha ampliado considerablemente en los últimos años. Alrededor de un tercio de los aceites residuales se recoge debidamente por los consorcios y se envía a la regeneración o a otros tratamientos para hacerlo inofensivo, el resto dispersándose incorrectamente de forma incontrolada en el medio ambiente y siendo una fuente de contaminación o, en cualquier caso, perdiéndose en su ciclo de servicio, con un daño económico también.

50 El rendimiento típico de un proceso de regeneración, a partir de 100 kg de aceite residual a ser enviado al proceso, es ahora de aproximadamente 60 kg de aceite regenerado (base para lubricantes), 20-25 kg de combustible y 20-25 kg de bitumen.

55 Históricamente, los primeros procesos fueron aquellos con ácido sulfúrico o con propano. En otras palabras, los aceites se tratan mediante la adición de ácido sulfúrico o propano, a fin de eliminar una gran parte de las impurezas contenidas en los aceites residuales. Sin embargo, el proceso que implica el uso de ácido se ha abandonado prácticamente, debido a los considerables problemas de contaminación que conlleva.

60 El proceso con ácido sulfúrico causa la formación de lodo ácido, que conserva una cantidad no despreciable de aceite y contiene también compuestos poliméricos y metales pesados. Este lodo es difícil de eliminar; su eliminación se produce generalmente en los vertederos, preferentemente después de la neutralización, que, sin embargo, aumenta el volumen del mismo lodo. La solución de la combustión de lodos se ha probado, pero ha resultado ser poco práctica.

65 Otros procesos, partiendo del ya mencionado que hace uso de propano, se han desarrollado, por tanto.

La etapa de tratamiento con ácido se sustituye completamente por clarificación con propano líquido. El hidrocarburo elegido es propano por ser fácilmente licuable y tener baja densidad, una vez licuado. Por lo tanto, actúa como agente fluidificante en los aceites a los que se añade, a fin de permitir la separación de una fase de alta densidad - que contiene polímeros de alto peso molecular y metales pesados - de una segunda fracción, constituida por aceites clarificados y deshidratados. Después se retira el propano y se recicla mezclándolo con los aceites alimentados.

A continuación, se realiza una filtración en caliente, lo que permite la recuperación de una fracción gaseosa. La decoloración y desodorización del contenido son las etapas finales.

Sin embargo, este proceso que permite lograr rendimientos más altos tiene todavía algunas desventajas. En primer lugar, la manipulación de propano puede ser peligrosa para los trabajadores de la planta. Por otra parte, una parte del propano queda atrapada en el asfalto; esta presencia excluye el uso del bitumen obtenido para la construcción de carreteras, con un daño económico considerable. Como resultado, la fracción de bitumen en este proceso es simplemente una pérdida a eliminar y no se puede mejorar. Finalmente, el proceso en sí es mucho más costoso que el proceso con ácido sulfúrico.

En años más recientes, un nuevo tipo de proceso se ha introducido, de acuerdo con el que los aceites residuales se envían al rotor axial de una columna de destilación y se pulverizan por dicho rotor en las paredes internas de la columna, que se mantienen a una alta temperatura por un fluido diatérmico que fluye a través de unos conductos. En contacto con las paredes calientes, la fracción vaporizable se evapora, mientras que la fracción más pesada se mantiene en fase líquida. Las fracciones se recogen y se fraccionan adicionalmente en una columna de fraccionamiento posterior, que se divide en más cortes dentro de una columna de destilación fraccionada posterior. Los rendimientos de este proceso son importantes, pero se requiere un pre-tratamiento para purificar los aceites residuales.

El documento EP 0 618 959, del mismo solicitante, divulga un proceso para re-refinar aceites residuales, en el que dichos aceites se ponen en contacto con un reactivo básico y se calientan para eliminar el agua contenida, los polímeros y metales pesados se separan y la destilación fraccionada se realiza en una columna de relleno con el fin de obtener una o más bases fracciones para lubricantes, seguido de la decoloración. El reactivo básico es una base fuerte, el agua se elimina junto con una fracción más volátil en una etapa preliminar de destilación instantánea, mientras que los polímeros y los metales pesados se eliminan principalmente por decantación. Sin embargo, la columna de destilación de relleno tiende a obstruirse por los residuos sólidos, todavía contenidos en el aceite a alimentarse dentro de la misma.

Recientemente, el mismo solicitante ha presentado una solicitud de patente italiana para un proceso que, a partir del documento EP 0 618 959, prevé una etapa de centrifugación del aceite a regenerar entre la etapa de destilación instantánea y la etapa de destilación de la columna de relleno. La presión dentro de la columna de destilación de relleno se ajusta a través de una bomba de anillo líquido, obteniendo un producto más limpio y un reducido número de intervenciones para regenerar la columna de destilación.

El documento WO2004/033 608 divulga un proceso y un dispositivo para el tratamiento de aceites residuales, que incluye una separación preliminar por decantación de al menos una fracción del agua y una fracción de partículas sólidas (sedimentos), un calentamiento preliminar de la fase oleosa de la etapa de decantación y la separación centrífuga del aceite, precalentado a una temperatura por debajo del punto de ebullición del agua, seguido por la separación de agua y otros contaminantes. El producto obtenido, sin embargo, no se reutiliza para producir nuevas bases lubricantes, sino que se alimenta a una etapa de combustión, junto con otros hidrocarburos, por lo tanto, sin ninguna mejora del mismo.

El documento WO96/00 273 divulga un proceso de recuperación de aceites residuales, con vistas a su reutilización. De acuerdo con la presente memoria, el aceite residual se somete a una centrifugación, tal como está para eliminar los sólidos; el aceite de salida se pone en contacto, después, con fosfato diamónico y/o ácido oxálico a una temperatura entre 60 y 85-90 °C y se somete, a continuación, a una nueva centrifugación para separar el aceite y el agua. No hay etapas de destilación.

El documento CA 2 396 206 divulga un proceso para el tratamiento de aceites residuales, que comprende una etapa de deshidratación de aceite residual, una destilación fraccionada posterior, el manejo de la placa más baja de la columna a una temperatura entre 370 y 390 °C a una presión comprendida entre 67 y 133 mbar, la placa intermedia a una temperatura entre 265 y 280 °C a una presión entre 47 y 60 mbar y la placa superior a una temperatura entre 100 y 110 °C a una presión entre 40 y 53 mbar, la recuperación de bitumen de la parte inferior de la columna y la extracción de fracciones de aceite de diferente densidad en los niveles más altos.

El documento US2001/0 001 198 divulga un proceso para la eliminación de compuestos ácidos, el color, y los hidrocarburos aromáticos polinucleares a partir de destilados de petróleo utilizando catalizadores de transferencia de fase, mediante la adición de disolventes adecuados y eliminándolos después por destilación junto con los contaminantes.

En todos los procesos que se acaban de examinar, próximos a la base para lubricantes - que es el producto más refinado - importantes cantidades de bitumen y asfalto se obtienen. Esta fracción, en los procesos anteriores, no tiene particularmente una calidad alta y solo puede venderse a precios relativamente bajos y para usos básicos, tales como para la construcción de carreteras pavimentadas.

5 El objeto subyacente de la invención es proponer un proceso de regeneración de aceites residuales, superar las desventajas mencionadas y permitir una mejora adicional de los efluentes del proceso. Este objeto se consigue mediante un proceso para la regeneración de aceites residuales, que comprende una etapa de destilación instantánea del aceite a regenerar, una etapa de decantación de la fracción pesada, una etapa de destilación en una
10 columna de destilación de relleno, lo que permite producir una fracción de aceite adecuado que se va a enviar a hidrorrefinado y una fracción de bitumen, caracterizado por que la fracción de bitumen se muele, la fracción líquida obtenida después de la molienda se separa y se recoge como bitumen y la fracción sólida restante se separa y se recicla en dicha etapa de decantación de la fracción pesada.

15 Otras características y ventajas de la invención serán, de cualquier forma, más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de una realización preferida, proporcionada únicamente a título de ejemplo no limitativo e ilustrada en los dibujos adjuntos, en los que:

20 la Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra el proceso de acuerdo con la presente invención;
la Figura 2 es un diagrama de bloques que representa una parte del proceso de acuerdo con la presente invención, de acuerdo con una realización alternativa; y
la Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra el proceso de acuerdo con una segunda realización alternativa.

25 Como se ha mencionado anteriormente, una primera realización del proceso de acuerdo con la presente invención se representa como un diagrama de bloques en la Figura 1. El aceite a regenerar llega desde la tubería 1. En esta tubería, el aceite se puede mezclar con una sustancia alcalina. Una base fuerte se utiliza por lo general, preferentemente KOH, que ha ofrecido los mejores resultados. La tubería 1 alimenta el aceite que se va a regenerar a una columna de destilación instantánea 2. La presión interior de la columna 2 se mantiene a aproximadamente 330 mbar y la temperatura es ligeramente más alta que la temperatura de ebullición del agua, preferentemente
30 aproximadamente 130-140 °C. Por tanto, en la columna 2, una parte sustancial del agua contenida en el aceite, en parte directamente de aceite residual, parcialmente alimentada en 1 como el disolvente de la sustancia básica, se vaporiza. El agua vaporiza sale de un desagüe 3. El aceite, que contiene todavía una menor porción de agua, junto con otras impurezas, principalmente sólidos, sale de la tubería 4 y, por lo tanto, se alimenta a un decantador 5. Solo un decantador 5 se representa en la Figura 1, pero la persona experta en la materia puede encontrar razones
35 prácticas para proporcionar dos o más, sin apartarse por ello del alcance de la presente invención. La separación adicional de aceite del agua y de una parte de las partículas sólidas contenidas en su interior se produce en el decantador. La fracción que se ha sometido a las etapas posteriores sale del decantador 5 a través de la tubería 6. Esta última alimenta el aceite que se va a tratar en un intercambiador de calor 7, preferentemente un horno, que lleva la temperatura del aceite a valores por encima de 300 °C, preferentemente a valores entre 350° y 400 °C,
40 alimentándolo posteriormente en una columna de destilación de relleno 8. Dentro de la misma, algunas fracciones útiles se separan, transportan, respectivamente, por las tuberías 9, 10, 11 y 12 al reactor 13 donde se produce el hidrorrefinado con aceite, obteniendo así las bases lubricantes que salen de la planta en 14.

45 La columna 8 transfiere también una fracción de salida bituminosa, que, en los procesos según la técnica anterior, se vende normalmente directamente como bitumen. De acuerdo con la presente invención, en cambio, la fracción bituminosa sale de la parte inferior de la columna 8 y se alimenta a un mezclador 16 a través de una tubería 15 con el fin de homogenizarse. Desde el mezclador 16, una salida 17 alimenta la fracción mixta a la unidad de molienda 18. La unidad 18 puede ser cualquier tipo de dispositivo de molienda. Un molino de bolas se prefiere, particularmente, pero molinos de cuña, molinos de discos y otros se pueden utilizar también.

50 La unidad 18 corta las partículas sólidas contenidas en el bitumen, abriéndolas y por tanto haciendo que haya más aceite disponible para su regeneración. Una parte más líquida y una parte que permanece más sólida se obtienen. La unidad 18 tiene dos salidas: una salida 19, desde las que sale la parte líquida del producto, sustancialmente un bitumen más líquido, que contienen impurezas menos sólidas que las de la tubería 15, teniendo así un valor más
55 alto; y una salida 20, desde la que sale la fracción sólida, que contiene, *entre otras cosas*, las partículas abiertas en la etapa de molienda con el aceite que se va a regenerar. La salida 20 alimenta la fracción sólida de nuevo al decantador 5, donde se mezcla con el flujo de aceite de la columna 2 y el proceso comienza de nuevo, liberando más aceite para su regeneración. De esta manera, aumenta el rendimiento del proceso, lo que permite obtener una mayor cantidad de base lubricante (fracción fina), hasta el 67-70 % en peso, y menores cantidades de combustible y de bitumen (fracciones más pobres).

La Figura 2 representa un diagrama de bloques de una realización alternativa de la presente invención. Los elementos idénticos a los de la Figura 1 se indican con los mismos números de referencia.

65 Los flujos 9, 10, 11 y 12, salen de la columna de destilación de relleno 8, se alimentan a un depósito 21 que actúa como un tampón, para permitir la realización de las operaciones posteriores de manera discontinua, a modo de

carga o por lotes. Desde el depósito 21, una tubería 22 conduce a la unidad de microfiltración 23, de un tipo conocido *per se*. Un flujo 24 trae la fracción líquida al reactor 13 para realizar el hidrorrefinado y recoger la base lubricante producida de la salida 14.

5 Una tubería 15 lleva la fracción de bitumen de la columna de destilación de relleno 8. Un flujo adicional de la tubería 25, que sale por la unidad de microfiltración 23, desde la que se eliminan los sedimentos separados durante la etapa de microfiltración, se une a este flujo.

10 También en este caso, la tubería 15, unida por la tubería 25, lleva la fracción de bitumen, que contiene las partículas sólidas, al mezclador 16 y desde allí, a través de la tubería 17, a la unidad de molienda 18. Como ya se muestra en el caso de la Figura 1, en este caso también, la tubería 19 transporta y descarga bitumen, más valioso que el que puede obtenerse de acuerdo con la técnica anterior, mientras que la tubería 20 recicla la parte sólida molida durante las primeras etapas del proceso de acuerdo con la presente invención, llevando la base lubricante a niveles más altos.

15 De acuerdo con esta realización, además de producir un mayor aumento de calidad y mayor valor de los productos pobres, la fracción alimentada al reactor 13 es más limpia. El hecho de que el flujo que está siendo tratado en el reactor 13 es más limpio provoca una extensión significativa de la vida útil del catalizador utilizado en esta etapa; puesto que, aunque se utiliza en pequeñas cantidades, los catalizadores de hidrorrefinado se basan normalmente en metales preciosos, se logra un cierto ahorro de costes, aumentado por la reducción de interrupciones de rendimiento debido a la sustitución del catalizador.

20 La Figura 3 representa el diagrama de bloques de una realización alternativa adicional. Incluso en este caso, las etapas ya descritas en relación con la Figura 1 llevarán los mismos números de referencia y no se describirán más. Esta realización depende de una solicitud de patente recientemente presentada por el mismo solicitante.

25 El aceite que se va a tratar, sale a través de la tubería 4 de la columna 2 para su destilación instantánea, se divide en dos flujos 4A y 4B, que se alimentan a decantadores 5A y 5B respectivas, totalmente similares al decantador 5 descrito con referencia a la Figura 1. La fracción a regenerar sale de los decantadores 5A, 5B a través de las tuberías 26A, 26B, y se alimenta a los separadores centrífugos 27A, 27B. La parte que se va a tratar todavía (aceite a regenerar) se transporta a través de las tuberías 28A, 28A, que a continuación coinciden en la tubería 28, hasta un decantador 29. La salida fracción útil del decantador 29 se alimenta, a continuación, al intercambiador de calor 7, por lo general un horno, donde se lleva a una temperatura superior a 300 °C, normalmente entre 350° y 400 °C. La fracción se alimenta después a la columna de destilación de relleno 8. La columna 8 se opera con el fin de tener una presión de salida comprendida entre 10 y 20 mbar y una presión de entrada comprendida entre 2,5 y 9,5 mbar, con el fin de recoger el mejor producto. De acuerdo con una realización preferida, se ajusta la presión, en lugar de por los eyectores comúnmente utilizados para este fin, con una bomba de anillo líquido. De esta manera, además de ahorrar en los costes relacionados con vapor y eliminando la necesidad de administrar un ciclo de vapor dedicado, los flujos y la presión son más regulares en comparación con lo que podría conseguirse anteriormente con los eyectores.

30 La columna 8 transfiere los flujos de producto útil, a través de las tuberías 9, 10, 11 y 12, que van a la siguiente etapa de hidrorrefinado, en el reactor 13; las bases lubricantes producidas se extraen del reactor 13 a través de la tubería 14. El uso de una bomba de anillo líquido para ajustar la presión dentro de la columna 8, la fracción alimentada al reactor 13 es particularmente limpia y la vida del catalizador contenido en el reactor 13 se prolonga significativamente.

35 La columna 8 transfiere también el flujo de salida de la tubería 15. Este flujo, que contiene la fracción de bitumen, se une a los flujos 30 y 31, transferidos de los separadores centrífugos 27A, 27B y que contienen los sedimentos sólidos separados del aceite en la regeneración.

40 La tubería 15 transporta el fluido bituminoso al mezclador 16 y desde aquí, a través de la tubería 17, a la unidad de molienda 18.

45 La fracción líquida obtenida después de la molienda se obtiene de la tubería 19 y se vende.

50 La fracción sólida se recoge de la tubería 20, que se divide en dos flujos 20A, 20B, respectivamente, alimentado los decantadores 5A, 5B.

55 Las dos últimas realizaciones alternativas descritas se pueden combinar también ventajosamente entre sí.

60 El sistema utilizado para implementar el proceso de acuerdo con la presente invención es del tipo que comprende una columna de destilación instantánea 2, una serie de decantadores 5 o 5A, 5B, una columna de destilación de relleno 8 y un reactor de hidrorrefinado 14 y comprende también una la unidad 18 para la molienda de las fracciones de bitumen y cualesquiera sedimentos de proceso. Normalmente, la unidad de molienda 18 es un molino de bolas.

65

5 La fracción de bitumen que sale del proceso a través de la tubería 19 tiene características mejoradas en comparación con las obtenidas por los procesos de regeneración de aceites residuales de acuerdo con la técnica anterior. En particular, este bitumen - también gracias a su contenido de negro de humo - además de los usos comunes de fracciones bituminosas, tales como la preparación de carreteras y similares, también es adecuado para usos más refinados. Si este bitumen se mezcla con polietileno (por ejemplo, polietileno de baja densidad) o polipropileno, por ejemplo, haciendo mezclas del 10 % de bitumen y 90 % de polímeros, se puede utilizar para la creación de mezclas madre. Por ejemplo, es posible obtener fácilmente un espesor de película de aproximadamente 60 micrómetros.

10 Además, este bitumen se puede utilizar para la producción de tintas, tales como, por ejemplo, tintas secadas en caliente o secadas en frío.

15 El proceso y la planta de acuerdo con la presente invención permiten obtener un rendimiento superior de la base lubricante (como se ve, cambia del 60 % en peso a aproximadamente el 67-70 % en peso), aumentando la mejora de los residuos iniciales y reduciendo los residuos del proceso. Tal mejora se incrementa aún más por el hecho de que, como se ve, incluso el producto menos valioso - bitumen - se mejora.

20 Se entiende, de todos modos, que la invención no se ha de considerar como limitada por la disposición particular ilustrada anteriormente, que representa solo una realización ejemplar de la misma, pero diferentes variantes son posibles, todo dentro del alcance de una persona experta en la materia, sin apartarse del alcance de la propia invención, como se define por las siguientes reivindicaciones.

Lista de referencias

- 25 1 Tubería
- 2 Columna de destilación instantánea
- 3 Drenaje (de 2)
- 4 Tubería (de 2)
- 5 Decantador
- 30 5A Decantador
- 5B Decantador
- 6 Tubería
- 7 Intercambiador de calor
- 8 Columna de destilación de relleno
- 35 9 Tubería
- 10 Tubería
- 11 Tubería
- 12 Tubería
- 13 Reactor
- 40 14 Salida (de 13)
- 15 Tubería
- 16 Mezclador
- 17 Salida (de 16)
- 18 Unidad de molienda
- 45 19 Salida de producto líquido (de 18)
- 20 Salida de fracción sólida (de 18)
- 21 Depósito
- 22 Tubería
- 23 Unidad de microfiltración
- 50 24 Flujo
- 25 Tubería
- 26A Tubería
- 26B Tubería
- 27A Separador centrífugo
- 55 27B Separador centrífugo
- 28 Tubería
- 28A Tubería
- 28B Tubería
- 29 Decantador
- 60

REIVINDICACIONES

- 5 1. Proceso para la regeneración de aceites residuales, que comprende una etapa de destilación instantánea del aceite que se va a regenerar, una etapa de decantación de la fracción pesada, una etapa de destilación en una columna de destilación de relleno, que permite producir una fracción de aceite adecuada para su envío a hidrorrefinado y una fracción de bitumen, **caracterizado por que** la fracción de bitumen se muele, separándose y recogiendo la fracción líquida obtenida después de la molienda como bitumen y separándose y reciclándose la fracción sólida restante en dicha etapa de decantación de la fracción pesada.
- 10 2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1), **caracterizado por que** dicha etapa de molienda de la fracción de bitumen está precedida por una etapa de mezcla.
- 15 3. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1) y 2), **caracterizado por que** proporciona una etapa de microfiltración del producto resultante de la destilación en la columna de relleno, cuyo sedimento se envía a dicha etapa de molienda.
- 20 4. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, antes de dicha etapa de destilación en la columna de relleno, se proporciona una etapa de separación centrífuga, y **por que** la presión dentro de dicha columna de destilación de relleno se ajusta mediante una bomba de anillo líquido.

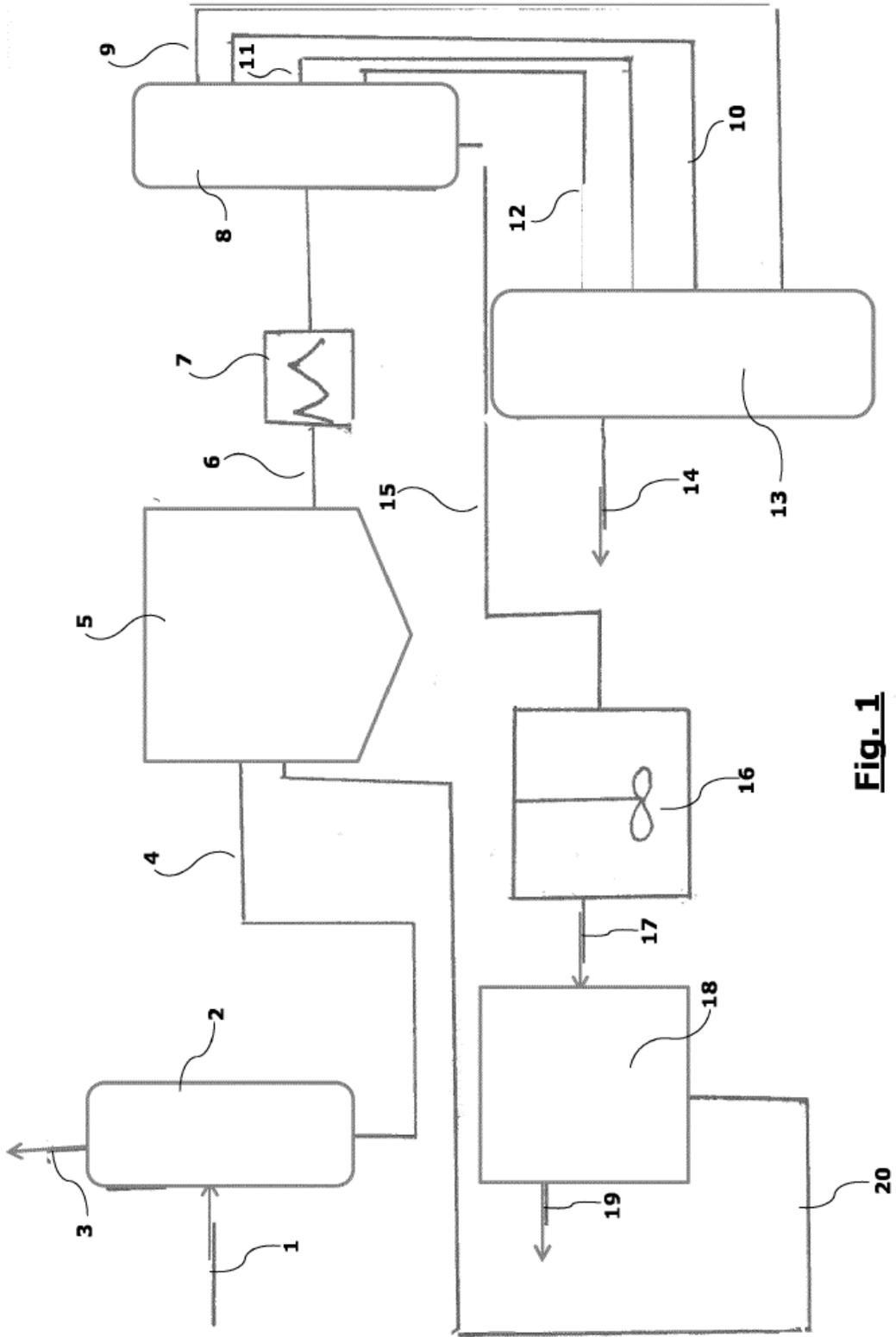


Fig. 1

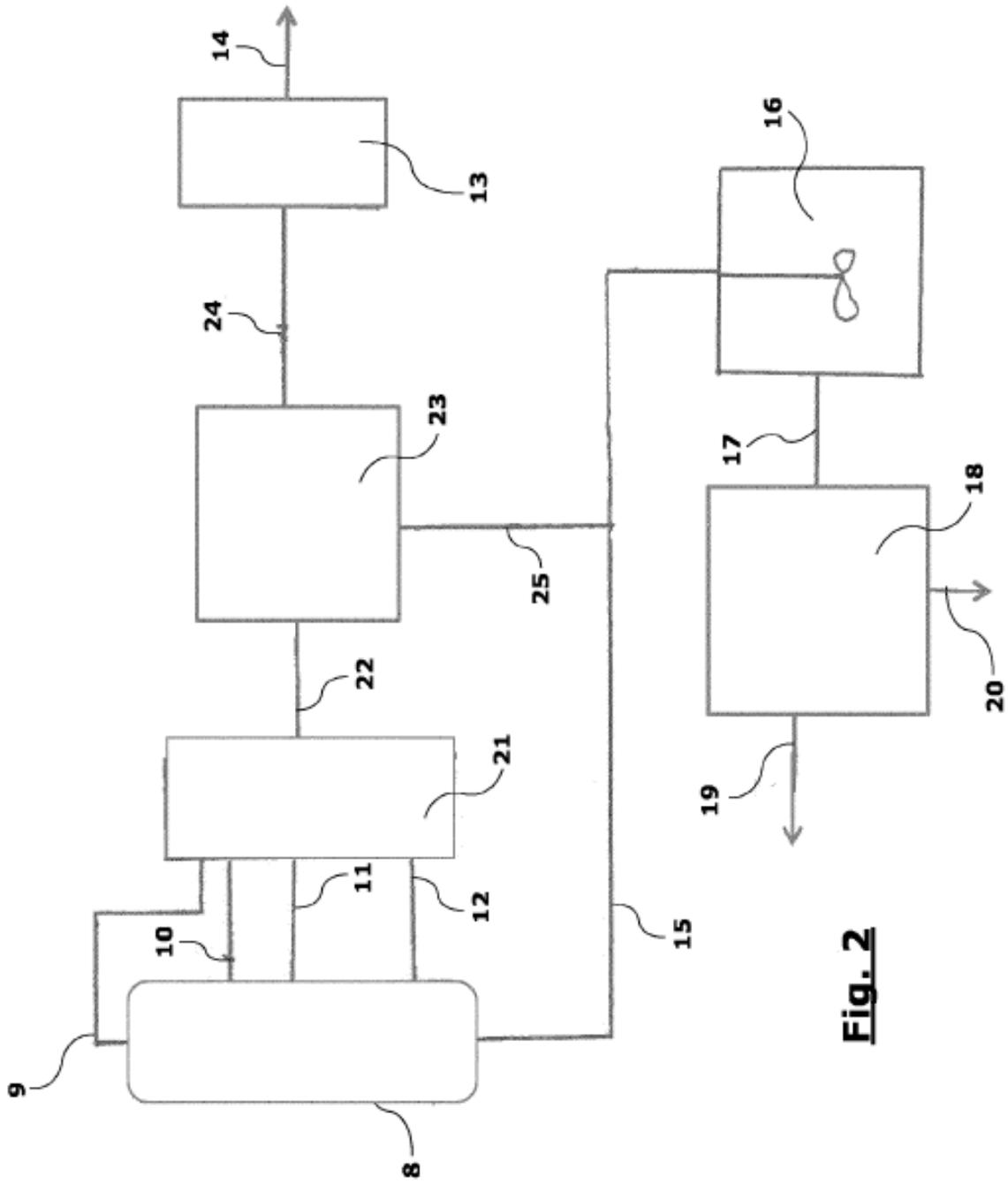


Fig. 2

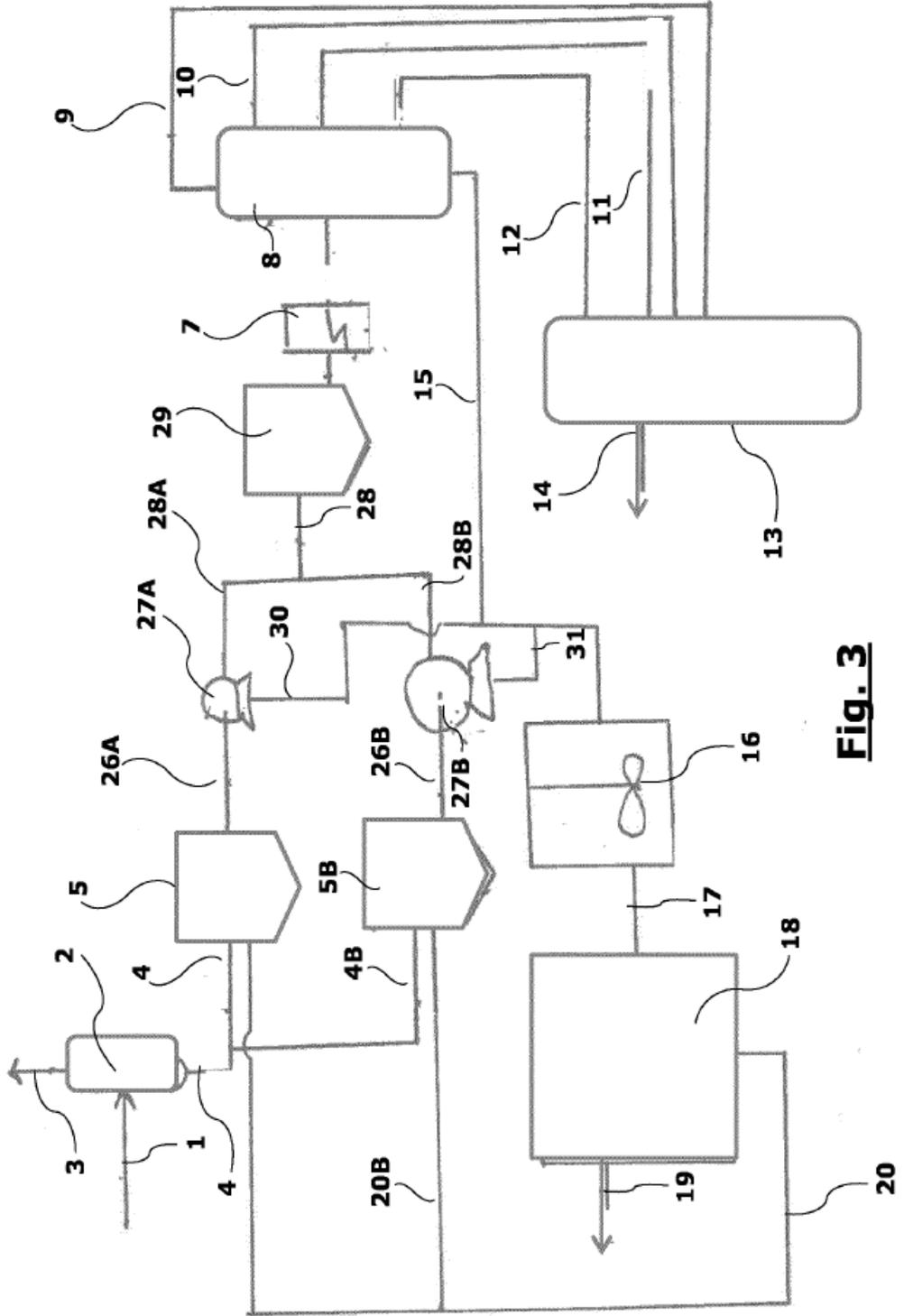


Fig. 3