

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 408**

51 Int. Cl.:

B01D 3/10 (2006.01)

C10G 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2008 E 08865376 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015 EP 2239027**

54 Título: **Método y dispositivo para producir vacío en una columna de destilación de petróleo**

30 Prioridad:

20.12.2007 RU 2007147055

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

25.05.2015

73 Titular/es:

**TSEGELSKY, VALERY GRIGORIEVICH (100.0%)
11-93 ul Zelenodolskaya
Moscow, 109377, RU**

72 Inventor/es:

TSEGELSKY, VALERY GRIGORIEVICH

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 536 408 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

Método y dispositivo para producir vacío en una columna de destilación de petróleo

5 La invención se refiere a métodos y plantas para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío suministrando vapor a la columna de vacío y/o a la materia prima de petróleo, y puede usarse en la industria del procesamiento de petróleo para producir vacío en una columna de rectificación de vacío para destilar petróleo negro.

10 Se conoce un método para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (petróleo negro) bombeando un medio de vapor-gas hacia fuera de la columna por medio de un eyector de vapor que consiste en una serie de eyectores de gas-gas alimentados con vapor usado como gas a alta presión suministrado desde una fuente externa (véase la solicitud publicada US 2004/0188237 A1, IPC B01D 3/14, 30-09-2004).

También se conoce a partir de dicha patente el suministro de una mezcla de vapor-gas desde un eyector gas-gas a un condensador seguido por el enfriamiento de la misma y la condensación de la fase de vapor de la mezcla de vapor-gas.

15 La patente indicada anteriormente también enseña una planta para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío que comprende una tubería de descarga de vapor gaseoso, un eyector gas-gas y un condensador; en la planta, el eyector gas-gas en un extremo de entrada de gas a baja presión está conectado a la tubería de descarga de vapor gaseoso, en una entrada de gas a alta presión está conectado a la fuente de vapor externa, en una salida de vapor gaseoso está conectado a una entrada de condensador que tiene una mezcla gaseosa y una salida de condensado.

Una desventaja del método y la planta conocidos consiste en el uso de una fuente de vapor externa y en la descarga de un condensado de agua en una mezcla con una fracción de petróleo desde la planta que conduce a contaminación medioambiental y a una pérdida de producto de destilación.

25 Otra desventaja es un consumo de energía considerable provocado por el uso de grandes cantidades de vapor y agua requeridas para realizar una compresión de múltiples etapas del medio de vapor-gas usando eyectores de gas-gas y una condensación el vapor entre las etapas.

30 Se conoce un método para fraccionar dos mezclas destilables en una columna de vacío que comprende alimentar agua y una mezcla de compuestos hidrocarbonáceos destilables primero y segundo a la columna de vacío y retirar una primera corriente de producto que comprende el primer compuesto hidrocarbonáceo destilable desde la parte inferior de la columna de vacío; extraer vapor de agua y el vapor del segundo compuesto hidrocarbonáceo destilable desde la parte superior de la columna de vacío; mezclar la corriente de vapor superior con una corriente de recirculación de líquido y hacer pasar la corriente de la mezcla resultante por un primer condensador; suministrar condensado formado en el primer condensador y vapor no condensable a un receptor superior; separar en el receptor superior el condensado para dar el segundo compuesto hidrocarbonáceo destilable extraído como segunda corriente de producto y una corriente de líquido acuoso que comprende al menos un 60 por ciento en moles de agua; suministrar la corriente de líquido acuoso desde el receptor superior a un generador de vapor en el que, mediante intercambio de calor indirecto frente a un agente de calentamiento a alta temperatura, se vaporiza la corriente de líquido acuoso para formar un vapor a presión moderada; producir vacío en el receptor superior mediante evacuación desde este último de vapor que comprende vapor de agua y el vapor del segundo compuesto hidrocarbonáceo destilable usando un eyector de chorro de vapor, que se alimenta por vapor a presión moderada como corriente de impulsión desde el generador de vapor; condensar una parte de la corriente efluente del eyector de chorro de vapor en un segundo condensador; hacer pasar una corriente de vapor-líquido formada en el segundo separador por un tambor de obturación en el que la corriente de vapor-líquido se separa en una corriente de vapor y una corriente de líquido que comprende agua y el segundo compuesto hidrocarbonáceo destilable; suministrar la corriente de líquido como corriente de recirculación de líquido desde el tambor de obturación a la corriente de vapor superior. El método anterior proporciona el suministro de una parte de vapor desde el generador de vapor hasta la parte inferior de la columna de vacío como fuente de calor principal requerida para el proceso de fraccionamiento (patente estadounidense 4.175.034; Cl. int. B01D 3/10; 20 de noviembre de 1979).

50 La desventaja del método anterior es que no puede usarse para la destilación de petróleo negro u otra materia prima de petróleo que se destile de manera similar al petróleo negro. El medio de gas-vapor que se evacúa desde la parte superior de la columna de vacío durante el proceso de destilación de petróleo negro comprende gases no condensables, vapor de agua e hidrocarburos condensables de intervalo de composición amplio. Parte de estos hidrocarburos condensables (hidrocarburos ligeros) pueden condensarse sólo a una presión más alta que la presión de la parte superior de la columna de vacío a una temperatura dada del agente de enfriamiento suministrado al primer condensador. Por tanto, el vapor de los hidrocarburos ligeros no puede retirarse del receptor superior sometido a vacío. Durante la destilación de petróleo negro, este vapor de hidrocarburos ligeros se comprime en el eyector de chorro de vapor y se condensa junto con el vapor en el segundo condensador; después, la mezcla del condensado de hidrocarburos ligeros y el condensado de agua se suministra desde el tambor de obturación a la

corriente de gas-vapor superior. Puesto que la corriente de gas-vapor superior está a vacío, este condensado de hidrocarburos ligeros se evaporará y se suministrará por medio del receptor superior al eyector de chorro de vapor de nuevo. Puesto que este condensado de hidrocarburos ligeros no se retira del proceso de fraccionamiento tecnológico descrito, conducirá a pérdidas de vacío y a la terminación del proceso de fraccionamiento.

5 Otra desventaja del método de fraccionamiento anterior es la existencia de retroalimentación. El suministro de la corriente de líquido que comprende el condensado de agua y el segundo compuesto hidrocarbonáceo destilable desde el tambor de obturación a la corriente de gas-vapor superior influye en el proceso de fraccionamiento tecnológico debido al mezclado de esta corriente de líquido tanto con el vapor del segundo compuesto hidrocarbonáceo destilable como con el vapor de agua que se evacúan desde la parte superior de la columna. No es posible cambiar la velocidad de flujo del vapor de impulsión alimentado al eyector de chorro de vapor sin influir en el proceso de fraccionamiento ni minimizar el consumo de energía para la producción de vacío cuando se elige el eyector de chorro de vapor.

10 Es también una desventaja del método anterior que el mismo generador de vapor produce tanto vapor que sirve como corriente de impulsión para el eyector de chorro de vapor como vapor que sirve como agente de calentamiento y transporta calor desde el generador de vapor hasta la columna de vacío para proporcionar procesos de transferencia de calor y masa en la columna. No es posible reducir el consumo de energía para la producción de vacío puesto que el destilado que sale de la columna de vacío no puede usarse como agente de calentamiento para la generación de vapor alimentado al eyector de chorro de vapor. Dentro del marco del método anterior, la temperatura del destilado no puede ser mayor que la temperatura del vapor que sale del generador de vapor.

15 Según el método anterior, se suministra una corriente de agente de calentamiento a alta temperatura desde una fuente externa al generador de vapor para producir vapor a presión moderada; esto requiere un considerable consumo de energía para la producción de vacío en la columna.

20 Además, la aplicación de un sistema de eyección de chorro de vapor de una etapa para producir vacío dentro del marco del método anterior no hace posible lograr la profundidad de vacío requerida para la destilación de materia prima de petróleo tal como petróleo negro.

25 La técnica anterior más cercana según un método como objeto de la invención en cuanto a entidad técnica y resultado logrado está representada por un método para producir vacío en una columna de vacío de destilación de petróleo que comprende bombear un medio de vapor-gas hacia fuera de la columna de vacío con un eyector gas-gas alimentado con un gas a alta presión para formar en una salida del eyector gas-gas una mezcla de vapor-gas que tiene una presión mayor que la presión del medio de vapor-gas, alimentar la mezcla de vapor-gas y bombear un líquido a un dispositivo de chorro de líquido-gas, mezclar la mezcla de vapor-gas y el líquido en el dispositivo de chorro de líquido-gas para formar una mezcla de gas-líquido en una salida del mismo, suministrar la mezcla de gas-líquido desde el dispositivo de chorro de líquido-gas a un separador para separar la mezcla en un gas comprimido y un líquido, evacuar el gas comprimido del separador para el uso previsto del mismo y suministrar el líquido al extremo de entrada de la bomba (véase la patente RU 2310678, IPC B01D 3/10, 20-11-2007).

30 La técnica anterior más cercana según una planta como objeto de la invención en cuanto a entidad técnica y resultado logrado está representada por una planta para producir vacío en una columna de vacío de destilación de petróleo que comprende una tubería para descargar medio de vapor-gas desde la columna de vacío, un eyector gas-gas, un condensador, un dispositivo de chorro de líquido-gas, un separador, una bomba y una bomba adicional; en la planta, el eyector gas-gas en una entrada de gas a baja presión está conectado a la tubería para descargar medio de vapor-gas desde la columna de vacío, el dispositivo de chorro de líquido-gas en una entrada de líquido está conectado al extremo de salida de la bomba, en una salida de gas-líquido está conectado al separador que tiene una salida de gas comprimido y una salida de líquido conectada a la entrada de la bomba (véase la patente RU 2310678, IPC B01D 3/10, 20/11/2007).

35 La principal desventaja del método anterior para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (entre otros petróleo negro) y la planta para la implementación del mismo es el alto consumo de energía de una bomba de un dispositivo que produce vacío especialmente en el caso de que la destilación de la materia prima de petróleo se realice con vapor de alimentación a la columna de vacío que funciona a una presión inferior a 6 kPa.

40 Un problema que la presente invención pretende solucionar es la producción de un gas a alta presión alimentado a un eyector gas-gas a partir de un medio que contiene agua formado mientras la planta está en funcionamiento, usando el calor de los destilados de petróleo o la materia prima de petróleo así como la reducción de la contaminación medioambiental debida al escape del medio que contiene agua que comprende hidrocarburos organizando su circulación dentro de un perímetro cerrado de la planta.

45 Un resultado técnico consiste en que la energía consumida para producir vacío se reduce, la profundidad de vacío aumenta, la contaminación medioambiental se reduce y no se requiere ahora vapor suministrado desde una fuente externa.

Dicho problema se soluciona y el resultado técnico se logra según un método como objeto de la invención en virtud

de un método para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío, comprendiendo dicho método bombear un medio de vapor-gas hacia fuera de la columna de vacío usando un eyector gas-gas alimentado con un gas a alta presión para formar en una salida del eyector gas-gas una mezcla de vapor-gas que tiene una presión mayor que la presión del medio de vapor-gas en una entrada del mismo, suministrar la mezcla de vapor-gas a un condensador seguido por el enfriamiento de la misma y la formación de una mezcla de gas y un condensado en fase de vapor, suministrar la mezcla de gas y bombear un líquido a un dispositivo de chorro de líquido-gas con una bomba, mezclar la mezcla de gas y el líquido en el dispositivo de chorro de líquido-gas para formar una mezcla de gas-líquido en una salida del mismo, suministrar la mezcla de gas-líquido desde el dispositivo de chorro de líquido-gas a un separador para separar la mezcla en un gas comprimido y un líquido, descargar el gas comprimido para el uso previsto del mismo y suministrar el líquido a la entrada de la bomba, en el que el condensado en fase de vapor formado en el condensador se suministra a un separador adicional en el que el condensado en fase de vapor se separa en un condensado que contiene agua y un condensado que contiene hidrocarburo, el condensado que contiene hidrocarburo se evacúa del separador adicional para el uso previsto del mismo, y el condensado que contiene agua se bombea usando una bomba adicional a un generador de vapor, en el que se suministra calor de un destilado caliente evacuado de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío o de una columna de destilación de petróleo al condensado que contiene agua para producir vapor, y el vapor producido en el generador de vapor se alimenta al eyector gas-gas como gas a alta presión.

El vapor que tiene una presión en el intervalo de 0,2 - 0,6 MPa se produce preferiblemente en el generador de vapor.

Una parte del condensado que contiene agua que no se evapora en el generador de vapor se evacúa preferiblemente al separador adicional, al mismo tiempo esta parte del condensado que contiene agua se enfría preferiblemente en un intercambiador de calor antes de la evacuación al separador adicional.

Se prefiere suministrar adicionalmente el vapor desde el generador de vapor a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío y/o a la materia prima de petróleo antes de su suministro a la columna de vacío. Se prefiere calentar adicionalmente el vapor procedente del generador de vapor en un horno usando el calor de gases calientes antes de su suministro al eyector gas-gas y/o a la columna de vacío. El vapor procedente del generador de vapor puede alimentarse a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío por medio de un eyector gas-gas adicional, por lo que este último puede evacuar adicionalmente el medio de vapor-gas de dicha columna de vacío.

Dicho problema se soluciona y el resultado técnico se logra según una planta como objeto de la invención en virtud de una planta para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío, que comprende una tubería para evacuar un medio de vapor-gas de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío, un eyector gas-gas, un condensador, un dispositivo de chorro de líquido-gas, un separador, una bomba y una bomba adicional, en el que el eyector gas-gas está conectado en una entrada de baja presión del mismo a la tubería para evacuar un medio de vapor-gas de la columna de vacío y en una salida de mezcla de vapor-gas del mismo está conectado a la entrada del condensador, teniendo este último una salida de condensado y una salida de mezcla de gas conectada al dispositivo de chorro de líquido-gas por medio de una entrada de gas, en el que el dispositivo de chorro de líquido-gas está conectado a la salida de la bomba por medio de una entrada de líquido y al separador por medio de una salida de gas-líquido, el separador tiene una salida de gas comprimido y una salida de líquido conectada a la entrada de la bomba, la planta está dotada de una tubería para suministrar petróleo o destilado de materia prima de petróleo, una tubería para evacuar petróleo o destilado de materia prima de petróleo de la planta, un generador de vapor y un separador adicional conectado en una entrada del mismo a una salida de condensado del condensador; la salida de condensado que contiene hidrocarburo del separador adicional está conectada a una tubería para su evacuación de la planta, y la salida de condensado que contiene agua del separador adicional está conectada a la entrada de la bomba adicional, la salida de la bomba adicional está conectada a la entrada de condensado que contiene agua del generador de vapor, la salida de vapor del generador de vapor está conectada a la entrada de gas a alta presión del eyector gas-gas, en el que el generador de vapor en una entrada de agente de calentamiento del mismo está conectado a la tubería para suministrar petróleo o destilado de materia prima de petróleo y en una salida de agente de calentamiento del mismo está conectado a la tubería para evacuar petróleo o destilado de materia prima de petróleo de la planta.

El generador de vapor puede tener una salida de condensado no evaporado conectada al separador adicional, al mismo tiempo la salida de condensado no evaporado del generador de vapor puede estar conectada a la entrada del separador adicional por medio de un intercambiador de calor.

La salida de vapor del generador de vapor puede estar conectada adicionalmente a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío y/o a la tubería para suministrar materia prima de petróleo a esta columna de vacío.

La salida de vapor del generador de vapor puede estar conectada a la entrada de gas a alta presión del eyector gas-gas y/o a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío por medio de conductos de intercambio de calor para calentar vapor en un horno.

Un eyector gas-gas adicional conectado en una entrada de gas a baja presión del mismo a la tubería para evacuar el medio de vapor-gas de dicha columna de vacío y conectado en una entrada de vapor a la salida de vapor del generador de vapor puede montarse en una tubería que suministra el vapor a la columna de vacío.

5 El condensador puede consistir en un dispositivo de condensación de vapor y un separador de fases, en este caso una entrada del dispositivo de condensación de vapor está conectada a la salida de mezcla de vapor-gas del eyector gas-gas, una salida de mezcla bifásica del dispositivo de condensación de vapor está conectada a una entrada del separador de fases que tiene una salida de condensado y una salida de mezcla de gas.

10 El método dado a conocer y la planta para lograr en el mismo permiten que se produzca vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío mediante una compresión de dos etapas de un medio de vapor-gas con una condensación intermedia de la fase de vapor entre las etapas. Al mismo tiempo, en cada una de las etapas de compresión una parte principal de fluido de trabajo del flujo a alta presión (una corriente de eyección) alimentado tanto al eyector gas-gas (vapor del condensado que contiene agua) como al dispositivo de chorro de líquido-gas (un fluido de trabajo) circula dentro de un perímetro cerrado. Se produce una sustitución relativamente pequeña del fluido de trabajo circulante debido a la formación de un condensado de la fase de vapor del medio de vapor-gas bombeado hacia fuera de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío. También es posible una sustitución pequeña del fluido de trabajo circulante por la sustancia procedente de una fuente externa, especialmente en la segunda etapa de compresión.

20 En la segunda etapa de compresión se prefiere usar un líquido que contiene hidrocarburo como fluido de trabajo bombeado al dispositivo de chorro de líquido-gas. Pueden usarse fracciones de diésel y gasóleo del procesamiento de petróleo o materia prima de petróleo como dicho líquido así como líquidos próximos a los mismos en sus propiedades físicas/químicas. Estos líquidos también se usan para sustituir parcialmente el líquido que circula en la segunda etapa de compresión. Todas estas medidas disminuyen la contaminación medioambiental y potencian la responsabilidad ecológica de la planta para producir vacío en la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío.

25 En la primera etapa de la planta reivindicada se usa un eyector gas-gas, se alimenta con un gas a alta presión (un gas de eyección) que es vapor producido en el generador de vapor a partir del condensado que contiene agua obtenido en el separador adicional durante la separación del condensado en fase de vapor para dar el condensado que contiene agua y el condensado que contiene hidrocarburo.

30 El condensado que contiene agua es un condensado de agua en el caso de separación de fases completa que se produce en el separador adicional, o es una mezcla de condensado de agua y una pequeña cantidad de un condensado de hidrocarburo en el caso de separación de fases incompleta. Para producir vacío en una columna de rectificación para la destilación de petróleo negro que funciona con vapor de alimentación, en esta columna es más eficaz usar vapor procedente del condensado de agua como gas a alta presión alimentado al eyector gas-gas mientras se separa el vapor del condensado de hidrocarburo evacuado de la planta en el separador adicional tan completamente como sea posible.

35 Debido a que el medio de vapor-gas bombeado hacia fuera de la columna contiene una cantidad significativa de vapor se requiere mucha energía para su compresión. Con el fin de comprimir eficazmente un medio de vapor-gas de este tipo, es deseable alimentar un vapor procedente del condensado de agua como gas a alta presión al eyector gas-gas, puesto que presenta una capacidad superior en comparación con un vapor procedente del condensado de hidrocarburo o, como último recurso, una mezcla de estos dos componentes que tiene un porcentaje inferior al de este último. Adicionalmente el vapor de agua producido en el generador de vapor a partir del condensado que contiene agua se denominará vapor.

En este caso el condensado que contiene agua circula en la primera etapa de compresión de la planta de producción de vacío dentro del siguiente perímetro:

45 - el condensado que contiene agua se bombea usando la bomba adicional al generador de vapor en el que se convierte en vapor mediante el suministro de calor procedente de un destilado caliente de la columna de destilación de petróleo o la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío;

50 - el vapor procedente del generador de vapor se suministra al eyector gas-gas como gas a alta presión y comprime un medio de vapor-gas desde una presión de columna de 0,6 ... 6,0 kPa hasta la mezcla de vapor-gas de 3,5 ... 9,0 kPa en la entrada del condensador;

- la mezcla de vapor-gas se enfría en el condensador usando un agente de enfriamiento que tiene una temperatura inicial de 5°C a 35°C, y se produce una separación en una mezcla de gas y un condensado en fase de vapor separado del medio de vapor-gas en el transcurso de este enfriamiento;

55 - el condensado en fase de vapor que es una mezcla de condensado de agua y un condensado de hidrocarburo fluye hacia el separador adicional;

- el condensado en fase de vapor se separa en el condensado de agua y un condensado de hidrocarburo en el

separador adicional;

- 5 - el condensado de agua procedente del separador adicional se suministra a la entrada de la bomba adicional y posteriormente al generador de vapor, y se evacúan de la planta el condensado de hidrocarburo y un condensado de agua sobrante formado debido a la condensación de vapor alimentado al condensador desde la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío.

10 La circulación del condensado de agua y la producción de vapor a partir del mismo mediante el suministro de calor del destilado caliente evacuado de la columna de destilación de petróleo o la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío descarta el consumo de vapor suministrado desde una fuente externa por la planta de producción de vacío. Todo lo anterior, así como el logro de una compresión en dos etapas del medio de vapor-gas con una condensación intermedia de la fase de vapor entre las etapas, conduce a una disminución del consumo de energía para producir vacío y potencia la profundidad de vacío.

15 Es conveniente suministrar petróleo o destilado de materia prima de petróleo al generador de vapor como agente de calentamiento, calor que se transfiere comúnmente al (se disipa en el) entorno. Los destilados del procesamiento de petróleo que tienen una temperatura de desde 130°C hasta 170°C aportan este calor, por lo que se permite que se produzca vapor que tiene una presión de desde 0,2 MPa hasta 0,6 MPa.

20 En el caso de que no todo el condensado que contiene agua se vaporice en el generador de vapor, es conveniente evacuar la parte no evaporada del mismo al separador adicional. Esto podría tener lugar o bien en el caso de una separación de fases incompleta en el separador adicional y cuando estén presentes hidrocarburos de alto punto de ebullición en el condensado de agua, o bien en el caso de que se forme vapor en el generador de vapor debido a una ebullición instantánea en el volumen del condensado que está sobrecalentado en comparación con la temperatura de vapores de agua saturados que están en equilibrio con sus vapores a una presión en el volumen.

En el caso de que se evacúe una cantidad considerable de condensado de agua no evaporado del generador de vapor al separador adicional es conveniente suministrar su calor a un condensado de agua frío alimentado al generador de vapor usando un intercambiador de calor que permite ahorrar calor.

25 Después de esto, una parte del vapor (vapor de agua) procedente del generador de vapor puede alimentarse al eyector gas-gas como gas a alta presión, y la otra parte del vapor (vapor de agua) puede alimentarse de nuevo a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío y/o a la materia prima de petróleo calentada en el horno antes de su suministro a la columna de vacío.

30 Esto reduce el consumo de vapor procedente de la fuente externa durante la destilación de materia prima de petróleo a vacío, de modo que disminuyen el consumo de energía de la destilación y la contaminación medioambiental.

El vapor que suministra el generador de vapor puede calentarse adicionalmente en el horno usando el calor de gases calientes. Esto potencia las propiedades de funcionamiento del vapor.

35 Una parte del vapor procedente del generador de vapor puede suministrarse a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío por medio de un eyector gas-gas adicional conectado en la entrada de baja presión a la tubería para descargar medio de vapor-gas desde la columna de vacío. Esto permite que se reduzca la cantidad de vapor alimentado desde el generador de vapor a la columna de vacío y el flujo de medio de vapor-gas al eyector gas-gas. Esta última circunstancia conduce a la reducción del flujo de vapor desde el generador de vapor hasta el eyector gas-gas. Todo lo anterior disminuye la carga de calor del condensador, reduce su tamaño y el consumo de energía.

40 El condensador puede comprender un separador de fases en el que una mezcla bifásica suministrada al mismo desde un condensador de vapor (zona de condensación) se separa en un condensado en fase de vapor y una mezcla de gas, en el que la salida de la mezcla de gas del separador de fases está conectada a su entrada al dispositivo de chorro de líquido-gas, y la salida de condensado en fase de vapor del separador de fases está conectada a su entrada al separador adicional.

45 El uso del separador de fases permite una separación más completa de una mezcla de gas que no se ha condensado en el condensador a partir del condensado en fase de vapor formado durante su enfriamiento.

Breve descripción de los dibujos

50 La figura 1 representa un esquema de una planta para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío.

La figura 1 representa un esquema de una planta para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío 1 con la tubería 2 para suministrar materia prima de petróleo conectada a la misma, la tubería 3 para suministrar vapor, la tubería 4 para evacuar destilado de la columna de vacío 1, la tubería 5 para evacuar residuo de destilación, la tubería 6 para descargar medio de vapor-gas. La planta para producir vacío

ES 2 536 408 T3

comprende el eyector gas-gas 7, el condensador 8, el dispositivo de chorro de líquido-gas 9, el separador 10, la bomba 11 y la bomba adicional 12.

5 El eyector gas-gas 7 está conectado a la tubería 6 para descargar medio de vapor-gas desde la columna de vacío 1 en la entrada de gas a baja presión 13, en la salida de mezcla de vapor-gas 14 está conectado a la entrada 15 del condensador 8 que tiene la salida de condensado en fase de vapor 16 y la salida de mezcla de gas 17 conectada a su entrada 18 al dispositivo de chorro de gas-líquido 9.

El dispositivo de chorro de gas-líquido 9 está conectado a la salida de la bomba 11 en la entrada de líquido 19, en la salida de mezcla de gas-líquido 20 está conectado al separador 10 que tiene la salida de gas comprimido 21 y la salida de líquido 22 conectada a la entrada de la bomba 11.

10 La planta está dotada del generador de vapor 23, el separador adicional 24, la tubería 25 para suministrar petróleo o destilado de materia prima de petróleo, la tubería 26 para evacuar petróleo o destilado de materia prima de petróleo de la planta.

15 El separador adicional 24 está conectado a la salida de condensado en fase de vapor 16 del condensador 8 en la entrada 27, en la salida de condensado que contiene hidrocarburo 28 está conectado a la tubería 29 para su evacuación de la planta, en la salida de condensado que contiene agua 30 está conectado a la entrada de la bomba adicional 12, la salida de la bomba adicional 12 está conectado a la entrada de condensado que contiene agua 31 del generador de vapor 23, la salida de vapor 32 del generador de vapor 23 está conectada a la entrada de gas a alta presión 33 del eyector gas-gas 7.

20 El generador de vapor 23 en la entrada de agente de calentamiento 34 está conectado a la tubería 25 para suministrar petróleo o destilado de materia prima de petróleo, en la salida de agente de calentamiento 35 está conectado a la tubería 26 para evacuar petróleo o destilado de materia prima de petróleo de la planta.

El generador de vapor 23 puede tener la salida de condensado no evaporado 36 conectada al separador adicional 24.

25 El intercambiador de calor 37 puede instalarse entre la salida de condensado no evaporado 36 del generador de vapor y la entrada del separador adicional 24.

La salida de vapor 32 del generador de vapor 23 puede estar conectada adicionalmente a la tubería 3 para suministrar vapor a la columna de vacío 1 y/o a la tubería 2 para suministrar materia prima de petróleo a la misma.

30 El eyector gas-gas adicional 38 conectado en la entrada de gas a baja presión 39 a la tubería 6 para descargar medio de vapor gas desde la columna de vacío 1 puede instalarse en la tubería 3 para suministrar vapor a la columna de vacío 1.

El condensador 8 puede comprender el dispositivo de condensación de vapor 40 conectado al separador de fases 41 que separa una mezcla bifásica suministrada al mismo en un condensado y una mezcla de gas.

35 La tubería 25 para suministrar destilado al generador de vapor 23 puede estar conectada a la tubería 4 para evacuar destilado de la columna de vacío 1 o a la tubería 42 para evacuar destilado de la columna de destilación de petróleo a alta presión o presión atmosférica 43. El horno 44 para calentar materia prima de petróleo puede instalarse en la tubería 2 para suministrar materia prima de petróleo a la columna de vacío. La salida de vapor 32 del generador de vapor 23 puede estar conectada a la entrada 33 del eyector gas-gas 7 y/o a la tubería 3 para suministrar vapor a la columna de vacío 1 por medio de conductos de calentamiento de vapor (que no están representados en la figura 1) del horno 44. El intercambiador de calor de enfriamiento 45 puede instalarse entre la salida de líquido 22 del separador 10 y la entrada de líquido 19 del dispositivo de chorro de líquido-gas 9.

40 Un exceso de condensado que contiene agua puede evacuarse de la planta por medio de la tubería 46, en el caso de que no pueda suministrarse suficiente condensado que contiene agua o condensado de agua por medio de la tubería 47.

45 El generador de vapor 23 puede tener un diseño constructivo diferente y puede comprender un conjunto de elementos, por ejemplo el economizador 48, el evaporador 49, el calentador de vapor 50, el separador de condensado no vaporizado 51 y otros elementos interconectados. Pero está previsto que cualquier construcción del generador de vapor 23 que comprenda un número diferente de elementos conectados entre sí logre el mismo fin, concretamente producir vapor a partir del condensado que contiene agua suministrando calor de un destilado caliente alimentado por medio de la tubería 25 y haciéndolo pasar a través del generador de vapor.

50 Se ilustrará ahora el funcionamiento de una planta para lograr el método propuesto mediante un ejemplo de destilación de petróleo negro usado como materia prima de petróleo.

Se calienta materia prima de petróleo (petróleo negro) en el horno 44 y se alimenta como mezcla de vapor-líquido por medio de la tubería 2 a la columna de vacío 1 que tiene una presión en la parte superior de 0,6 ... 6,0 kPa para la destilación. Se suministra vapor a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío 1 por medio de la

tubería 3. Puede suministrarse vapor a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío 1 junto con materia prima de petróleo por medio de la tubería 2. Se evacúa un destilado (por ejemplo gasóleo a vacío) de la columna de vacío 1 como derivado por medio de la tubería 4, y se evacúa el residuo de destilación que es asfalto de petróleo desde la parte inferior de la columna por medio de la tubería 5. Se evacúa un medio de vapor-gas que es una mezcla de gas, vapores de hidrocarburos ligeros y vapor de agua desde la parte superior de la columna de vacío 1 por medio de la tubería 6.

El medio de vapor-gas procedente de la columna de vacío 1 se suministra al eyector gas-gas 7 en el que se suministra vapor (vapor de agua) desde el generador de vapor 23 por medio de la entrada 33 como gas a alta presión. El vapor bombea hacia fuera y comprime el medio de vapor-gas que se alimenta a la entrada 13 del eyector gas-gas 7 como gas a baja presión. La compresión se produce debido a una transferencia de energía cinética desde el gas a alta presión (vapor de agua) hasta el gas a baja presión en el transcurso de su mezclado en el eyector gas-gas 7. Como resultado la presión de una mezcla de vapor-gas en la salida del eyector 7 se hace más grande que la presión de una mezcla de vapor-gas en su entrada.

La mezcla de vapor-gas procedente del eyector 7 se suministra a la entrada 15 del condensador 8 en el que se enfría debido a una transferencia de calor a través de su pared a un agente de enfriamiento, por ejemplo agua que tiene una temperatura inicial de desde 5°C hasta 35°C. En el transcurso del enfriamiento, la mezcla de vapor-gas forma un condensado en fase de vapor, que es una mezcla de condensado de vapor de agua y un condensado de vapores de hidrocarburo presentes en la mezcla de vapor-gas. La separación del condensado en fase de vapor de una mezcla de gas (una parte no condensada de la mezcla de vapor-gas) se lleva a cabo en el condensador 8. El condensador 8 puede consistir en el separador de fases 41 y el dispositivo de condensación de vapor 40 conectado al mismo para una mejor separación del condensado en fase de vapor de la mezcla de gas.

El condensado en fase de vapor se suministra al separador adicional 24 a partir del condensador 8 por medio de la salida 16.

El condensado en fase de vapor se separa en el separador adicional 24 para dar un condensado que contiene agua (condensado de agua en el caso de una separación de fases al 100%) y un condensado que contiene hidrocarburo (condensado de hidrocarburo en el caso de una separación de fases al 100%). El condensado que contiene hidrocarburo se evacúa del separador adicional 24 por medio de la salida 28 a la tubería 29 para su descarga desde la planta, y el condensado que contiene agua se bombea hacia fuera de la salida 30 usando la bomba adicional 12 para alimentarlo a la entrada 31 del generador de vapor 23. Un exceso del condensado que contiene agua se evacúa de la planta por medio de la tubería 46. El calor de un agente de calentamiento se suministra al condensado que contiene agua en el generador de vapor 23 para producir vapor (vapor de agua) que se suministra al eyector gas-gas 7 como gas a alta presión (de eyección). Se alimenta un agente de calentamiento a la entrada 34 del generador de vapor 23 por medio de la tubería 25 para suministrar petróleo o destilado de materia prima de petróleo. Al mismo tiempo, la tubería 25 puede estar conectada a la tubería 42 para evacuar destilado de la columna de destilación de petróleo 43 o a la tubería 4 para evacuar destilado de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío 1.

El agente de calentamiento gastado procedente del generador de vapor 23 se descarga desde la salida 35 a la tubería 26 para evacuar petróleo o destilado de materia prima de petróleo de la planta. En el caso de que no todo el condensado que contiene agua se vaporice en el generador de vapor 23, la parte no vaporizada del mismo se separa del vapor, por ejemplo en el separador 51 y se evacúa del generador de vapor 23 por medio de la salida 36 al separador adicional 24. En el caso de un gran flujo del condensado no vaporizado, el intercambiador de calor 37 para enfriar el condensado no vaporizado puede instalarse en la tubería entre la salida de condensado 36 del generador de vapor 23 y la entrada de condensado del separador adicional 24. En este caso es conveniente bombear un condensado que contiene agua suministrado al generador de vapor 23 a través del intercambiador de calor 37 como líquido de enfriamiento. Esto permite que se alimente el calor del condensado no vaporizado de nuevo al generador de vapor 23.

Se alimenta una mezcla de gas a partir de la primera etapa de compresión, concretamente desde el condensador 8, que tiene una presión de 3,5 ... 9,0 kPa por medio de la salida 17 a la entrada 18 del dispositivo de chorro de líquido-gas 9 de la segunda etapa de compresión. La mezcla de gas es una mezcla de un gas y fracciones de hidrocarburos ligeros y vapor de agua no condensado en el condensador 8. En el dispositivo de chorro de líquido-gas 9 se comprime la mezcla de gas gracias a la energía del líquido alimentado en el mismo por medio de la entrada 19 usando la bomba 11. En el intercambiador de calor de enfriamiento 45 de la segunda etapa de compresión de la planta para producir vacío se transfiere al entorno el calor del líquido que surge tanto de la disipación de energía mecánica en el perímetro de circulación de líquido como de la condensación de vapores y el enfriamiento del gas en el dispositivo de chorro de líquido-gas 9. Esto garantiza una estabilización de la temperatura del líquido en su perímetro de circulación.

Como resultado de la transferencia de energía desde el líquido hasta la mezcla de gas en el transcurso de su mezclado, en la salida del dispositivo de chorro de líquido-gas 9 se forma una mezcla de gas-líquido que tiene una presión mayor que la presión en la entrada del dispositivo de chorro de líquido-gas 9. La mezcla bifásica formada se suministra al separador 10 preferiblemente a una presión mayor de 0,11 MPa. Tanto la condensación de fracciones

de vapor de la mezcla de gas que no se ha condensado en la sección de flujo del dispositivo de chorro de líquido-gas 9 como la disolución de una parte del gas en el líquido continúan en la mezcla de gas-líquido.

5 La mezcla de gas-líquido se separa en un gas comprimido y un líquido en el separador 10. El gas comprimido se suministra al sistema de abastecimiento de combustible de la empresa por medio de la salida 21, y el líquido se suministra a la entrada de la bomba 11, cerrando así el perímetro de circulación de líquido. En este perímetro, el líquido fluye desde la bomba 11 hasta el dispositivo de chorro de líquido-gas 9 y adicionalmente hasta el separador 10, y al salir de este último regresa a la entrada de la bomba 11. Un exceso del líquido formado debido a vapores condensados de fracciones de hidrocarburos y vapor de agua alimentado al dispositivo de chorro de líquido-gas 9 con la mezcla de gas, y opcionalmente suministrado desde una fuente externa de un líquido nuevo a la entrada de la bomba 11 o al separador 10 por medio de tuberías 52, se evacúa del separador 10 por medio de la tubería 53.

10 Como líquido nuevo se prefiere usar un líquido que contiene hidrocarburo cercano en cuanto a sus propiedades físicas/químicas al condensado de fracciones de hidrocarburos alimentado al dispositivo de chorro de líquido-gas 9 con la mezcla de gas, por ejemplo, la fracción de diésel. En este caso, el condensado de vapor de agua se separa del líquido en el separador 10 y se evacúa del separador 10 junto con el exceso del líquido por medio de la tubería 53 o una tubería 54 independiente. Es posible usar agua como líquido nuevo. En este caso se separa un condensado de fracciones de hidrocarburos en el separador 10 y se evacúa del separador 10 junto con el exceso del líquido (como una mezcla con agua) por medio de la tubería 53 o una tubería 54 independiente.

15 Una parte del vapor de agua procedente del generador de vapor 23 puede alimentarse al eyector gas-gas 7, y la otra parte del vapor puede alimentarse a la tubería 3 para suministrar vapor a la columna de vacío 1 y/o a la tubería 2 para suministrar materia prima de petróleo.

20 El eyector gas-gas adicional 38 conectado en la entrada de gas a baja presión 39 a la tubería 6 para descargar medio de vapor-gas desde la columna de vacío puede instalarse en la tubería 3 para suministrar vapor desde el generador de vapor 23 a la columna de vacío 1. En este caso, el vapor alimentado al eyector 38 como gas a alta presión bombeará una parte del medio de vapor-gas que contiene vapor de agua hacia fuera de la tubería 6 y lo alimentará de nuevo a la columna de vacío 1. Esto permitirá que se reduzca tanto la cantidad de vapor suministrado desde el generador de vapor a la columna de vacío 1 como el medio de vapor-gas alimentado a la entrada 13 del eyector gas-gas 7.

25 Por medio del método reivindicado y una planta para lograr el mismo, se solucionan problemas reales del procesamiento de petróleo, concretamente:

30 - se proporciona una tecnología ecológicamente pura para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío;

- la profundidad de vacío aumenta mientras que la energía que va a consumirse para la producción del mismo se reduce;

- se descarta el consumo de vapor suministrado a la planta de producción de vacío desde una fuente externa.

35 El método y la planta propuestos como objeto de la invención podrán usarse para producir vacío, una columna de destilación a vacío para destilar otro material de partida que difiere de la materia prima de petróleo, por ejemplo en la industria petroquímica o química.

REIVINDICACIONES

1. Método para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1), comprendiendo dicho método:
 - 5 bombear un medio de vapor-gas hacia fuera de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1) usando un eyector gas-gas (7) alimentado con un vapor procedente de un generador de vapor (23) como gas a alta presión para formar en una salida (14) del eyector gas-gas (7) una mezcla de vapor-gas que tiene una presión mayor que la presión del medio de vapor-gas en una entrada (13) del mismo,
 - 10 suministrar la mezcla de vapor-gas a un condensador (8) seguido por el enfriamiento de la misma y la formación de una mezcla de gas y un condensado en fase vapor,
 - 15 suministrar la mezcla de gas y bombear un líquido a un dispositivo de chorro líquido-gas (9) con una bomba (11),
 - mezclar la mezcla de gas y el líquido en el dispositivo de chorro líquido-gas (9) para formar una mezcla gas-líquido en una salida (20) del mismo,
 - 15 suministrar la mezcla gas-líquido desde el dispositivo de chorro líquido-gas (9) a un separador (10) para separar la mezcla en un gas comprimido y un líquido,
 - suministrar el líquido desde el separador (10) a la entrada de la bomba (11) y descargar el gas comprimido desde el separador (10),
 - 20 en el que el condensado en fase vapor formado en el condensador (8) se suministra a un separador adicional (24) en el que el condensado en fase vapor se separa en un condensado que contiene agua y un condensado que contiene hidrocarburo,
 - 25 el condensado que contiene hidrocarburo se evacúa del separador adicional (24) y el condensado que contiene agua se bombea usando una bomba adicional (12) a un generador de vapor (23), en el que se suministra calor de un destilado caliente evacuado de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1) o de una columna de destilación de petróleo (43) al condensado que contiene agua para producir vapor, y el vapor producido en el generador de vapor (23) se alimenta al eyector de gas-gas (7).
 2. Método según la reivindicación 1, en el que se produce vapor que tiene una presión en el intervalo de 0,2-0,6 MPa en el generador de vapor (23).
 3. Método según la reivindicación 1, en el que una parte del condensado que contiene agua que no se evapora en el generador de vapor (23) se suministra al separador adicional (24).
 4. Método según la reivindicación 3, en el que la parte del condensado que contiene agua que no se evapora en el generador de vapor (23) se enfría en un intercambiador de calor (37) antes de su suministro al separador adicional (24).
 5. Método según la reivindicación 1, en el que el vapor procedente del generador de vapor (23) se suministra adicionalmente a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1) y/o a la materia prima de petróleo antes de su alimentación a la columna de vacío (1).
 6. Método según la reivindicación 1 ó 5, en el que el vapor procedente del generador de vapor (23) se calienta adicionalmente en un horno (44) usando calor de gases calientes antes de su suministro al eyector gas-gas (7) y/o a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1).
 7. Método según la reivindicación 5, en el que el vapor procedente del generador de vapor (23) se alimenta a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1) por medio de un eyector gas-gas adicional (38), en el que el eyector gas-gas (38) evacúa adicionalmente el medio vapor-gas procedente de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1).
 8. Planta para producir vacío en una columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1), que comprende:
 - 45 una tubería (6) para evacuar un medio vapor-gas de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1),
 - 50 un eyector gas-gas (7) conectado en una entrada de gas a baja presión (13) del mismo a la tubería (6) para evacuar el medio vapor-gas de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1), y conectado en una salida de mezcla vapor-gas (14) del mismo a una entrada (15) de un condensador (8),

- teniendo el condensador (8) una salida de condensado (16) y una salida de mezcla de gas (17) conectada a un dispositivo de chorro líquido-gas (9) por medio de una entrada de gas (18),
- estando el dispositivo de chorro líquido-gas (9) conectado a una salida de una bomba (11) por medio de una entrada de líquido (19) y a un separador (10) por medio de una salida de mezcla gas-líquido (20),
- 5 teniendo el separador (10) una salida de gas comprimido (21) y una salida de líquido (22) conectada a una entrada de la bomba (11),
- un generador de vapor (23) que tiene una salida de vapor (32) conectada a una entrada de gas a alta presión (33) del eyector gas-gas (7),
- en la que la planta está dotada de:
- 10 una tubería (25) para suministrar petróleo o destilado de materia prima de petróleo conectada a una tubería (4) para evacuar destilado de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1) o a una tubería (42) para evacuar destilado de una columna de destilación de petróleo (43) a una presión en exceso o a presión atmosférica,
- una tubería (26) para evacuar petróleo o destilado de materia prima de petróleo de la planta,
- 15 un separador adicional (24) conectado en su entrada (27) a una salida de condensado (16) del condensador (8)
- y que tiene:
- una salida de condensado que contiene hidrocarburo (28) conectada a una tubería (29) para la evacuación de un condensado que contiene hidrocarburo de la planta, y
- 20 una salida de condensado que contiene agua (30) conectada a una entrada de una bomba adicional (12),
- teniendo la bomba adicional (12) una salida conectada a una entrada de condensado que contiene agua (31) del generador de vapor (23),
- 25 en la que el generador de vapor (23) en una entrada de agente de calentamiento (34) del mismo está conectado a la tubería (25) para suministrar petróleo o destilado de materia prima de petróleo y en una salida de agente de calentamiento (35) del mismo está conectado a la tubería (26) para evacuar petróleo o destilado de materia prima de petróleo de la planta.
9. Planta según la reivindicación 8, en la que el generador de vapor (23) tiene una salida de condensado no evaporado (36) conectada al separador adicional (24).
- 30 10. Planta según la reivindicación 9, en la que la salida de condensado no evaporado (36) del generador de vapor (23) está conectada a la entrada del separador adicional (24) por medio de un intercambiador de calor (37).
11. Planta según la reivindicación 8, en la que la salida de vapor (32) del generador de vapor (23) está conectada adicionalmente a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1) y/o a la tubería (2) para suministrar materia prima de petróleo a esta columna de vacío (1).
- 35 12. Planta según la reivindicación 8 u 11, en la que la salida de vapor (32) del generador de vapor (23) está conectada a la entrada de gas a alta presión (33) del eyector gas-gas (7) y/o a la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1) por medio de conductos de intercambio de calor para calentar vapor en un horno (44).
- 40 13. Planta según la reivindicación 11, en la que un eyector gas-gas adicional (38), conectado en una entrada de gas a baja presión (39) a la tubería (6) para evacuar medio de vapor-gas de la columna de vacío (1) y conectado en la entrada de vapor a la salida de vapor (32) del generador de vapor (23), está montado entre la salida de vapor (32) del generador de vapor (23) y la entrada de vapor de la columna de destilación de materia prima de petróleo a vacío (1).
- 45 14. Planta según la reivindicación 8, en la que el condensador (8) consiste en un dispositivo de condensación de vapor (40) y un separador de fases (41), en la que una entrada (15) del dispositivo de condensación de vapor (40) está conectada a la salida de mezcla de vapor-gas (14) del eyector gas-gas (7), una salida de mezcla bifásica del dispositivo de condensación de vapor (40) está conectada a una entrada del separador de fases (41) que tiene una salida de condensado (16) y una salida de mezcla de gas (17).

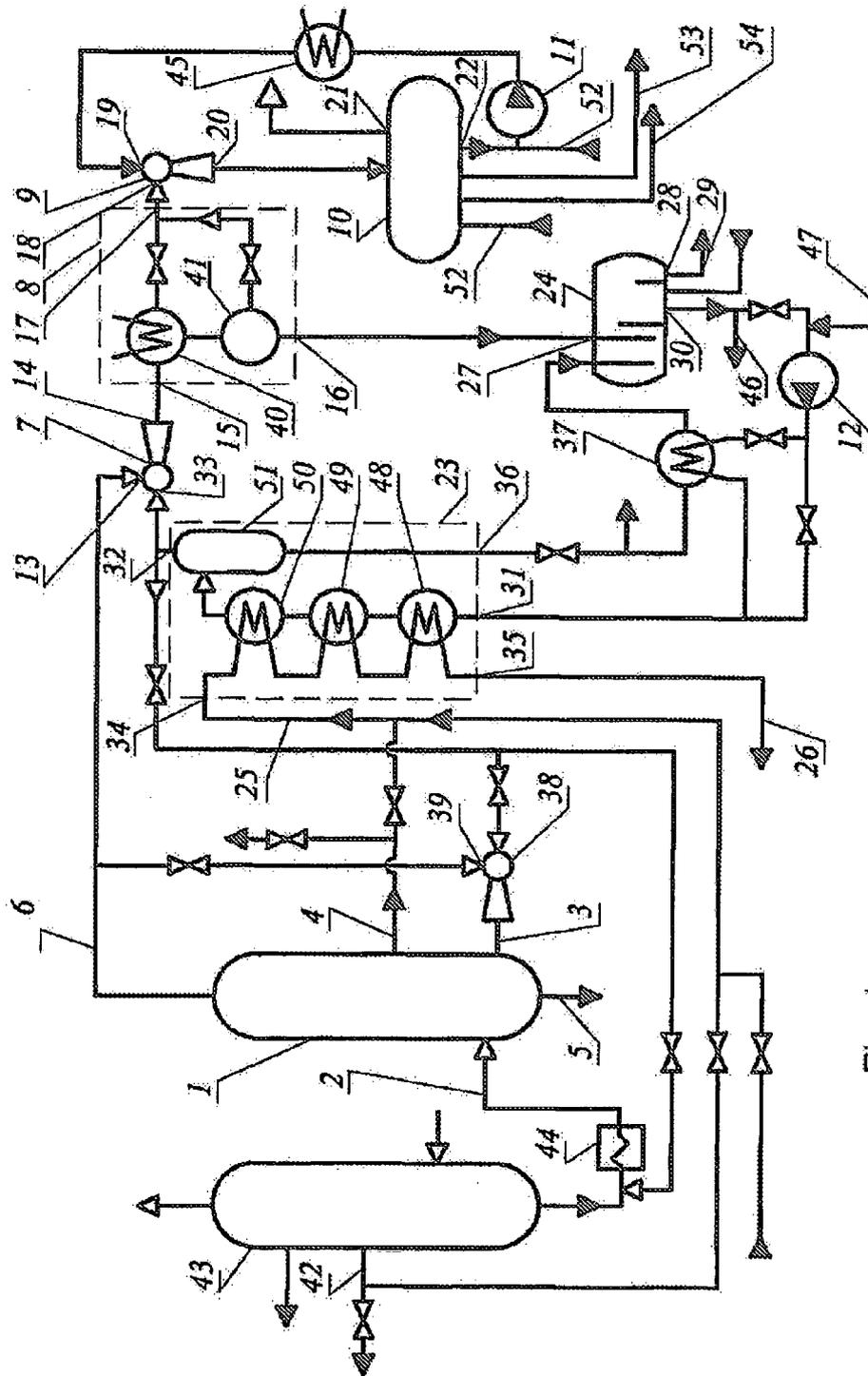


Fig. 1