(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 816 023**

(51) Int. CI.:

C10G 7/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.09.2016 PCT/EP2016/070614**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2017 WO17037174**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2016 E 16759779 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3344732**

(54) Título: **Procedimiento de destilación al vacío de una carga de hidrocarburos**

(30) Prioridad:

01.09.2015 FR 1558097

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.03.2021

(73) Titular/es:

TECHNIP FRANCE (100.0%)
6-8, Allée de l'Arche Faubourg de l'Arche, ZAC Danton
92400 Courbevoix, FR

(72) Inventor/es:

COTTIN, PATRICK y
PITARD, HELENE

(74) Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

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

Procedimiento de destilación al vacío de una carga de hidrocarburos

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento de destilación al vacío de una carga de hidrocarburos.

[0002] El documento US4261814 describe un procedimiento del tipo citado anteriormente en el que se usa vapor como fluido de arrastre. El documento WO2013/107738 describe otro procedimiento que necesita vapor para obtener un rendimiento satisfactorio.

[0003] Dicho procedimiento está destinado especialmente a la destilación de una carga de hidrocarburos que comprende compuestos pesados, que presentan puntos de ebullición elevados. En particular, el procedimiento está destinado a la destilación de una carga resultante de la destilación atmosférica del petróleo en crudo.

[0004] El refinado del petróleo en crudo comprende generalmente una destilación atmosférica en la que las temperaturas se mantienen por debajo de 370 °C-380 °C para evitar que los componentes de masa molecular elevada experimenten un craqueo térmico y formen coque de petróleo.

[0005] La formación de coque es especialmente indeseable y se traduce sobre todo en una obstrucción de los tubos en el horno que sirve para calentar la carga de la columna de destilación.

[0006] Debido a la limitación de la temperatura de calentamiento, la destilación atmosférica produce un aceite residual que es recogido en la parte inferior de la columna de destilación atmosférica. Este aceite incluye hidrocarburos que presentan en general puntos de ebullición por encima de 350 °C.

[0007] A continuación, este aceite se destila al vacío para recuperar destilados de valor. A estos efectos, la destilación al vacío se lleva a cabo a presiones muy bajas comprendidas generalmente entre 13 mbar y 133 mbar (10 mmHg y 100 mmHg), para limitar la temperatura de salida del horno y, como consecuencia, limitar el riesgo de craqueo y de formación de coque reduciendo las temperaturas requeridas en salida.

[0008] Para realizar este nivel de vacío, se sabe usar una unidad de generación de vacío que comprende varios niveles de eyectores de chorro de vapor instalados en serie. Estos eyectores requieren un consumo significativo de vapor motor.

[0009] Además, para este nivel de vacío, la condensación de los hidrocarburos ligeros y del vapor de agua recuperados en la cabeza de columna necesita un consumo muy importante de agua de refrigeración.

[0010] Para facilitar la destilación, se introduce un flujo de arrastre a base de vapor de agua en la columna de destilación bajo la carga, al pie de la columna de destilación. Este flujo de arrastre se recupera en la cabeza de columna en forma de vapor de agua, mezclado con hidrocarburos residuales, y después se condensa antes de ser tratado en una unidad corriente abajo.

[0011] Finalmente, el extractor más elevado en la columna en la que se extraen los aceites ligeros de destilación al vacío tiene una viscosidad no despreciable a temperatura ambiente, lo que penaliza el dimensionamiento de los intercambiadores de aire.

[0012] Un objeto de la invención es obtener un procedimiento de destilación al vacío que presente un consumo de recursos disminuido y una reducción del tamaño de ciertos equipos, a la vez que conserva unos rendimientos al menos igual de elevados de separación.

[0013] A estos efectos, la invención tiene por objeto un procedimiento según la reivindicación 1.

[0014] Según realizaciones particulares, el procedimiento según la invención comprende una o varias de las características de las reivindicaciones 2 a 13 o de las características siguientes, tomadas de forma aislada o según cualquier combinación técnicamente posible:

- comprende la recuperación de una corriente de fondo neta en la parte baja de la columna de destilación al vacío, la relación entre el caudal másico del fluido de arrastre introducido en la columna de destilación al vacío y el caudal másico de la corriente de fondo neta recuperada en el fondo de la columna de destilación al vacío es superior a 80 kg de fluido de arrastre para 1.000 kg de corriente de fondo neta recuperada en el fondo de la columna de destilación al vacío y está comprendido especialmente entre 80 kg y 800 kg de fluido de arrastre para 1.000 kg de corriente de fondo neta recuperada en el fondo de la columna de destilación al vacío;
- más del 95 % de la masa del fluido de arrastre introducido en la columna de destilación al vacío se extrae de la columna de destilación al vacío por medio de la corriente de cabeza de columna.

[0015] La invención se entenderá mejor tras la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente a modo de ejemplo y hecha con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es un esquema sinóptico de una primera instalación de destilación al vacío, destinada a la implementación de un primer procedimiento según la invención;
- la figura 2 es una vista análoga a la figura 1, de una segunda instalación de destilación al vacío, destinada a la implementación de un segundo procedimiento según la invención;
- la figura 3 es una vista análoga a la figura 1, de una tercera instalación de destilación al vacío, destinada a la implementación de un tercer procedimiento según la invención.

[0016] En lo sucesivo, se designará por las mismas referencias una corriente que circula en una conducción y la conducción que la transporta.

[0017] Además, salvo indicación en sentido contrario, los caudales citados son caudales másicos, las presiones se suministran en milibares absolutos.

[0018] En la figura 1 se ilustra una primera instalación 10 según la invención. Esta instalación 10 está destinada a la implementación de un primer procedimiento según la invención, para la destilación al vacío de una carga 12.

[0019] La instalación 10 incluye un horno 14 de calentamiento de la carga 12 y de un fluido de arrastre, una columna de destilación al vacío 16 e intercambiadores térmicos de fondo 18.

[0020] La instalación 10 incluye además extractores laterales 20, 22, 24, y, asociados respectivamente a cada extractor lateral 20, 22, 24, intercambiadores térmicos respectivos 26, 28 y 30. En las variantes, la instalación 10 incluye otros tipos de disposiciones de destilación al vacío (número de extractores 20, 22, 24 variables, número de lechos de relleno 43 variables, número de lechos de relleno 41 variables).

[0021] La instalación 10 incluye un intercambiador térmico corriente abajo 32, una unidad 34 de generación de vacío y un volumen 36 de recuperación de condensados.

[0022] La instalación 10 incluye en este ejemplo un separador corriente abajo 38 opcional de recuperación del fluido de arrastre y una bomba 40 de reciclado del fluido de arrastre.

[0023] En este ejemplo, la columna de destilación al vacío 16 presenta un primer lecho de relleno 43 cuya función es asegurar un intercambio térmico por encima de cada extractor 20, 22, 24, y cuya alimentación líquida se asegura mediante un primer difusor 44. La columna de destilación al vacío 16 presenta, por debajo de cada extractor 20, 22, 24, un segundo lecho 41 de relleno, cuya función es asegurar un fraccionamiento y cuya alimentación está asegurada por un segundo difusor de líquido 42.

[0024] En el ejemplo representado en la figura 1, los intercambiadores térmicos 26 y 28 son intercambiadores térmicos que permiten enfriar una parte de los extractores 58 y 64. El intercambiador térmico corriente abajo 32 es un intercambiador de agua, alimentado por un flujo de agua a temperatura ambiente. Los intercambiadores térmicos 30 son intercambiadores térmicos al aire.

[0025] La unidad de generación de vacío 34 incluye una pluralidad de eyectores de chorro de vapor 45, montados en serie unos con otros, y para cada eyector 45, un condensador corriente abajo 46 de agua. En función del nivel de vacío buscado, el número de niveles de eyectores en serie podrá variar.

[0026] En el ejemplo representado en la figura 1, la unidad 34 incluye tres eyectores 45 en serie y tres condensadores 46 interpuestos entre los eyectores 45.

[0027] A continuación, se describirá un primer procedimiento de destilación al vacío de la carga 12 en la instalación 10.

[0028] Inicialmente, se suministra la carga 12. Esta carga 12 es por ejemplo una carga de hidrocarburos líquidos, tal como una carga de aceite residual que proviene de una destilación atmosférica.

[0029] El caudal másico de la carga 12 está comprendido en general entre 100 t/h y 1.000 t/h.
La carga 12 procede directamente del fondo de una columna de destilación atmosférica de crudo (generalmente del orden de 350 °C) o bien de un depósito de almacenamiento (a una temperatura por ejemplo del orden de 80 °C) después de calentamiento hasta temperatura del orden de 300 °C. La carga 12 se introduce en primer lugar en el horno 14 para ser calentada en él y ventajosamente para su vaporización.

[0030] La temperatura de la carga calentada 50 a la salida del horno 14 está comprendida generalmente entre

380 °C y 420 °C en función de los rendimientos de destilación buscados y del punto de corte TBP entre el residuo al vacío 79 y el destilado al vacío 20. (El acrónimo TBP proviene de «True Boiling Point», expresión en inglés que significa «punto de ebullición verdadero». Los puntos de corte citados representan la fracción destilada del crudo a las temperaturas indicadas).

[0031] La carga parcialmente vaporizada 50 se introduce a continuación en la columna de destilación al vacío 16 en un nivel N1 situado en la zona de flash por encima del fondo de la columna de destilación al vacío 16.

[0032] Simultáneamente, y según la invención, un flujo de fluido de arrastre 52, constituido por hidrocarburos que presenta una temperatura media de ebullición ponderada («mean average boiling point» en inglés o Tmav) comprendida entre 150 °C y 250 °C (normalmente del orden de 200 °C), se introduce en el horno 14 para su calentamiento y ventajosamente para su vaporización. Esta temperatura Tmav se refiere en el «Databook on hydrocarbons» escrito por J.B. Maxwell con la expresión en inglés «mean average boiling point». El cálculo de la temperatura Tmav según el método de J.B. Maxwell se detalla asimismo en la obra de Pierre Wuithier «El petróleo: refinado e ingeniería química», Volumen 1.

[0033] El fluido de arrastre lo constituye ventajosamente un queroseno procedente de una destilación atmosférica de crudo que tiene un punto de corte TBP inicial comprendido entre 145 °C y 180 °C y un punto de corte TBP final comprendido entre 220 °C y 250 °C.

[0034] El fluido de arrastre 52 es totalmente vaporizado y sobrecalentado antes de su introducción en el fondo de la columna 16. Una parte de este fluido de arrastre se inyecta en forma líquida en el haz de radiación de horno al vacío como fluido de aceleración con el fin de limitar las temperaturas de película en los tubos.

[0035] El flujo de fluido de arrastre sobrecalentado 54 se introduce en la columna de destilación al vacío 16, en un nivel N2 situado por debajo del último plato de una zona de arrastre 56 de la columna de destilación al vacío 16.

[0036] El flujo de fluido de arrastre calentado 54 asciende a través de los platos de la zona de arrastre 56 situados entre los niveles N1 y N2 y vuelve a vaporizar las fracciones más ligeras del residuo al vacío.

[0037] En la columna de destilación al vacío 16, el nivel de vacío en la cabeza de columna está comprendido ventajosamente entre 13 mbar y 40 mbar (10 mmHg y 30 mmHg), en este caso sustancialmente alrededor de 27 mbar (20 mmHg).

[0038] Se extrae una primera corriente 58 de destilado pesado al vacío («HVGO» o «Heavy Vacuum Gas Oil» en inglés) lateralmente a la altura de un primer extractor 20 en un nivel inferior N3 situado por encima del nivel N1.

[0039] Una primera fracción 60 de la corriente de destilado pesado al vacío 58 se reintroduce en la columna 16 a través del segundo difusor 42 asociado al extractor 20. El resto de la corriente de destilado pesado al vacío 58 pasa a un intercambiador térmico 26 y una segunda fracción 62 de la corriente de destilado pesado 58 procedente del intercambiador térmico 26 se reintroduce en la columna de destilación al vacío 16, a través del primer difusor 44 asociado al extractor 20. El resto de la corriente constituye la producción 180 de destilado pesado al vacío procedente de la unidad.

[0040] Se extrae una segunda corriente 64 de destilado medio al vacío opcional («MVGO» o «Medium Vacuum Gas Oil» en inglés) a la altura de un segundo extractor 22 en un nivel medio N4 situado por encima del nivel N3.

[0041] Una primera fracción 66 de la corriente opcional de destilado medio al vacío 64 se reintroduce en la columna de destilación al vacío 16 a través del segundo difusor 42 asociado al segundo extractor 22. El resto de la corriente de destilado medio al vacío 64 pasa a un intercambiador térmico 28. Una segunda fracción 68 opcional de la corriente de destilado medio al vacío 64 procedente del intercambiador térmico 28 se reintroduce en la columna de destilación al vacío 16, a través del primer difusor 44 del segundo extractor 22. El resto de la corriente constituye la producción 170 de destilado medio al vacío procedente de la unidad.

[0042] Se extrae una tercera corriente 70 de destilado ligero al vacío («LVGO» o «Light Vacuum Gas Oil» en inglés) a la altura de un tercer extractor 24 en un nivel alto N5 situado por encima del nivel N4, cerca de la cabeza de la columna de destilación al vacío 16.

[0043] Una primera fracción 72 de la corriente de destilado ligero al vacío 70 se reintroduce en la columna de destilación al vacío 16 a través del segundo difusor 42 asociado al tercer extractor 24. El resto de la corriente 70 pasa a un intercambiador 30 al aire. Una segunda fracción 74 de la corriente de destilado ligero al vacío 70 procedente del intercambiador térmico 30 se reintroduce en la columna de destilación 16, a través del primer difusor 44 del tercer extractor 24. El resto de la corriente constituye la producción 160 de destilado ligero al vacío procedente de la unidad.

[0044] Se recupera una corriente de fondo 79 en la parte baja de la columna de destilación al vacío 16 y pasa

a través de los intercambiadores térmicos de fondo.

[0045] Se extrae una corriente de cabeza 80 en la cabeza de la columna, bajo el efecto de la aspiración producida por la unidad de generación de vacío 34.

[0046] La corriente de cabeza 80 tiene una presión igual a la presión operativa de cabeza de columna 16 y a una temperatura comprendida generalmente entre 60 °C y 100 °C.

[0047] A continuación, se introduce la corriente de cabeza 80 en el intercambiador térmico corriente abajo 32, para ser condensada parcialmente por intercambio térmico con el agua que circula en el intercambiador térmico corriente abajo 32. La corriente de cabeza 80 se separa así en un flujo gaseoso de cabeza 82 y un flujo líquido de pie 84.

[0048] El flujo gaseoso de cabeza 82 es llevado hasta la unidad de generación de vacío 34. Se introduce en un primer eyector 45 en el que es arrastrado por un flujo de vapor motor 150. La mezcla así formada se introduce en el primer condensador 46, para formar un primer condensado 86 y un primer flujo gaseoso 88.

[0049] El primer flujo gaseoso 88 se introduce sucesivamente en un segundo eyector 45, y después en un segundo condensador 46, para formar un segundo condensado 90 y un segundo flujo gaseoso 92.

[0050] El segundo flujo gaseoso 92 se introduce a continuación en un tercer eyector 45, y después en un tercer condensador 46, para formar un tercer flujo gaseoso 94 de gas combustible no condensable y un tercer condensado 96 disponible a una presión ligeramente superior a la presión atmosférica.

[0051] Los condensados 86, 90, 96 son recuperados en un volumen 36 y son separados en una corriente de hidrocarburos condensados 98 y una corriente de agua para tratamiento 100.

[0052] El flujo líquido de pie 84 contiene la mayoría del fluido de arrastre introducido en el flujo de fluido de arrastre 52 al pie de la columna de destilación al vacío 16. De hecho, la temperatura de ebullición del fluido de arrastre 52 es inferior a la de la corriente de destilado ligero al vacío 70 y es superior a la del vapor de agua.

[0053] Sin embargo, el fluido de arrastre es más fácil de condensar que el vapor de agua. Esto permite operar con la columna a una presión baja, tal como se describe anteriormente.

[0054] El flujo líquido de pie 84 se introduce en el separador corriente abajo 38 opcional en equilibrio con el flujo gaseoso 82.

[0055] La fracción de pie 112 contiene la mayoría del fluido de arrastre. Es bombeada en la bomba 40 para formar una corriente 114 de reciclado del fluido de arrastre.

[0056] Se extrae una corriente de purga 116 en la corriente de reciclado 114 para disminuir la cantidad de impurezas y conservar una calidad de corriente de reciclado 114 constante y cuya calidad será lo más cercana posible al flujo de arrastre adicional 118. La corriente de purga 116 representa generalmente entre el 5 % en masa y el 20 % en masa de la fracción de pie 112 introducida en la bomba 40. Como variante, el procedimiento se implementa sin reciclado de purga total (de manera que la ausencia de caudal de reciclado se compensa por un caudal suplementario adicional 118).

[0057] En referencia a la figura 1, el resto de la corriente de reciclado 114 se lleva hacia el horno 14 para formar, con una corriente adicional 118 en el fluido de arrastre, el flujo 52 de fluido de arrastre.

[0058] La extracción de la corriente de purga 116 y el aporte suministrado por la corriente adicional 118 permiten renovar el fluido de arrastre que circula en el procedimiento según la invención. Esto garantiza el mantenimiento de una buena calidad de destilación, y una buena aptitud para la condensación del fluido de arrastre, eliminando las fracciones más ligeras acumuladas en su caso.

[0059] Además, el caudal del flujo de fluido de arrastre 52 introducido en la columna de destilación 16 puede controlarse ajustando los caudales respectivos de la corriente de purga 116 y de la corriente adicional 118.

[0060] La tabla 1 mostrada a continuación ilustra los resultados obtenidos por simulación numérica para el primer procedimiento según la invención, en el marco del tratamiento de una carga de hidrocarburos 12 de caudal másico igual a 666,7 t/h resultante de la destilación atmosférica de un crudo de tipo «OURAL». El fluido de arrastre es queroseno procedente de una destilación atmosférica que tiene un punto de corte TBP 145 °C-230 °C, un peso molecular de 152 g/mol y una densidad a 15 °C de 0,781.

[0061] Los resultados obtenidos se comparan con los de un procedimiento del estado de la técnica, en el que

el fluido de arrastre es vapor de agua, estando la instalación desprovista de separador corriente abajo 38 y de bomba de reciclado 40.

Tabla 1

		Estado de la técnica	Figura 1	Ganancia
Condiciones operativas				
Presión operativa de la columna 16	mbar (mmHg)	72 (54)	27 (20)	
Presión de introducción de la corriente 50 en la zona de flash	mbar (mmHg)	105 (79)	50 (37,5)	
Presión de salida del intercambiador 32	mbar (mmHg)	60 (45)	15 (11)	
Temperatura de salida del intercambiador 32	°C	33,5	33,5	
Balance de materiales				
Caudal de vapor de arrastre en la columna 16	t/h	33,5	-	
Caudal total de queroseno en los flujos 52 + 119	t/h	-	115	
Caudal de flujo gaseoso 82	t/h	8,3	5,7	- 31 %
Caudal de corriente 160	t/h	46,9	46,9	=
Caudal de corriente 170	t/h	302,2	302,2	=
Caudal de corriente 180	t/h	115,7	115,7	=
Diseño de los equipos				
Área de los intercambiadores 30	m2	3.480	1.360	- 61 %
Área de los intercambiadores 32	m2	4 x 1.220	2 x 1.150	- 53 %
Caudal de agua de refrigeración	t/h	4.100	3.545	- 13 %
Caudal de agua para producción de vapor	t/h	53,2	22,0	- 59 %
Gas combustible (calentamiento del horno y producción de vapor)		99,6	102,1	+ 2,5 %
Tratamiento final				
Caudal de corriente de agua para tratamiento 100	t/h	53,3	22,4	- 62 %

[0062] La presencia de un fluido de arrastre fácilmente condensable asegura un caudal hacia el grupo de vacío 34 que consume mucho menos vapor motor 150, lo que limita intensamente el consumo global de vapor de agua.

[0063] Asimismo, las temperaturas son más elevadas en la cabeza de columna 16, lo que permite una temperatura del flujo 74 más elevada que en un esquema convencional. De este modo disminuye la viscosidad del flujo 74, lo que reduce el tamaño del primer intercambiador térmico al aire 30.

[0064] Asimismo, se reduce el tamaño del intercambiador térmico corriente abajo 32 debido a que ya no hay vapor de agua para condensar.

[0065] Además, el uso de un fluido de arrastre distinto del vapor de agua limita la cantidad de agua para tratamiento 100 recuperada en el volumen 36.

[0066] Una parte 119 del flujo de fluido de arrastre 52 es derivada en la carga 12 antes de su paso al horno 14 o durante este paso.

[0067] En la figura 2 se ilustra una segunda instalación 130 según la invención. La segunda instalación 130 está destinada a la implementación de un segundo procedimiento de destilación al vacío según la invención.

[0068] A diferencia de la primera instalación 10, el intercambiador térmico corriente abajo 32 de la segunda instalación 130 está dispuesto directamente en la columna de destilación 16, a la altura de la cabeza de la columna,

por encima del lecho superior 43 asociado al extractor superior 30. El intercambiador térmico corriente abajo 32 es en este caso un intercambiador térmico de placas de baja pérdida de carga (normalmente inferior a 7 mbar (5 mmHg), especialmente del orden de 1,3 mbar (1 mmHg)).

[0069] A diferencia del procedimiento representado en la figura 1, los vapores de cabeza que forman la corriente de cabeza 80 procedente de la destilación en la columna de destilación al vacío 16 penetran en el intercambiador térmico 32 dentro de la columna de destilación al vacío 16, por arriba. La corriente de cabeza 80 se condensa en el intercambiador térmico 32.

[0070] Como antes, se extrae un flujo gaseoso 82 del intercambiador térmico 32, para llevarlo hacia la unidad de generación de vacío 34 y se recupera un flujo líquido de pie 84 en la parte baja del intercambiador térmico 32, para llevarlo al separador corriente abajo 38.

[0071] La tabla mostrada a continuación ilustra los resultados obtenidos para el segundo procedimiento según la invención, en el marco del tratamiento de una carga de hidrocarburos 12 de caudal másico igual a 666,7 t/h, resultante de la destilación atmosférica de un crudo de tipo «OURAL». El fluido de arrastre es queroseno procedente de una destilación atmosférica que tiene un punto de corte TBP 145 °C-230 °C, un peso molecular de 152 g/mol y una densidad a 15 °C de 0,781.

[0072] Los resultados obtenidos se comparan con un procedimiento del estado de la técnica, en el que el fluido de arrastre es vapor, estando la instalación desprovista de separador corriente abajo 38 y de bomba de reciclado 40.

TABLA 2

		Estado de la técnica	**Figura 2**	**Ganancia**
Condiciones operativas				
Presión operativa de la columna 16	mbar (mmHg)	72 (54)	17 (12,5)	
Presión de introducción en la zona de flash de corriente 54	mbar (mmHg)	105 (79)	40 (30)	
Presión de salida del intercambiador 32	mbar (mmHg)	60 (45)	15 (11)	
Temperatura de salida del intercambiador 32	°C	33,5	30	
Balance de materiales				
Caudal de vapor de arrastre en la columna 16	t/h	33,5	-	
Caudal total de queroseno en los flujos 52 + 119	t/h	-	65	
Caudal de flujo gaseoso 82	t/h	8,3	5,2	- 37 %
Caudal de corriente 160	t/h	46,9	46,9	=
Caudal de corriente 170	t/h	302,2	302,2	=
Caudal de corriente 180	t/h	115,7	115,7	=
Diseño de los equipos				
Área de los intercambiadores 30	m2	3.480	1.683	- 52 %
Área de los intercambiadores 32	m2	4 x 1.220	2.475	- 49 %
Caudal de agua de refrigeración	t/h	4.100	2.423	- 41 %
Caudal de agua para producción de vapor	t/h	53,2	21,8	- 59 %
Gas combustible (calentamiento del horno y producción de vapor)		99,6	95,5	- 4 %
Tratamiento final				
Caudal de corriente 100	t/h	53,3	22,2	- 63 %

[0073] A diferencia del procedimiento representado en la figura 1, el procedimiento ilustrado en la figura 2 presenta una presión en la cabeza de columna todavía más baja, por ejemplo, inferior a 27 mbar (20 mmHg), y

comprendida especialmente entre 13 mbar (10 mmHg) y 20 mbar (15 mmHg).

[0074] Para rendimientos idénticos a los rendimientos de la figura 10 (tasa de recuperación del destilado al vacío pesado idéntica), este esquema reduce el flujo de fluido de arrastre 52 necesario, a la vez que conserva una superficie de intercambio térmico reducida en el intercambiador térmico corriente abajo 32, y en los intercambiadores 30.

[0075] Al ser reducida la cantidad de fluido de arrastre inyectada en la columna de destilación al vacío 16, se reduce así el consumo de gas combustible destinado a la vaporización del fluido de arrastre, lo que disminuye notablemente el consumo global de gas combustible.

[0076] Además, se reduce el consumo de agua de refrigeración, teniendo en cuenta la cantidad de fluido de arrastre más baja que debe condensarse en el intercambiador térmico 32.

[0077] En una variante (no representada), el intercambiador 32 está situado en el exterior de la columna de destilación 16. Los rendimientos de esta variante se sitúan entre los rendimientos obtenidos con la instalación representada en la figura 1 y los rendimientos obtenidos con la instalación representada en la figura 2.

[0078] En la figura 3 se ilustra una tercera instalación 140 según la invención. A diferencia de la segunda instalación 130 representada en la figura 2, la instalación 140 incluye un segundo intercambiador térmico corriente abajo 142 dispuesto corriente abajo del primer intercambiador térmico corriente abajo 32 situado en la columna de destilación al vacío 16. El segundo intercambiador térmico corriente abajo 142 está dispuesto fuera de la columna de destilación al vacío 16, y recibe el flujo gaseoso 82 que proviene del primer intercambiador térmico corriente abajo 32.

[0079] El segundo intercambiador térmico corriente abajo 142 es un intercambiador térmico de placas y de baja pérdida de carga (normalmente inferior a 7 mbar (5 mmHg), especialmente del orden de 1,3 mbar (1 mmHg)). En este caso está provisto de una rampa 143 de pulverización de una corriente de hidrocarburos líquidos 144, normalmente de una corriente que proviene de la instalación de destilación atmosférica. La corriente de hidrocarburos líquidos 144 es por ejemplo una corriente de destilado pesado atmosférica («HAGO» o «Heavy Atmospheric Gas Oil» en inglés).

[0080] El tercer procedimiento de destilación al vacío según la invención difiere del segundo procedimiento en que el flujo de cabeza 82 producido en el primer intercambiador térmico corriente abajo 32 se introduce en el segundo intercambiador térmico 142. El flujo de cabeza 82 está condensado al menos parcialmente, por una parte, gracias a la absorción generada por la introducción del fluido 144 y, por otra parte, por intercambio térmico con agua.

[0081] Se produce un condensado adicional 146 en el pie del segundo intercambiador térmico corriente abajo 142, siendo el resto del flujo gaseoso 82 introducido en la unidad de generación de vacío 34, tal como se describe anteriormente. El condensado adicional se recoge en el volumen 36.

[0082] La tabla mostrada a continuación ilustra los resultados obtenidos para el tercer procedimiento según la invención, en el marco del tratamiento de una carga de hidrocarburos 12 de caudal másico igual a 666,7 t/h resultante de la destilación atmosférica de un crudo de tipo «OURAL». El fluido de arrastre es queroseno.

[0083] Los resultados obtenidos se comparan con un procedimiento del estado de la técnica, en el que el fluido de arrastre es vapor, estando la instalación desprovista de separador corriente abajo 38 y de bomba de reciclado 40.

TABLA 3

		Estado de la técnica	**Figura 3**	**Ganancia**
Condiciones operativas				
Presión operativa de la columna 16	mbar (mmHg)	72 (54)	17 (12,5)	
Presión de introducción en la zona de flash de corriente 50	mbar (mmHg)	105 (79)	40 (30)	
Presión de salida del intercambiador 32	mbar (mmHg)	60 (45)	15 (11)	
Temperatura de salida del intercambiador 32	°C	33,5	30	
Balance de materiales				
Caudal de vapor de arrastre	t/h	33,5	-	

(continuación)

		Estado de la técnica	Figura 3	Ganancia
Condiciones operativas				
Caudal total de queroseno en las corrientes 52 + 119	t/h	-	65	
Caudal de flujo gaseoso 82	t/h	8,3	3,3	- 60 %
Caudal de corriente 160	t/h	46,9	46,9	=
Caudal de corriente 170	t/h	302,2	302,2	=
Caudal de corriente 180	t/h	115,7	115,7	=
Diseño de los equipos				
Área de los intercambiadores 30	m2	3.480	1.683	- 52 %
Área de los intercambiadores 32, 142	m2	4 x 1.220	2475+ 302	- 42 %
Caudal de agua de refrigeración	t/h	4.100	2.493	- 39 %
Caudal de agua para producción de vapor	t/h	53,2	18,7	- 65 %
Gas combustible (calentamiento del horno y producción de vapor)		99,6	93,7	- 6 %
Tratamiento final				
Caudal de corriente 100	t/h	53,3	19,1	- 68 %

[0084] El tercer procedimiento según la invención reduce aún más el consumo de vapor de la unidad de generación de vacío 34. Así, el consumo global de combustible en el procedimiento se reduce todavía más, así como la cantidad de agua para tratamiento 100 producida.

[0085] Tal como se indica anteriormente, los procedimientos según la invención reducen considerablemente el consumo de recursos, especialmente de agua de refrigeración y de vapor de agua, lo que disminuye los costes de explotación de la instalación, a la vez que se conserva un procedimiento que permite alcanzar rendimientos ambiciosos de tasas de recuperación de destilados al vacío.

[0086] En el procedimiento según la invención, y tal como se indica anteriormente, el caudal de corriente adicional 118 en el fluido de arrastre puede controlarse independientemente de la naturaleza y del caudal de la carga 12, e independientemente del caudal de corriente de reciclado 114. Esto último permite suministrar la cantidad y la calidad de fluido de arrastre 52 necesarias para la calidad de destilación.

[0087] Ventajosamente, la relación entre el caudal másico del fluido de arrastre 52 introducido en la columna de destilación al vacío 16 y el caudal másico de la corriente de fondo neta 190 recuperado en el fondo de la columna de destilación al vacío 16 (después de derivación de una corriente de temple reenviada hacia la columna de destilación al vacío 16) es superior a 80 kg de fluido de arrastre para 1.000 kg de corriente de fondo neta recuperada en el fondo de la columna de destilación al vacío 16 y está comprendida especialmente entre 80 kg y 800 kg de fluido de arrastre para 1.000 kg de corriente de fondo neta recuperada en el fondo de la columna de destilación al vacío 16.

[0088] Además, la calidad del fluido de arrastre 52 usado, constituido por una mezcla de hidrocarburos que presenta una temperatura media de ebullición ponderada (Tmav) comprendida entre 150 °C y 250 °C, ventajosamente entre 190 °C y 210 °C, está perfectamente controlada en el procedimiento según la invención.

[0089] Dicho fluido es óptimo ya que asegura un arrastre eficaz de la carga 12, a la vez que es fácilmente condensable a presión muy baja en la cabeza de la columna de destilación al vacío 16, y por tanto reciclable a través de la corriente líquida 114.

[0090] El fluido 52 presenta la ventaja de poder ser recuperado casi totalmente en la corriente de cabeza de columna 80. Esto permite el reciclado y evita la extracción de fluido de arrastre 52 en las corrientes de destilado 160, 170, 180 en particular en la corriente 160 de destilado ligero al vacío.

[0091] Ventajosamente, se recupera más del 95 % en masa del fluido de arrastre 52 introducido en la columna de destilación al vacío 16 de la columna de destilación al vacío 16 en el flujo 112 por medio de la corriente de cabeza de columna 80 después de condensación.

[0092] Así, no es necesario introducir vapor como complemento en el fluido de arrastre 52, lo que limita la presión en la columna de destilación al vacío 16, lo cual permite reducir el consumo en recursos y reducir el tamaño de ciertos equipos a la vez que se obtiene un arrastre óptimo de la carga 12.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de destilación al vacío de una carga (12) de hidrocarburos que comprende las etapas siguientes:

- calentamiento de la carga (12);
- introducción de la carga (12) en una zona de flash (N1) de una columna de destilación al vacío (16);
- extracción de al menos una corriente de destilado (58, 64, 70) en un nivel intermedio (N3, N4, N5) de la columna de destilación al vacío (16);
- arrastre, en la cabeza de la columna de destilación al vacío (16), de una corriente de cabeza de columna (80);
- condensación parcial de la corriente de cabeza de columna (80) para recuperar un flujo líquido (84) y un flujo gaseoso (82);
- paso del flujo gaseoso (82) a través de una unidad de generación de vacío (34) y recuperación de al menos un condensado (86, 90, 96) y de una fracción gaseosa de gas no condensable (94);

incluyendo el procedimiento la introducción en la columna de destilación al vacío (16) de un flujo (52) de un fluido de arrastre de la carga (12), **caracterizado porque** el fluido de arrastre está constituido por una mezcla de hidrocarburos que presenta una temperatura media de ebullición ponderada (Tmav) comprendida entre 150 °C y 250 °C ventajosamente entre 190 °C y 210 °C.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el fluido de arrastre está constituido por queroseno.

3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende una etapa de formación de una corriente (114) de reciclado del fluido de arrastre, a partir del flujo líquido (84).

4. Procedimiento según la reivindicación 3, que comprende la extracción, en la corriente de reciclado del fluido de arrastre (114), de una corriente (116) de purga de una parte del fluido de arrastre, y la introducción, corriente abajo de la extracción de la corriente de purga (116), de una corriente adicional (118) de fluido de arrastre, formando la corriente de reciclado del fluido de arrastre (114) al menos una parte del flujo de fluido de arrastre (52).

5. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2 en el que el fluido de arrastre está constituido en su totalidad por una corriente adicional (118), de manera que no se recicla ninguna corriente procedente del flujo líquido (84) en el flujo (52) de fluido de arrastre introducido en la columna de destilación al vacío (16).

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la introducción del flujo de fluido de arrastre calentado (54) en la columna de destilación al vacío (16), en un nivel (N2) situado por debajo del nivel (N1) de introducción de la carga (12).

7. Procedimiento según la reivindicación 6, que comprende la derivación de una parte (119) del flujo de fluido de arrastre (52), antes de su introducción en la columna de destilación al vacío (16), y su introducción en la carga (12).

8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de condensación de la corriente de cabeza de columna (80) se implementa en un primer intercambiador térmico corriente abajo (32), ventajosamente un intercambiador térmico de placas, en particular de baja pérdida de carga, estando el primer intercambiador térmico corriente abajo (32) dispuesto en la columna de destilación al vacío (16) o en el exterior de la columna de destilación al vacío (16).

9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de condensación de la corriente de cabeza de columna (80) se implementa en un primer intercambiador térmico corriente abajo (32), ventajosamente un intercambiador térmico de placas, en particular de baja pérdida de carga, comprendiendo el procedimiento una etapa de paso del flujo gaseoso (82) procedente del primer intercambiador térmico corriente abajo (32) en un segundo intercambiador térmico corriente abajo (142), para obtener un condensado adicional (146).

10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la etapa de paso del flujo gaseoso (82) en el segundo intercambiador térmico corriente abajo (142) incluye una pulverización de una corriente de hidrocarburos líquidos (144) en el flujo gaseoso (82).

11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de recuperación del o de cada condensado (86, 90, 96) en un volumen (36) y la recuperación en el volumen (36) de una corriente de agua para tratamiento (100) y de una corriente de hidrocarburos recuperados (98).

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de paso del flujo gaseoso (82) a través de una unidad de generación de vacío (34) incluye la introducción del flujo gaseoso en al menos un eyector de vapor (45), para formar una corriente eyectada, y la condensación parcial de la corriente eyectada producida por cada eyector de vapor (45) en un condensador (46).

13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye la vaporización total y el sobrecalentamiento del fluido de arrastre (52) antes de su introducción en el fondo de la columna de destilación al vacío (16).

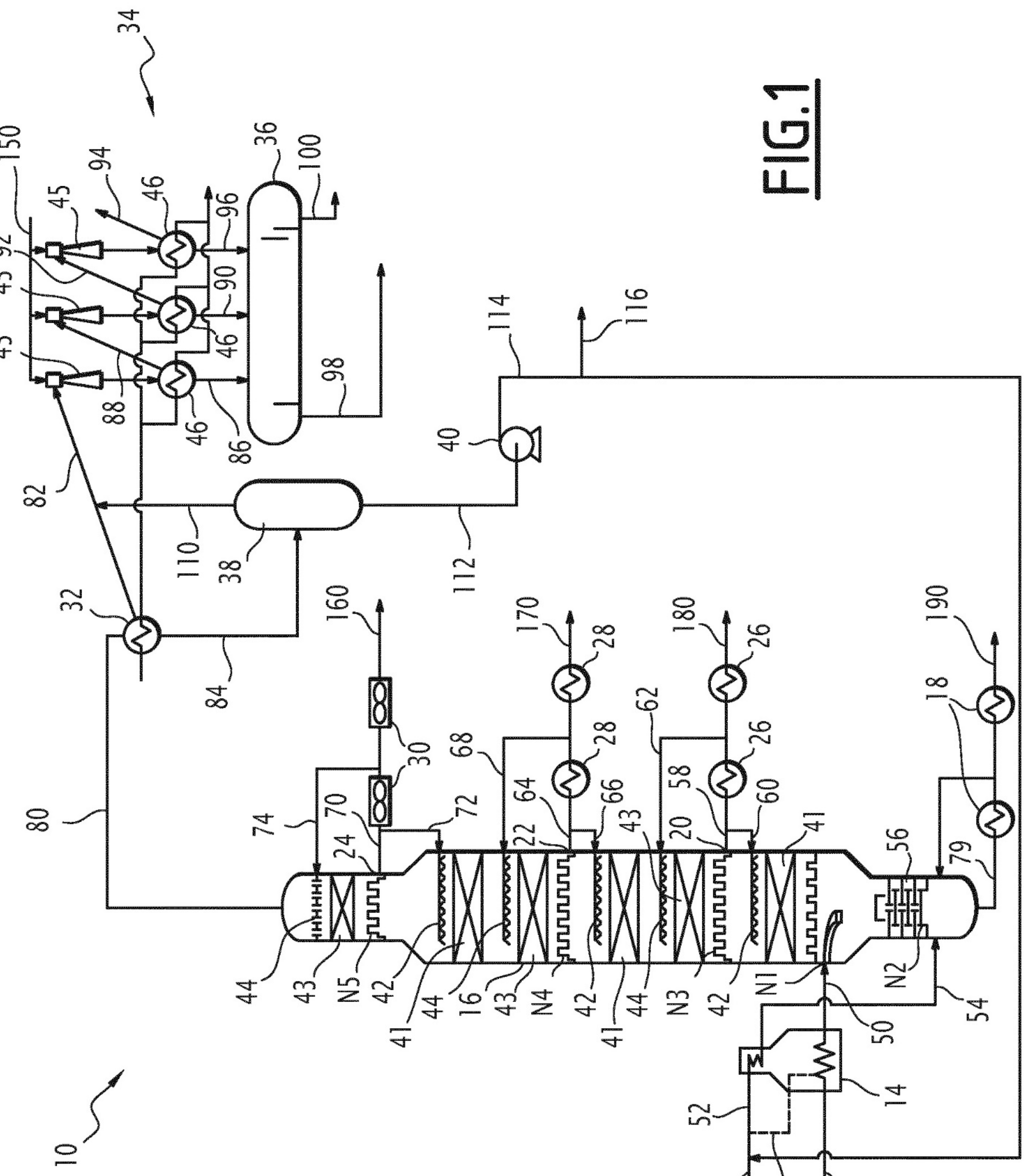
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
41
42
43
44
45
46
50
52
54
56
58
60
62
64
66
68
70
72
74
79
80
82
84
86
88
90
92
94
96
98
100
110
112
114
116
118
119
150
160
170
180
190
N1
N2
N3
N4
N5

FIG.1

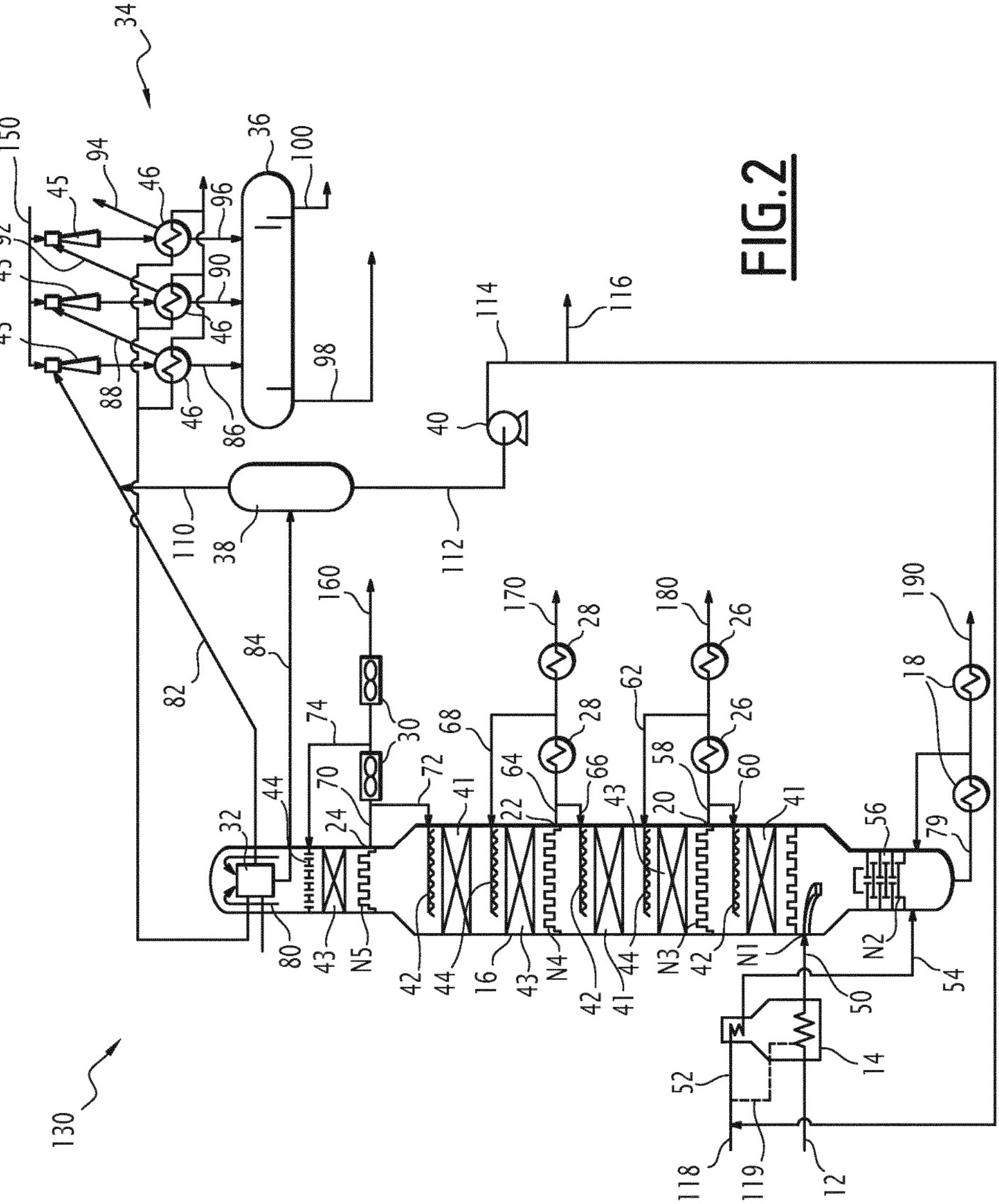
34
150
45
45
45
92
94
46
46
46
36
100
96
90
88
86
98
110
38
112
40
114
116
130
32
44
82
84
160
74
30
30
70
72
24
80
43
N5
42
44
16
43
N4
41
68
64
22
66
170
28
28
62
58
20
60
180
26
26
43
44
42
41
N3
N1
56
79
18
18
190
N2
54
50
14
52
118
119
12

FIG.2

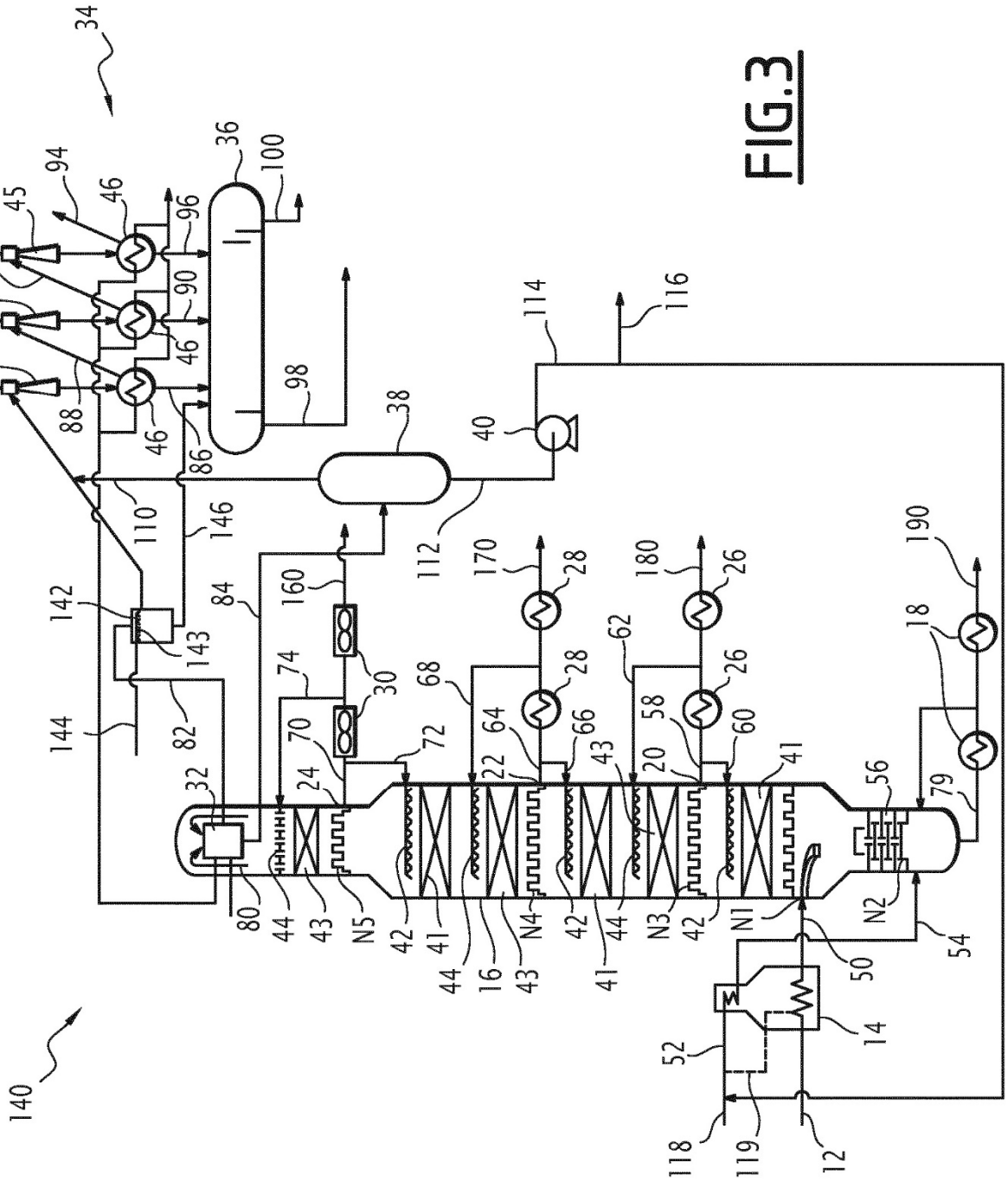
34
150
94
45
46
92
96
36
100
90
88
86
98
38
40
114
116
110
146
112
142
143
84
160
170
28
180
26
190
18
144
82
74
30
68
62
64
66
58
60
70
72
22
43
20
41
56
79
32
24
80
44
N5
42
16
N4
N3
N1
N2
54
50
14
52
118
119
12
140

FIG.3