

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 337**

51 Int. Cl.:

B01D 3/00 (2006.01)

B01D 19/00 (2006.01)

B01D 3/14 (2006.01)

C07C 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.08.2014 PCT/US2014/050813**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.02.2015 WO15026586**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2014 E 14838536 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3036023**

54 Título: **Sistema de fraccionamiento de columnas de extracción y de rectificación en un único recipiente con un diámetro uniforme**

30 Prioridad:

23.08.2013 US 201361869462 P
30.09.2013 US 201314041645

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

22.04.2020

73 Titular/es:

UOP LLC (100.0%)
25 East Algonquin Road, P.O. Box 5017
Des Plaines, Illinois 60017-5017, US

72 Inventor/es:

KING, STEPHEN T.;
KOZUP, STEVEN y
ZHU, XIN X.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 755 337 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

Sistema de fraccionamiento de columnas de extracción y de rectificación en un único recipiente con un diámetro uniforme

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5 Los hidrocarburos de olefina son valorados para la producción de una variedad de materiales, incluyendo muchos productos petroquímicos. En algunos procesos de deshidrogenación, los hidrocarburos saturados de cadena corta son modificados para formar una olefina correspondiente. Una olefina particularmente útil es el propileno, que es producido por deshidrogenación de propano. El propileno es un producto petroquímico enormemente útil con una demanda en constante crecimiento. El propileno es utilizado en la producción de polipropileno, acrilonitrilo, ácido acrílico, acroleína, y muchos otros compuestos útiles. El polipropileno es utilizado ampliamente en muchos productos de consumo e industriales.

10 Los procesos de deshidrogenación de propano que producen olefinas tales como el propileno pueden incluir la alimentación de propano a una unidad de deshidrogenación donde es deshidrogenado utilizando un catalizador para formar propileno. Un compresor comprime el efluente de la unidad de deshidrogenación a alta presión para recuperar propano y propileno sin reaccionar en una sección de recuperación. El efluente del reactor comprimido es enfriado para maximizar la recuperación de propano y propileno.

15 La corriente del producto hidrocarbonado puede ser enviada desde la unidad de recuperación a una columna de destilación del des-etanizador donde se recuperan el etano y los componentes más ligeros como un gas de la parte alta, y el propano y el propileno, y los compuestos pesados de ebullición son retirados como fondos. Estos fondos son enviados entonces a una columna de destilación del separador de propileno donde el propileno es recuperado como un líquido de la parte alta y el propano sin reaccionar de los fondos puede ser reciclado nuevamente a la unidad de deshidrogenación.

20 Estos procesos a menudo requieren una entrada significativa de energía para hervir, presurizar y de otra manera procesar las diferentes operaciones. Las demandas significativas de energía conducen a altos costes y otras desventajas. Se han proporcionado ejemplos de columnas que comprenden una columna de rectificación y una columna de extracción una por encima de la otra en los sistemas de la técnica anterior en los documentos US2108659 y CN1134931 A.

RESUMEN DE LA INVENCION

25 Un aspecto de la invención es un sistema de fraccionamiento. El sistema de fraccionamiento incluye una columna de rectificación que tiene una entrada de alimentación entre una placa superior y una inferior, una entrada de reflujo en la placa superior, una entrada de fluido en la placa inferior, una salida de producto de la parte alta en la primera placa, y un salida de fondos en la placa inferior; un equipo de transferencia calorífica lateral de la columna de rectificación en comunicación con la columna de rectificación; una columna de extracción que tiene una entrada de fluido en una placa superior, una salida de la parte alta en la placa superior y una salida de fondos en la placa inferior, estando la salida de fondos de la columna de rectificación en comunicación fluida con la entrada de fluido de la columna de extracción, estando la salida de la parte alta de la columna de extracción en comunicación fluida con la entrada de fluido de la columna de rectificación; un equipo de transferencia calorífica de columna de extracción en comunicación con la columna de extracción; y estando la columna de rectificación y la columna de extracción en un único recipiente que tiene un diámetro uniforme, estando la columna de rectificación situada encima de la columna de extracción; en donde la columna de extracción comprende una disposición apilada lado a lado de bandejas de fraccionamiento, en donde la parte inferior de la primera pila está en comunicación líquida con la parte superior de la segunda pila en donde la parte superior de la segunda pila está en comunicación de vapor con la parte inferior de la primera pila.

30 Otro aspecto de la invención es un proceso de separación de una corriente de alimentación. El proceso incluye introducir la corriente de alimentación en un sistema de fraccionamiento que comprende una columna de rectificación y una columna de extracción, estando la columna de rectificación y la columna de extracción en un único recipiente que tiene un diámetro uniforme, estando la columna de rectificación posicionada encima de la columna de extracción, siendo introducida la corriente de alimentación en una entrada de alimentación de la columna de rectificación, la entrada de alimentación entre una placa superior y una placa inferior, la columna de rectificación tiene una entrada de reflujo en la placa superior, una entrada de fluido en la placa inferior, una salida de producto de la parte alta en la primera placa, y una salida de fondos en la placa inferior. La corriente de alimentación es separada en la columna de rectificación en una corriente de producto de la parte alta y una corriente de fondos. La corriente de fondos procedente de la columna de rectificación es introducida en una entrada de fluido en la columna de extracción, la entrada de alimentación en la parte superior de la columna de extracción, teniendo la columna de extracción una salida de la parte alta en la placa superior, y una salida de fondos en la placa inferior. La corriente de fondos procedente de la columna de rectificación es separada en una corriente de la parte alta y una corriente de fondos en la columna de extracción. La corriente de la parte alta procedente de la columna de

extracción es introducida en la entrada de fluido de la columna de rectificación. Una parte de la corriente de producto de la parte alta de la columna de rectificación es sometida a reflujo a la entrada de reflujo de la columna de rectificación. Al menos una parte de la corriente de fondos procedente de la columna de rectificación es recalentada en un equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación, y al menos una parte de la corriente de fondos procedente de la columna de extracción es recalentada en un equipo de transferencia calorífica de la columna de extracción; en donde la columna de extracción comprende una disposición apilada lado a lado de bandejas de fraccionamiento, en donde la parte inferior de la primera pila está en comunicación líquida con la parte superior de la segunda pila y en donde la parte superior de la segunda pila está en comunicación de vapor con la parte inferior de la primera pila, comprendiendo además: bombear el líquido desde la parte inferior de la primera pila a la parte superior de la segunda pila; y dirigir el flujo de vapor desde la parte superior de la segunda pila a la parte inferior de la primera pila.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 ilustra una realización de un proceso para producir propileno.

La Fig. 2 ilustra una realización de una sección de destilación utilizada en el proceso de la Fig. 1.

15 La Fig. 3 ilustra otra realización de un proceso para producir propileno.

La Fig. 4 ilustra una realización de una sección de destilación utilizada en el proceso de la Fig. 3.

La Fig. 5 ilustra una realización de una sección de destilación que puede ser utilizada en el proceso de la FIG. 3.

La Fig. 6 ilustra una realización de una sección de destilación de la presente descripción que puede ser utilizada en el proceso de la FIG. 3.

20 La Fig. 7 ilustra otra realización de una sección de destilación de la presente invención que puede ser utilizada en el proceso de la FIG. 3.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Se ha desarrollado un sistema de fraccionamiento que utiliza una única columna de rectificación con una columna de extracción alojada en el mismo recipiente y que tiene un diámetro uniforme. Esta disposición reduce el capital y los costes operativos en comparación con un sistema con dos columnas de rectificación o un único recipiente estampado que contiene las columnas de rectificación y de extracción.

El sistema de fraccionamiento también simplifica el control y el funcionamiento del fraccionamiento porque solo hay una línea de reflujo en lugar de dos.

30 Al considerar diferentes realizaciones de la invención ilustradas en este documento, se apreciará que la invención encontrará utilidad en aplicaciones para la producción de olefinas a partir de parafinas en general y no se limita a la producción de propileno. Sin embargo, existe una utilidad significativa cuando las realizaciones de la invención son puestas en práctica con propileno con el resultado de que las realizaciones ejemplares correspondientes han sido seleccionadas para su ilustración en este documento.

35 Con referencia ahora a las Figuras, la Fig. 1 es un esquema de un ejemplo de un proceso de la técnica anterior para producir propileno. La corriente 10 de alimentación es alimentada a una sección 15 de destilación donde se retiran los contaminantes en la corriente 10 de alimentación. La corriente 10 de alimentación puede contener diferentes componentes, siendo un ejemplo al menos 95% de propano (en peso), con impurezas que incluyen etano, y butanos. Una corriente 20 de salida de la sección de destilación, que puede ser predominantemente propano, es enviada a un reactor 25, donde es hecha reaccionar con un catalizador para producir propileno. El efluente del reactor puede ser enfriado para mejorar la recuperación de hidrocarburo (no ilustrado).

40 Una corriente 30 de salida del reactor que contiene propileno (con algo de etano y potencialmente otras impurezas) es enviada a una columna 35 de des-etanizador donde las impurezas tales como hidrógeno, metano, etano, y etileno son retiradas como el vapor 40 de la parte alta. El producto propileno y el propano sin reaccionar son tomados como una corriente 45 de fondos de des-etanizador a un separador 50 de olefina. Una corriente 55 de la parte alta del separador contiene un alto porcentaje de propileno. Una corriente 60 de fondos del separador que contiene propano sin reaccionar y al menos algunos componentes pesados de ebullición son reciclados de nuevo a la sección 15 de destilación para la retirada de los componentes pesados de ebullición.

50 Una corriente 65 de salida de separador adicional que contiene al menos algo, y en algunos casos tanto como el 100% de propileno en fase de vapor, es comprimida en un compresor 70 de bomba de calor (que puede ser denominado por conveniencia como "HPC 70"). La corriente 75 de salida de HPC calienta una parte 76 de la corriente 60 de fondos del separador en el intercambiador de calor 78 y es reciclada al separador 50.

La Fig. 2 muestra una realización de una sección 15 de destilación de la técnica anterior. La corriente 10 de alimentación es alimentada a una columna despropanizadora 80 donde es separada en una corriente 85 de la parte alta y una corriente 90 de fondos. La corriente 85 de la parte alta es enfriada en un intercambiador de calor 95 y enviada a un receptor 100 de la parte alta de la columna (o acumulador). La corriente condensada 105 es separada en la corriente 110 de reflujo que es enviada a la columna despropanizadora 80 y a la corriente 20 de salida de la sección de destilación.

Una parte 115 de la corriente 90 de fondos es recalentada en un equipo 120 de transferencia calorífica de vapor y devuelta a la columna despropanizadora 80.

En sistemas de la técnica anterior como este, es deseable conseguir una tasa de recuperación tan alta como sea posible en la columna de destilación; las corrientes de reciclaje y de fondos deberían ser lo más bajas posible en el combustible sin reaccionar (por ejemplo, propano). En muchos métodos y sistemas de la técnica anterior, se describieron tasas de recuperación superiores al 99%, con el resultado de que las corrientes de reciclaje y de fondo incluían menos del 1% de combustible sin reaccionar (por ejemplo, propano).

En algunos sistemas y métodos de la técnica anterior, los compresores de bomba de calor tales como el HPC 70 producen un exceso de calor que se pierde en el entorno. La Fig. 3 ilustra una realización de una sección 15 de destilación diseñada para capturar el exceso de calor a través de una segunda corriente 120 de salida de HPC que es utilizada valiosamente a través del equipo 125 de transferencia calorífica, como se ha descrito en la Publicación de los EE.UU. Nº 2013/0131417. Se han conseguido de este modo importantes ventajas, eficiencias y ahorros de coste.

En esta realización, una segunda corriente 120 de salida de HPC de mayor presión y temperatura es enviada a un intercambiador de calor 125 de sección de destilación donde es utilizada para calentar una corriente 130 de sección de destilación que incluye propano sin reaccionar. El intercambiador de calor 125, así como otros intercambiadores de calor tratados en este documento, pueden ser de cualquier diseño convencional, siendo un ejemplo un diseño de tubo en carcasa de contraflujo y otro ejemplo la utilización de tecnologías de alta transferencia de calor tales como Highflux™ (disponible en UOP LLC; Des Plaines, Illinois; EE.UU.) o intercambiadores de placas. En algunas realizaciones (pero no en todas), el intercambiador de calor 125 puede ser un equipo de transferencia calorífica, y puede hacer referencia a él en este documento en algunas realizaciones como tal. La segunda corriente 120 de salida de HPC puede entonces ser enviada al separador 50 como reflujo (como se ha ilustrado) o puede ser enviada a otros componentes tales como un depósito de recogida de propileno (no ilustrado).

En un ejemplo de esta realización de la sección 15' de destilación como se ha mostrado en la Fig. 4, hay una primera y segunda columnas 150 y 155 dispuestas en serie. En algunas realizaciones, estas columnas pueden ser denominadas columnas despropanizadoras que reflejan su propósito de acondicionar el propano para que sea una alimentación adecuada para el reactor 25. La corriente 10 de alimentación que contiene propano y otros hidrocarburos es alimentada a la primera columna 150 de destilación, donde los componentes de alto punto de ebullición son recuperados en la primera corriente 160 de fondos de la columna de destilación, y el propano es recuperado en la primera corriente 165 de la parte alta de la columna de destilación y enviado a través de un intercambiador de calor 170 para enfriar y luego enviado al reactor 25. La corriente 172 es enviada a la primera y segunda columnas 150 y 155 como reflujo.

La primera corriente 160 de fondos procedente de la columna de destilación que contiene algo de propano así como hidrocarburos de ebullición más pesados es entonces enviada a la segunda columna 155 de destilación para la recuperación del propano y la concentración de los hidrocarburos de alto punto de ebullición.

La primera corriente 160 de fondos procedente de la columna de destilación ha sido ilustrada como una corriente de fondos procedente de la primera columna 150 de destilación. Sin embargo, se apreciará que esta primera corriente 160 de fondos procedente de la columna de destilación podría extraerse de la primera columna 150 de destilación en diferentes ubicaciones según se desee, y por lo tanto, que la utilización del término "corriente de fondos" es solo por conveniencia y no está destinado a limitar el alcance de la invención. Esto también se aplica a otros usos de "fondos" en este documento cuando se realizan en este contexto.

Una corriente 175 de la parte alta de la columna de destilación procedente de la segunda columna 155 de destilación que contiene una alta proporción de propano es combinada con la primera corriente 165 de la parte alta de la columna de destilación y enviada al reactor 25. Un segundo equipo 180 de transferencia calorífica de la columna de destilación calienta una segunda corriente 185 de reciclaje de fondo de la columna de destilación. Una segunda corriente 190 de fondos de la columna de destilación que contiene componentes más pesados es retirada para su utilización cuando se desee.

Diseñar la primera y segunda columnas 150 y 155 de destilación de esta manera permitió la explotación del calor del HPC 70 (Fig. 3) que en la técnica anterior se perdió en el entorno. El primer equipo 125 de transferencia calorífica de la columna de destilación extrae calor de la segunda corriente 120 de salida de HPC para calentar una primera corriente 130 de reciclaje de la columna de destilación. La primera columna 150 de destilación y HPC 70 (Fig. 3) han

sido diseñados de modo que el punto de ebullición de la primera corriente 130 de reciclaje de la columna de destilación sea inferior a la temperatura de la segunda corriente 120 de salida de HPC para hacer esto factible. Esto se puede lograr en muchas configuraciones particulares diferentes variando las temperaturas operativas, presiones, caudales, recuperación de propano en la primera columna 150 de destilación, número de etapas o bandejas en la primera y segunda columnas 150 y 155 de destilación, y otros parámetros. Sin embargo, se han descubierto algunos parámetros de diseño que se cree que proporcionan beneficios y ventajas particularmente útiles.

Por ejemplo, la primera columna 150 de destilación fue diseñada y hecha funcionar de modo que el punto de ebullición de la primera corriente 130 de reciclaje de la columna de destilación no fuera más de aproximadamente 60 °C. La primera corriente 130 de reciclaje de la columna de destilación (así como la primera corriente 160 de fondos de la columna de destilación, que generalmente es de calidad consistente con la de la corriente 130 de reciclaje) también contenía una cantidad significativa de propano sin reaccionar, que en algunas realizaciones es al menos aproximadamente el 5% (en peso). Las cantidades de recuperación más bajas en este sistema se utilizaron para asegurar que podría explotarse el calor de la segunda corriente 120 de salida de HPC. Esto también se puede expresar en términos de la diferencia en la calidad de la primera corriente 130 de reciclaje de la columna de destilación, así como la primera corriente 160 de fondos de la columna de destilación en comparación con la segunda corriente 190 de fondos de la columna de destilación. En algunas realizaciones, fue útil funcionar con la primera corriente 160 de fondos de la columna de destilación/primer corriente 130 de reciclaje de destilación que tenía un punto de ebullición que era al menos 20 °C más bajo que el de la segunda corriente 190 de fondos de la columna de destilación. La calidad de la primera corriente 130 de reciclaje de fondos de la columna de destilación 130 puede afectar el nivel de presión deseado y, de este modo, la eficiencia energética de utilizar la segunda corriente 120 de salida de HPC para este propósito. Los parámetros de diseño incluyen el diseño del intercambiador, el caudal, y el diferencial de temperatura entre el punto de ebullición de la primera corriente 130 de reciclaje de la columna de destilación y la temperatura de la segunda corriente 120 de salida de HPC. En muchas situaciones, fue útil mantener un diferencial de temperatura entre el punto de ebullición de la primera corriente 130 de reciclaje de la columna de destilación y la temperatura de la segunda corriente 120 de salida de HPC (con la segunda corriente 120 de salida de HPC más caliente que la primera corriente 130 de reciclaje de la columna de destilación) de al menos 5 °C para asegurar que el calor de la segunda corriente 120 de salida de HPC podría ser utilizado para recalentar la primera corriente 130 de reciclaje de la columna de destilación. En algunas realizaciones, la segunda corriente 120 de salida de HPC es comprimida a una presión de al menos 25 kg/m². Cuando se comprimió a 30 kg/m², la segunda corriente 120 de salida de HPC en algunas realizaciones tenía una temperatura de condensación de 68 °C, haciéndola útil como fuente de calor para corrientes de reciclaje que tienen puntos de ebullición por debajo de 60 °C.

La corriente 190 de fondos de la segunda columna 155 de destilación es generalmente consistente con las corrientes de fondos de columnas de destilación individuales. Tiene un contenido de propano sin reaccionar mucho más bajo que la corriente 160 de fondos de la primera columna 150 de destilación y una concentración correspondientemente mayor de hidrocarburos de cadena más larga, con un punto de ebullición de 100 °C o más. Por consiguiente, el segundo equipo 180 de transferencia calorífica de la columna de destilación puede requerir una corriente de presión baja o incluso media u otro medio calentado adecuado.

En una realización, la primera columna se especificó con 56 bandejas para recuperar el 10% del material C₃ en los fondos netos y para mantener 100 mppm de nC₄ + C₄ = (butano normal y olefina C₄) en el vapor de la parte alta. La segunda columna tenía 67 bandejas y se especificó para recuperar el 0,5% de la alimentación del material C₃ al sistema despropanizador en los fondos netos mientras se mantenían las 100 mppm de nC₄ + C₄ = en el vapor de la parte alta. Juntos, el sistema despropanizador recupera el 99,5% del material C₃ en la parte alta neta con 100 mppm de nC₄ + C₄ = pureza neta de la parte alta. El sistema de dos columnas permite una temperatura inferior de fondos de la primera columna para que pueda volver a hervir con la descarga de la segunda etapa (HPC2) del compresor de la bomba de calor.

Aunque la Fig. 4 ilustra dos columnas 150 y 155 de destilación dispuestas en serie, podrían utilizarse tres o más columnas en otras realizaciones.

Sin embargo, los costes de capital y operativos para dos grandes columnas despropanizadoras son altos. Sería deseable reducir los costes de capital, o los costes operativos, y preferiblemente ambos para la sección de destilación.

Se desarrolló un sistema de fraccionamiento con una columna de rectificación y una columna de extracción en el mismo recipiente, como se ha descrito en la Solicitud de los EE.UU. Nº de Serie 14/041.565, titulada FRACTIONATION SYSTEM AND METHOD INCLUDING DEPROPANIZER COLUMN AND BOTTOMS STRIPPING COLUMN (SISTEMA Y MÉTODO DE FRACCIONAMIENTO QUE INCLUYE COLUMNA DESPROPANIZADORA Y COLUMNA DE EXTRACCIÓN DE FONDO), (Attorney Docket Nº H0039557-01), presentada en la misma fecha que la presente.

En esta disposición, como se ha ilustrado en la FIG. 5, la columna de extracción 285 es apilada debajo de la columna 280 de rectificación en una disposición estampada. Una bandeja 290 de acumulación de líquido separa la columna 280 de rectificación de la columna 285 de extracción.

ES 2 755 337 T3

La alimentación 10 es introducida en la columna 280 de rectificación.

5 La corriente 335 de la parte alta de la columna 280 de rectificación es enfriada en un intercambiador de calor 340 y enviada a un receptor 345 de la parte alta de la columna. La corriente condensada 350 es separada en una corriente de reflujo 355 que es enviada a la columna 280 de rectificación y a la corriente 20 de salida de la sección de destilación.

El líquido procedente de la bandeja 290 de acumulación de líquido fluye a través de la bajante 310 hacia la bandeja S1 de la columna 285 de extracción, y el vapor procedente de la bandeja S1 fluye hacia arriba a través del elevador 315 de vapor de la bandeja 295 del acumulación de líquido hacia el fondo de la columna 280 de rectificación.

10 El equipo 295 de transferencia calorífica de la columna de rectificación se alimenta de la bandeja 290 de acumulación de líquido. La segunda corriente 300 de salida de HPC es utilizada para calentar la corriente 305 de reciclaje. La entrada y la salida para la corriente 305 de reciclaje están en el espacio entre la bandeja inferior de la columna 280 de rectificación y la bandeja 290 de acumulación de líquido.

15 La corriente 320 de fondos de la columna de extracción que contiene componentes más pesados es retirada. La corriente 325 de reciclaje es calentada en el equipo 330 de transferencia calorífica de vapor y devuelta a la columna 285 de extracción.

La temperatura de fondos de la columna de rectificación puede ser especificada para mantener la diferencia de temperatura media logarítmica (LMTD) y el trabajo del equipo de transferencia calorífica de recuperación de calor igual para permitir que la presión de descarga del HPC2 esté dentro de un intervalo económico.

20 La columna de extracción es especificada de modo que el sistema de fraccionamiento mantenga la recuperación del 99,5% del material C₃ en la carga neta requerida para los procesos de deshidrogenación de propano. Para conseguir esta recuperación, la temperatura de fondos de la columna de extracción es ajustada a 104,4 °C (220 °F) con una presión despropanizadora de la parte alta de 1.765 MPa (g) (256 psig). Esto permite que la columna de extracción retire o quite el material C₃ del material pesado C₄₊ para que el valioso material C₃ pueda ser enviado de nuevo a la columna de rectificación como vapor. La temperatura de 104,4 °C (220 °F) está en el intervalo de 276 kPa (g) (40 psig) de vapor como el medio de calentamiento para el equipo de transferencia calorífica de la columna de extracción. Por ejemplo, la columna de rectificación podría estar dimensionada para bandejas de tamizado con un diámetro de columna de 3.965 m (13'), mientras que la columna de extracción podría estar dimensionada con bandejas de tamizado con un diámetro de columna de 1.525 m (5'). Los recuentos de la bandeja de columna y la ubicación de alimentación de la columna de rectificación pueden ser optimizados para conseguir el consumo mínimo.

30 Sin embargo, las columnas estampadas son más caras de fabricar que las columnas que tienen el mismo diámetro en todo momento debido a la sección de cono entre las dos secciones y al momento de viento aumentado. Por lo tanto, sería deseable tener una columna con el mismo diámetro tanto para la sección de rectificación como para la de extracción. El desafío es cómo diseñar las columnas internas para acomodar un único diámetro para ambas secciones.

35 Se consiguió un diámetro único utilizando bandejas que permitieron una reducción en el diámetro de la columna de rectificación y bandejas que permitieron un aumento en el diámetro de la columna de extracción.

40 En una realización mostrada en la FIG. 6, las bandejas en la columna 400 de rectificación y la columna 405 de extracción se extienden a través de la columna. El diámetro de la columna 400 de rectificación determina el diámetro total del recipiente.

Las bandejas en la columna 400 de rectificación son bandejas de alto rendimiento. Las bandejas de alto rendimiento pueden acomodar más vapor y líquido que las bandejas convencionales. Las bandejas de alto rendimiento adecuadas incluyen, pero no están limitadas a, bandejas MD™, bandejas ECMD™ y bandejas SimulFlow™ (disponibles en UOP LLC) y otras bandejas de alto rendimiento o de capacidad aumentada.

45 Hay una bandeja 410 de acumulación de líquido que separa la columna 400 de rectificación y la columna 405 de extracción. La bandeja 410 de acumulación de líquido tiene una bajante 415 para permitir que el líquido fluya hacia la columna 405 de extracción, y un elevador 420 de vapor para permitir que el vapor fluya hacia arriba hacia la columna 400 de rectificación. La bandeja de acumulación de líquido está diseñada con suficiente tiempo de residencia del líquido (por ejemplo, un tiempo de residencia de 30 segundos) para que la entrada del equipo de transferencia calorífica de proceso establezca la vaporización. Adicionalmente, la parte inferior de la boquilla de retorno del equipo de transferencia calorífica estará por encima del nivel de líquido de la bandeja de acumulación para permitir la desaplicación adecuada del vapor/líquido de la línea de retorno (por ejemplo, 45,7 cm (18 pulgadas) por encima del nivel de líquido del acumulador). También, la parte superior de la boquilla de retorno del equipo de transferencia calorífica estará por debajo de la parte superior de la altura del elevador de vapor, de modo que ningún líquido procedente del retorno del equipo de transferencia calorífica se derrame por el elevador de vapor (por ejemplo, 30,5 cm (12 pulgadas) debajo de la parte superior de la altura del elevador de vapor). La distancia entre la

parte superior del elevador de vapor y la bandeja por encima de la bandeja de acumulación será igual al espacio de la bandeja en la sección de la columna por encima de la bandeja de acumulación (típicamente 45,7-61,0 cm (18-24 pulgadas)). El área total del elevador de vapor será suficiente para que el vapor de la columna de extracción pueda ser canalizado y distribuido de manera uniforme en la columna de rectificación con una caída de presión mínima (por ejemplo, el 20% del área total de la sección transversal de la columna). La boquilla de aspiración de entrada del equipo de transferencia calorífica estará ubicada en un sumidero (por ejemplo, el sumidero puede ser 1,5 veces el diámetro de la tubería de la boquilla de aspiración en altura, anchura, y profundidad). La línea de entrada del equipo de transferencia calorífica típicamente estará al ras con el fondo del sumidero para proporcionar un sello contra los líquidos en la línea de entrada del equipo de transferencia calorífica. La distancia entre el sumidero y la bandeja de abajo será igual al espacio de la bandeja (típicamente de 45,7-61,0 cm (18-24 pulgadas)).

La columna 405 de extracción está diseñada con un margen de diseño para acomodar el 40% del trabajo de ebullición en caso de que haya un déficit de aporte de calor del equipo de transferencia calorífica de proceso. Las bandejas están diseñadas para el aumento de carga, y las bandejas de válvula permitirán una reducción suficiente para la entrada de calor deseada procedente del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación.

Las bandejas en la columna 405 de extracción están diseñadas con bajantes más grandes de lo normal y con un número reducido de válvulas para acomodar el diámetro necesario para la columna 400 de rectificación. Pueden ser cualquier tipo de bandejas convencionales. Las bandejas adecuadas para la columna de extracción incluyen, pero están limitadas a, bandejas de válvula y de tamizado.

El equipo 425 de transferencia calorífica de la columna de rectificación está ubicado ligeramente por encima de la cabeza inferior de la columna 400 de rectificación para permitir el drenaje de las líneas del equipo de transferencia calorífica al sumidero para el encendido y el apagado. El equipo 425 de transferencia calorífica de la columna de rectificación se alimenta de la bandeja 410 de acumulación de líquido. La segunda corriente 430 de salida de HPC es utilizada para calentar la corriente 435 de reciclaje. La entrada y la salida del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación para la corriente 435 de reciclaje están en el espacio entre la bandeja inferior de la columna 400 de rectificación y la bandeja 410 de acumulación de líquido, con la salida del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación posicionada por encima de la entrada del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación. Típicamente, la línea de entrada del equipo de transferencia calorífica es un sumidero que tiene una profundidad de diámetro de tubería de 1,5. Esto permite que el líquido procedente de la plataforma de la bandeja de acumulación se drene libremente en la línea de entrada.

Se ha proporcionado una válvula 440 de estrangulamiento de entrada en la línea de entrada del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación para permitir que el equipo de transferencia calorífica esté ubicado en un nivel inferior al requerido para una vaporización del 33%. Esta válvula regulará la circulación del equipo de transferencia calorífica y reducirá el coste de elevar el equipo de transferencia calorífica a un nivel más alto que la parte inferior del recipiente.

La corriente 445 de fondos de la columna de extracción que contiene componentes más pesados es retirada. La corriente 450 de reciclaje es calentada en el calentador 455 de vapor y devuelta a la columna 405 de extracción.

La corriente 460 de la parte alta de la columna 400 de rectificación es enfriada en un intercambiador de calor 465 y enviada al receptor 470 de la parte alta de la columna. La corriente condensada 475 es separada en una corriente 480 de reflujo enviada a la columna 400 de rectificación y una corriente 20 de salida de la sección de destilación.

En otra realización mostrada en la FIG. 7, las bandejas en la columna 405 de extracción cubren cada una la mitad de la columna 405 de extracción. Ellas están dispuestas una al lado de la otra en dos pilas A y B en la columna 405 de extracción, lo que reduce la altura de la columna 405 de extracción.

El líquido procedente de la bandeja 410 de acumulación de líquido fluye a través de la bajante 415 sobre la bandeja superior de la columna 405 de extracción. Fluye hacia abajo a través de las bandejas en la pila A. El líquido 485 es entonces bombeado a la bandeja superior en la pila B, y fluye hacia abajo a través de las bandejas en la pila B. El vapor fluye hacia arriba desde la parte inferior de la pila B hacia la parte superior. Una bandeja ciega 490 en la parte superior de la pila B impide cualquier comunicación de vapor/líquido desde la parte superior de la pila B hasta la columna 400 de rectificación. El vapor es enviado a través del canal 495 de vapor a la parte inferior de la pila A. Fluye hacia arriba a través de la pila A y sale del elevador 420 de vapor entre la columna 405 de extracción y la columna 400 de rectificación, donde se combina con el vapor procedente del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación.

Una parte del líquido 485 que es bombeado a la parte superior de la pila B puede ser retirada como una extracción lateral 500 de los materiales pesados, si se desea.

La columna de rectificación y la columna de extracción de esta realización pueden utilizar cualquier tipo de bandejas.

La columna de rectificación fue diseñada para mantener una recuperación del 30% del material C₃ en la corriente de fondos neta de la columna de rectificación que es enviada a la columna de extracción. Esto permite que la

temperatura en los fondos sea de 56 °C y 96% de material C₃ (base molar). Esta es la temperatura y composición ideales para los fondos de la columna de rectificación, de modo que la corriente de descarga del compresor de la bomba de calor (por ejemplo, 86 °C) puede ser utilizada para volver a hervir la columna de rectificación y permitir la condensación del material de la bomba de calor en la salida del lado caliente del equipo de transferencia calorífica (por ejemplo, 67 °C). De este modo, el equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación transferirá el calor procedente de la corriente de descarga del compresor de la bomba de calor a la columna de rectificación. Esto es factible ya que las propiedades termodinámicas del material C₃ son similares. Los fondos de la columna de rectificación se hundirán en la columna de extracción donde se retirará el material C₃ y se concentrará el material pesado C₄₊. La temperatura de los fondos de la columna de extracción estará fijada en 104 °C, lo que retirará el material C₃ del material más pesado C₄₊. El material C₃ será devuelto a la sección de fondo de la columna de rectificación. La corriente de vapor C₃ proporciona vapor de extracción adicional a la columna de rectificación y ayuda al fraccionamiento de la columna de rectificación.

La columna 400 de rectificación fue diseñada y hecha funcionar de modo que el punto de burbuja de la corriente 435 de reciclaje de la columna de rectificación no fuera mayor de 60°C. La corriente 435 de reciclaje de la columna de rectificación también contenía una cantidad significativa de propano sin reaccionar, que en algunas realizaciones es al menos del 5% (en peso). Las cantidades de recuperación más bajas en este sistema fueron utilizadas para asegurar que el calor procedente de la segunda corriente 430 de salida de HPC podría ser utilizado para volver a hervir el material en la columna de rectificación despropanizadora. La composición de la corriente 435 de reciclaje de los fondos de la columna de rectificación y la segunda corriente 430 de salida de HPC puede afectar al consumo de utilidad del compresor de la bomba de calor, y de este modo, a la viabilidad de utilizar la segunda corriente 430 de salida de HPC para este propósito. Los parámetros de diseño incluyen el diseño del intercambiador, el caudal, y el diferencial de temperatura entre el punto de burbuja de la corriente 435 de reciclaje de la columna de rectificación y la temperatura de la segunda corriente 430 de salida de HPC. Es útil mantener una diferencia de temperatura media logarítmica (LMTD) dentro del equipo 425 de transferencia calorífica de la columna de rectificación de más de 5 °C entre la segunda corriente 430 de salida de HPC y la corriente 435 de entrada del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación. Esto es para permitir un intercambio de calor adecuado dentro del equipo de transferencia calorífica y permitir que el lado frío del equipo de transferencia calorífica (lado de rectificación) se vaporice y el lado caliente (o el lado de la bomba de calor) se condense). En algunas realizaciones, la segunda corriente 430 de salida de HPC es comprimida a una presión de al menos 3 MPa (g) (30 bar (g)). Cuando es comprimida a 3 MPa (g) (30 bar (g)), la segunda corriente 430 de salida de HPC en algunas realizaciones tenía una temperatura de condensación de 68 °C, haciéndola útil como fuente de calor para volver a hervir líquidos con puntos de burbuja cerca de 60 °C.

REALIZACIONES ESPECÍFICAS

Si bien lo siguiente se ha descrito junto con realizaciones específicas, se entenderá que esta descripción está destinada a ilustrar y no a limitar el alcance de la descripción anterior y las reivindicaciones adjuntas.

Una primera realización de la invención es un sistema de fraccionamiento que comprende una columna de rectificación que tiene una entrada de alimentación entre una placa superior y una inferior, una entrada de reflujo en la placa superior, una entrada de fluido en la placa inferior, una salida de producto de la parte alta en la primera placa, y una salida de fondos en la placa inferior; un equipo de transferencia calorífica lateral de la columna de rectificación en comunicación con la columna de rectificación; una columna de extracción que tiene una entrada de fluido en una placa superior, una salida de la parte alta en la placa superior, y una salida de fondos en la placa inferior, estando la salida de fondos de la columna de rectificación en comunicación fluida con la entrada de fluido de la columna de extracción, estando la salida de la parte alta de la columna de extracción en comunicación fluida con la entrada de fluido de la columna de rectificación; un equipo de transferencia calorífica de la columna de extracción en comunicación con la columna de extracción; y estando la columna de rectificación y la columna de extracción en un único recipiente que tiene un diámetro uniforme, estando posicionada la columna de rectificación encima de la columna de extracción; en donde la columna de extracción comprende una disposición apilada lado a lado de bandejas de fraccionamiento, en donde la parte inferior de la primera pila está en comunicación líquida con la parte superior de la segunda pila y en donde la parte superior de la segunda pila está en comunicación de vapor con la parte inferior de la primera pila. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo en la que la columna de rectificación incluye una pluralidad de bandejas de alto rendimiento. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo en la que hay una bandeja ciega en la parte superior de la segunda pila para impedir la comunicación directa de líquido y de vapor entre la segunda pila y la columna de rectificación. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo en la que la comunicación de vapor es proporcionada por un canal de vapor desde la parte superior de la segunda pila hasta la parte inferior de la primera pila. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo en la que la columna de rectificación está separada de la columna de extracción por una bandeja de acumulación de líquido. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo que comprende además un condensador que tiene una entrada

5 en comunicación fluida con la salida de producto de la parte alta de la columna de rectificación, y una salida en comunicación fluida con la entrada de reflujo de la columna de rectificación. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo en la que al menos una parte de una fuente de calor para el equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación es una corriente procedente de un compresor de bomba de calor. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo en la que una salida y una entrada para el equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación están en un espacio debajo de la placa inferior de la columna de rectificación y encima de un bandeja que separa la columna de rectificación y la columna de extracción, estando posicionada la salida del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación por encima de la entrada del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo en la que el compresor de la bomba de calor está en comunicación fluida con una columna de separación, estando la columna de separación aguas abajo de un reactor, estando el reactor en comunicación fluida con la salida de producto de la parte alta de la columna de rectificación. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo en la que el equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación comprende además una válvula para controlar el flujo al equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo en la que la salida de producto de la parte alta de la columna de rectificación está en comunicación fluida con un reactor. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo en la que la salida de producto de la parte alta de la columna de rectificación está por encima de la placa superior de la columna de rectificación, la entrada de reflujo de la columna de rectificación está por encima de la placa superior de la columna de rectificación y por debajo de la salida de producto de la parte alta, la salida de la parte alta de la columna de extracción está por encima de la placa superior de la columna de extracción, la entrada de fluido de la columna de extracción está por encima de la placa superior de la columna de extracción y por debajo de la salida de la parte alta de la columna de extracción, y la entrada de fluido de la columna de rectificación está por debajo de la placa inferior de la columna de rectificación y por encima de la salida de fondos de la columna de rectificación.

30 Una segunda realización de la invención es un proceso de separación de una corriente de alimentación que comprende introducir la corriente de alimentación en un sistema de fraccionamiento que comprende una columna de rectificación y una columna de extracción, estando la columna de rectificación y la columna de extracción en un único recipiente que tiene un diámetro uniforme, estando posicionada la columna de rectificación encima de la columna de extracción, siendo introducida la corriente de alimentación en una entrada de alimentación de la columna de rectificación, la entrada de alimentación entre una placa superior y una placa inferior, teniendo la columna de rectificación una entrada de reflujo en la placa superior, una entrada de fluido en la placa inferior, una salida de producto de la parte alta en la primera placa, y una salida de fondos en la placa inferior; separar la corriente de alimentación en la columna de rectificación en una corriente de producto de la parte alta y una corriente de fondos; introducir la corriente de fondos procedente de la columna de rectificación en una entrada de fluido en la columna de extracción, la entrada de fluido en la parte superior de la columna de extracción, teniendo la columna de extracción una salida de la parte alta en la placa superior, y una salida de fondos en la placa inferior; separar la corriente de fondos procedente de la columna de rectificación en una corriente de la parte alta y una corriente de fondos en la columna de extracción; introducir la corriente de la parte alta procedente de la columna de extracción en la entrada de fluido de la columna de rectificación; someter a reflujo una parte de la corriente de producto de la parte alta procedente de la columna de rectificación a la entrada de reflujo de la columna de rectificación; recalentar al menos una parte de la corriente de fondos procedente de la columna de rectificación en un equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación; y recalentar al menos una parte de la corriente de fondos procedente de la columna de extracción en un equipo de transferencia calorífica de la columna de extracción; en donde la columna de extracción comprende una disposición apilada lado a lado de bandejas de fraccionamiento, en donde la parte inferior de la primera pila está en comunicación líquida con la parte superior de la segunda pila y en donde la parte superior de la segunda pila está en comunicación de vapor con la parte inferior de la primera pila, comprendiendo además bombear el líquido desde la parte inferior de la primera pila hasta la parte superior de la segunda pila; y dirigir el flujo de vapor desde la parte superior de la segunda pila hasta la parte inferior de la primera pila. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo en donde recalentar al menos la parte de la corriente de fondos procedente de la columna de rectificación en el equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación comprende colocar al menos la parte de la corriente de fondos procedente de la columna de rectificación en comunicación térmica con una corriente procedente de un compresor de bomba de calor. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo que comprende además introducir una segunda parte de la corriente de producto de la parte alta procedente de la columna de rectificación en un reactor; separar el efluente del reactor en una columna separadora; y condensar una corriente de la parte alta procedente de la columna separadora en el compresor de la bomba de calor que forma una corriente comprimida, en donde una parte de la corriente comprimida comprende la corriente procedente del compresor de la bomba de calor. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo en la que una salida y una entrada para el equipo de transferencia calorífica de la

columna de rectificación están en un espacio debajo de la placa inferior del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación y encima de una bandeja que separa la columna de rectificación de la columna de extracción, estando posicionada la salida del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación encima de la entrada del equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo que comprende además condensar la parte de la corriente de producto de la parte alta antes de someter a reflujo la parte de la corriente de producto de la parte alta procedente de la columna de rectificación a la entrada de reflujo de la columna de rectificación. Una realización de la invención es una, alguna o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo que comprende además controlar un caudal al equipo de transferencia calorífica de la columna de rectificación utilizando una válvula.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de fraccionamiento que comprende:

5 una columna (400) de rectificación que tiene una entrada de alimentación entre una placa superior y una placa inferior, una entrada de reflujo en la placa superior, una entrada de fluido en la placa inferior, una salida de producto de la parte alta en la primera placa, y una salida de fondos en la placa inferior;

un equipo (425) de transferencia calorífica lateral de la columna de rectificación en comunicación con la columna (400) de rectificación;

10 una columna (405) de extracción que tiene una entrada de fluido en una placa superior, una salida de la parte alta en la placa superior, y una salida de fondos en la placa inferior, estando la salida de fondos de la columna (400) de rectificación en comunicación fluida con la entrada de fluido de la columna (405) de extracción, estando la salida de la parte alta de la columna (405) de extracción en comunicación fluida con la entrada de fluido de la columna (400) de rectificación;

un equipo (455) de transferencia calorífica de la columna de extracción en comunicación con la columna (405) de extracción; y

15 estando la columna (400) de rectificación y la columna (405) de extracción en un único recipiente que tiene un diámetro uniforme, estando la columna (400) de rectificación situada por encima de la columna (405) de extracción;

20 en donde la columna de extracción comprende una disposición apilada lado a lado de bandejas (A, B) de fraccionamiento, en donde la parte inferior de la primera pila (A) está en comunicación líquida con la parte superior de la segunda pila (B) y en donde la parte superior de la segunda pila (B) está en comunicación de vapor con la parte inferior de la primera pila (A).

2. El sistema de fraccionamiento de la reivindicación 1, en el que hay una bandeja ciega (490) en la parte superior de la segunda pila (B) para impedir la comunicación directa de líquido y vapor entre la segunda pila (B) y la columna (400) de rectificación.

25 3. El sistema de fraccionamiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que la columna (400) de rectificación está separada de la columna (405) de extracción por una bandeja (410) de acumulación de líquido.

4. El sistema de fraccionamiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que al menos una parte de una fuente de calor para el equipo (425) de transferencia calorífica de la columna de rectificación es una corriente (43) procedente de un compresor (70) de bomba de calor.

30 5. El sistema de fraccionamiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que la columna (400) de rectificación incluye una pluralidad de bandejas de alto rendimiento.

6. Un proceso de separación de una corriente de alimentación que comprende:

35 introducir la corriente (10) de alimentación en un sistema de fraccionamiento que comprende una columna (400) de rectificación y una columna (405) de extracción, estando la columna (400) de rectificación y la columna (405) de extracción en un único recipiente que tiene un diámetro uniforme, estando posicionada la columna (400) de rectificación por encima de la columna (405) de extracción, siendo introducida la corriente (10) de alimentación en una entrada de alimentación de la columna (400) de rectificación, estando la entrada de alimentación entre una placa superior y una placa inferior, teniendo la columna (400) de rectificación una entrada de reflujo en la placa superior, una entrada de fluido en la placa inferior, una salida de producto de la parte alta en la primera placa, y una salida de fondos en la placa inferior; separar la corriente (10) de alimentación en la columna (400) de rectificación en una corriente (460) de producto de la parte alta y una corriente de fondos;

40 introducir la corriente de fondos procedente de la columna (400) de rectificación en una entrada de fluido en la columna (405) de extracción, estando la entrada de fluido en la parte superior de la columna (405) de extracción, teniendo la columna (405) de extracción una salida de la parte alta en la placa superior, y una salida de fondos en la placa inferior;

45 separar la corriente de fondos procedente de la columna (400) de rectificación en una corriente de la parte alta y una corriente (445) de fondos en la columna (405) de extracción;

50 introducir la corriente de la parte alta procedente de la columna de extracción en la entrada de fluido de la columna (400) de rectificación;

someter a reflujo una parte (480) de la corriente (460) de producto de la parte alta desde la columna (400) de rectificación a la entrada de reflujo de la columna (400) de rectificación;

recalentar al menos una parte (435) de la corriente de fondos procedente de la columna (400) de rectificación en un equipo (425) de transferencia calorífica de la columna de rectificación;

5 recalentar al menos una parte (450) de la corriente (445) de fondos procedente de la columna (405) de extracción en un equipo (455) de transferencia calorífica de la columna de extracción;

10 en donde la columna (405) de extracción comprende una disposición apilada lado a lado de bandejas (A, B) de fraccionamiento, en donde la parte inferior de la primera pila (A) está en comunicación líquida con la parte superior de la segunda pila (B) y en donde la parte superior de la segunda pila (B) está en comunicación de vapor con la parte inferior de la primera pila (A), comprendiendo además:

bombear el líquido (485) desde la parte inferior de la primera pila (A) hasta la parte superior de la segunda pila (B); y

dirigir el flujo de vapor desde la parte superior de la segunda pila (B) a la parte inferior de la primera pila (A).

15 7. El proceso de la reivindicación 6, en el que recalentar al menos la parte (435) de la corriente de fondos procedente de la columna (400) de rectificación en el equipo (425) de transferencia calorífica de la columna de rectificación comprende: colocar al menos la parte (435) de la corriente de fondos procedente de la columna (400) de rectificación en comunicación térmica con una corriente (430) procedente de un compresor (70) de bomba de calor.

8. El proceso de la reivindicación 7 que comprende además:

20 introducir una segunda parte (20) de la corriente (460) de producto de la parte alta procedente de la columna (400) de rectificación en un reactor (25);

separar el efluente (30) del reactor en una columna separadora (50); y

25 condensar una corriente (65) de la parte alta procedente de la columna separadora (50) en el compresor (70) de bomba de calor formando una corriente comprimida, en el que una parte de la corriente comprimida comprende la corriente (430) procedente del compresor (70) de bomba de calor.

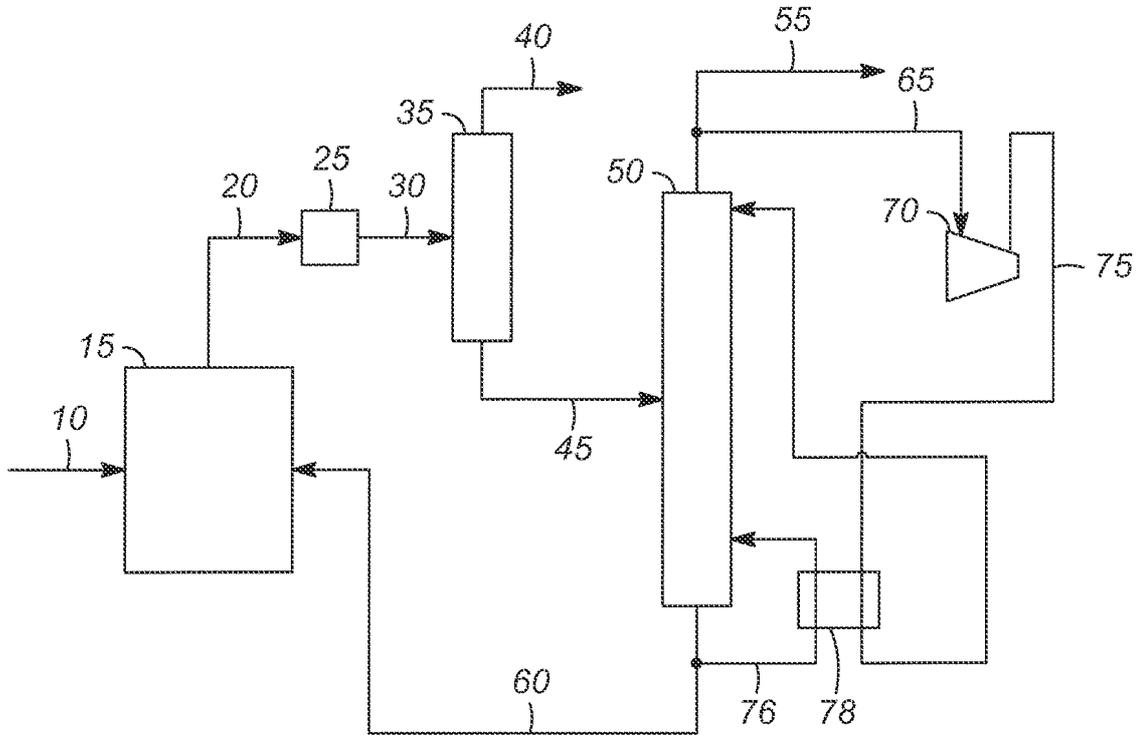


FIG. 1

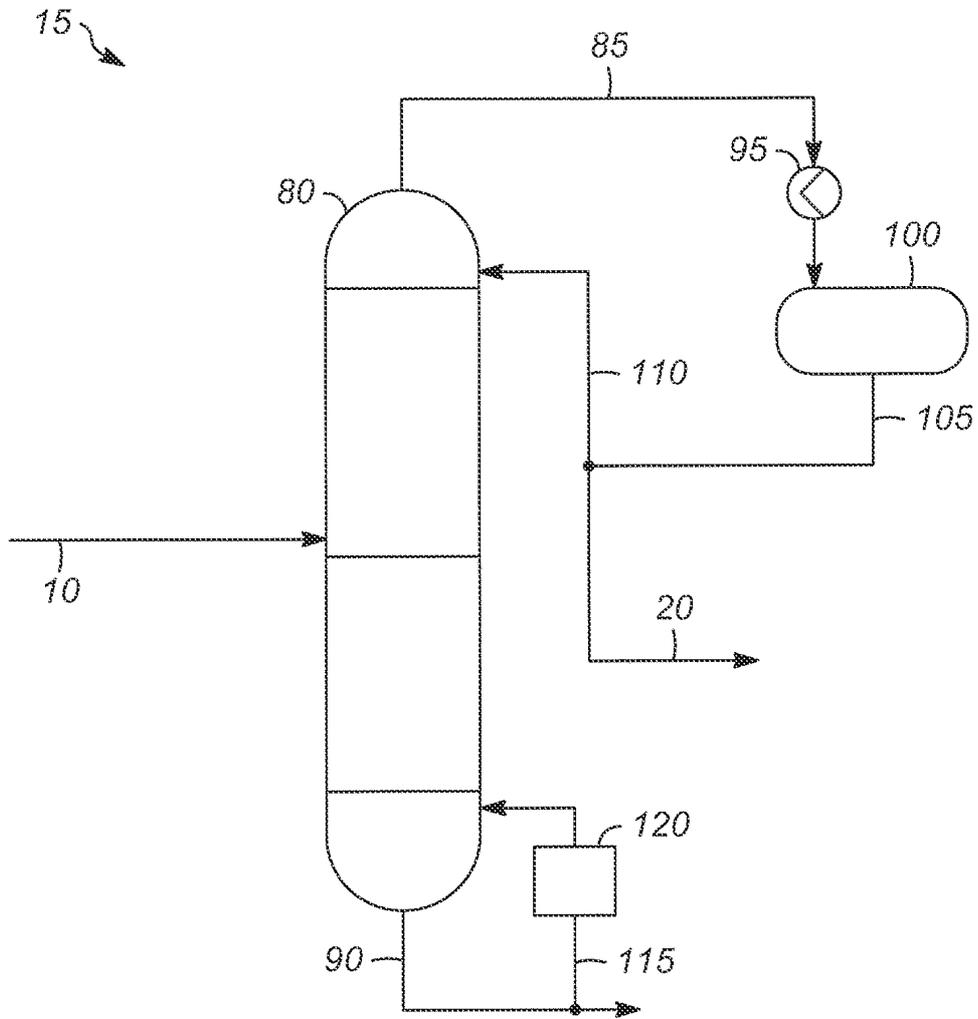


FIG. 2

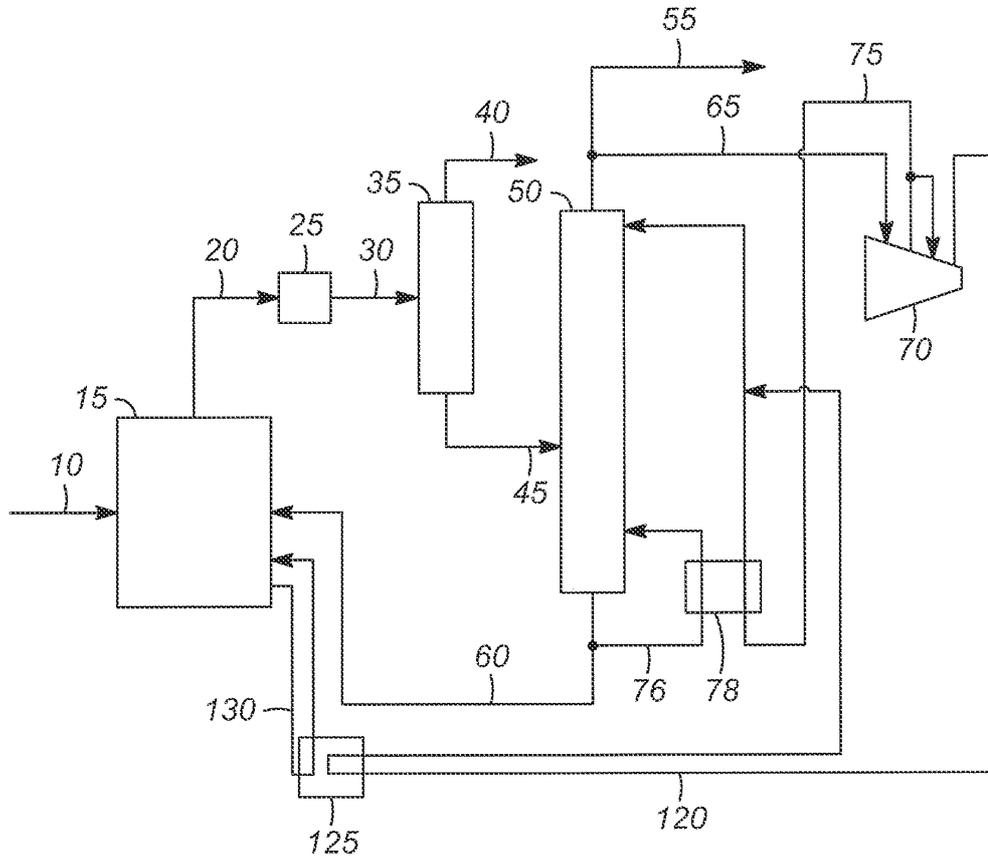


FIG. 3

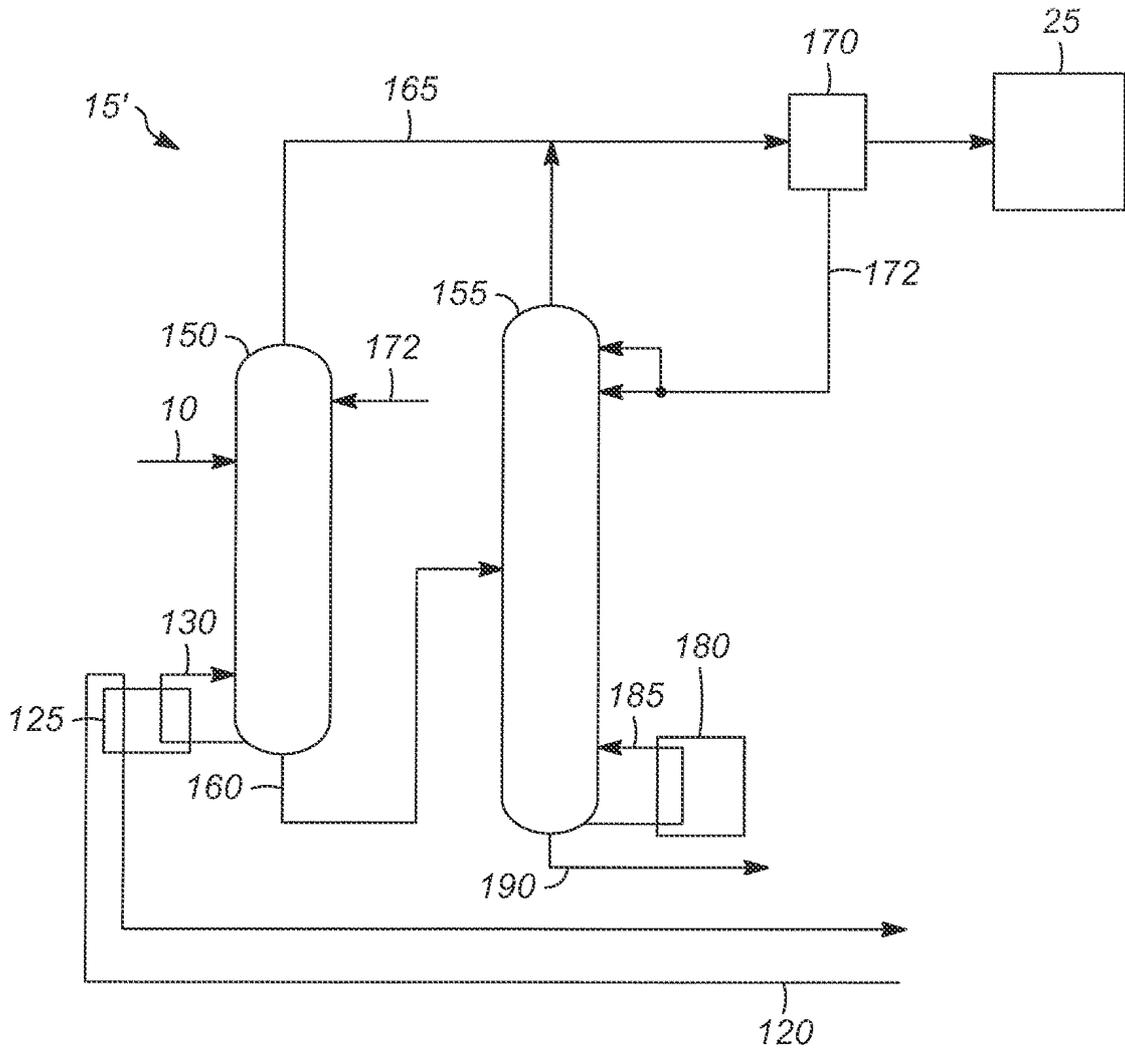


FIG. 4

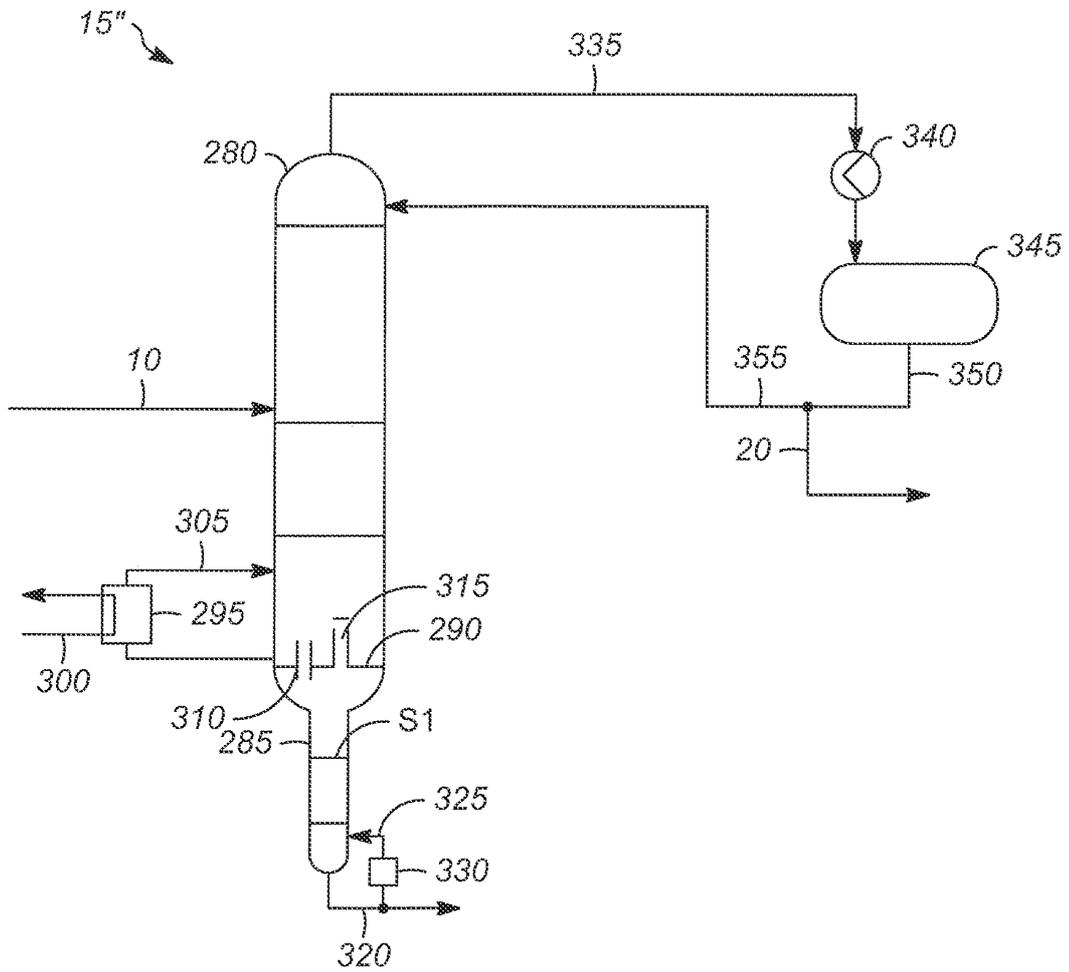


FIG. 5

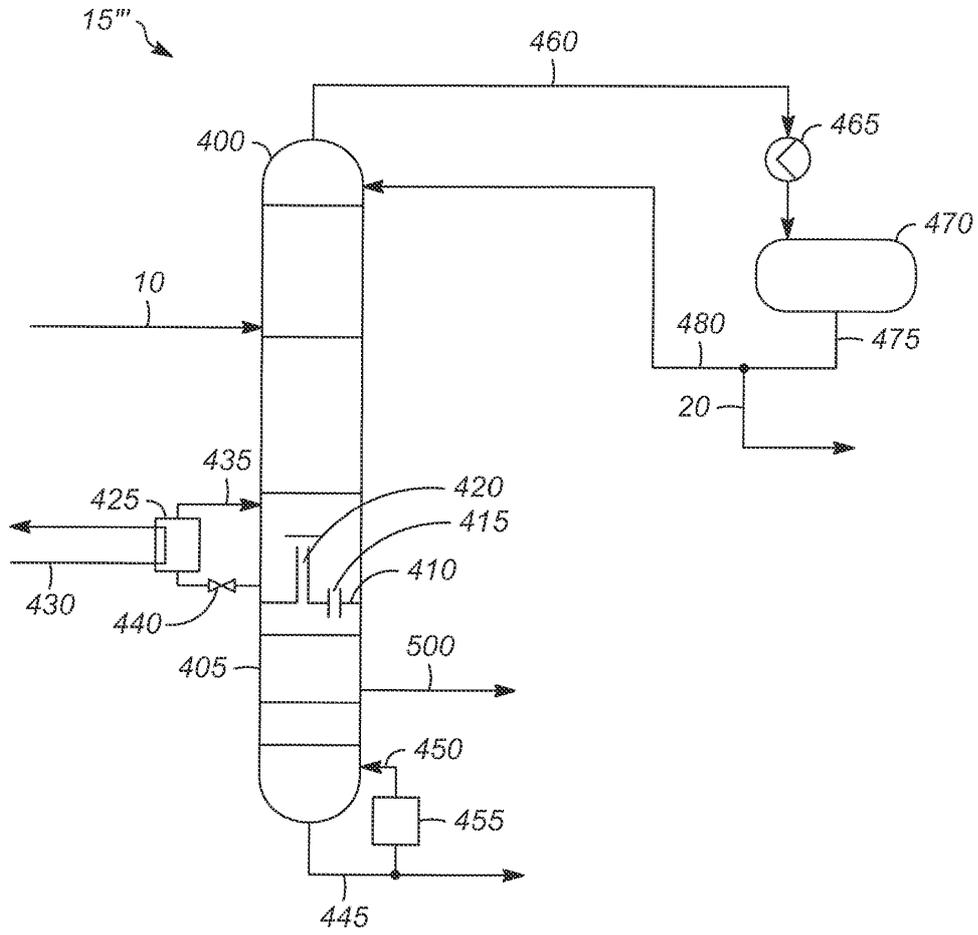


FIG. 6

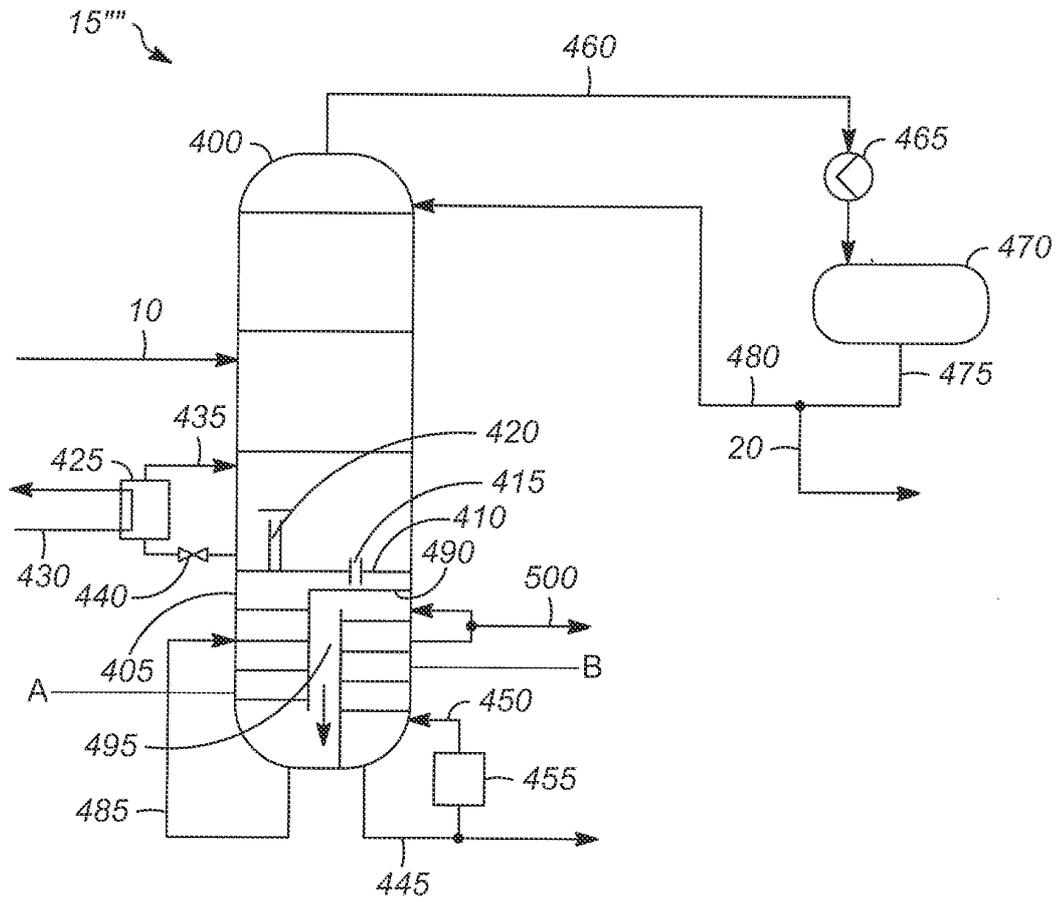


FIG. 7