

Señor Director
NUEVAS CREACIONES
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.

Referencia : Expediente No. **15.279.683**
Asunto : Solicitud de patente para: **“MÉTODOS PARA LA SEPARACIÓN DE GASES HIDROCARBUROS”**
Solicitante : LINDE ENGINEERING NORTH AMERICA INC.
Fecha de solicitud : 24 de noviembre de 2015

RESPUESTA A PRIMER EXAMEN DE PATENTABILIDAD

ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI, identificado como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderado de la sociedad solicitante de la patente de la referencia, doy respuesta al Oficio 14202, notificado por fijación en lista el 9 de diciembre de 2016.

I. MODIFICACIONES AL PLIEGO REIVINDICATORIO

En respuesta al examen de patentabilidad el solicitante decide aportar un nuevo capítulo reivindicatorio conformado por 12 reivindicaciones en las que se han incluido las siguientes modificaciones:

1. Las reivindicaciones 1 a 12 han sido eliminadas. Por lo tanto, las objeciones elevadas hacia las reivindicaciones 1 a 12 se deben tener por superadas.
2. La reivindicación 24 ha sido modificada de manera que se ha cambiado la redacción con el fin de que sea más clara para la persona versada en la materia. Por lo tanto, la objeción a este respecto se debe tener por superada.
3. La reivindicación 13 (nueva 1) fue modificada de manera que el preámbulo ahora está más claro “Un proceso (...)”. Por lo tanto, la objeción a este respecto se debe tener por superada.

“EXCELENCIA LEGAL EN UN MUNDO SIN FRONTERAS”

BOGOTÁ - Edificio Siski - Carrera 4 No. 72 - 35 - Código Postal 110221 - Tel. (57-1) 347 3611 - Fax (57-1) 211 8650 - Fax in U.S.A: (1-305) 675 7743 - COLOMBIA
MEDELLÍN - San Fernando Plaza - Carrera 42 A No. 1 - 25 - Torre 4 - Oficina 303 - Código Postal 050021 - Tel: (57-4) 520 4760 - COLOMBIA
BARRANQUILLA - Calle 64 No. 50-22 - Código Postal 080002 - Barrio El Prado - Tel. (57-5) 3 51 64 40 - COLOMBIA

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

4. El pliego reivindicatorio se ha modificado de manera que se han incluido los números de referencias de cada uno de los elementos de la invención. Por lo tanto, la objeción a este respecto se debe tener por superada.

5. Finalmente, las reivindicaciones han sido reenumeradas y por lo tanto, las dependencias han sido modificadas.

Estas modificaciones se ajustan al artículo 34 de la Decisión 486 de 2000 y no constituyen una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial.

A pesar de eliminar materia del pliego reivindicatorio originalmente presentado, mi representada no renuncia a la protección que pueda obtener sobre dicha materia y se reserva el derecho de presentar una solicitud divisional que la contenga durante el trámite de la presente solicitud.

II. MODIFICACIONES A LA DESCRIPCIÓN

1. En vista de la objeción del señor examinador, mi representada señala y explica con mayor claridad el problema técnico que resuelve la invención a continuación:

El problema técnico a superar corresponde a producir más reflujo de la columna de fraccionamiento de extremos pesados para producir enfriamiento en la columna de fraccionamiento de extremos ligeros. La presente invención utiliza la corriente de reciclo para enfriar la corriente 34 desde la columna de fraccionamiento de extremos pesados para producir más reflujo y por lo tanto más enfriamiento.

Por lo tanto, teniendo en cuenta la descripción más clara del problema técnico que resuelve la invención, la objeción a este respecto se debe tener por superada.

2. Teniendo en cuenta las objeciones del Examinador, la memoria descriptiva ha sido modificada con el fin de reemplazar las unidades de grados Fahrenheit (°F) a grados centígrados (°C). Así mismo, se cambiaron las unidades de Libra por pulgada cuadrada

(psi) por kilo Pascales (kPa). Por lo tanto, la objeción a este respecto se debe tener por superada.

III. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE CLARIDAD

1. Con respecto a la objeción elevada hacia las reivindicaciones 1 y 13 por contener términos generales y no contener las condiciones del método, mi representada manifiesta su desacuerdo ya que que son expresiones bien conocidas en el campo de la invención y por lo tanto, en experto en la técnica sabría a qué se refieren, sin necesidad de limitarlas. Por otro lado, también es importante señalar que dichas expresiones son un precedente para establecer la invención después de "la mejora que comprende además". Por lo tanto, yo los pasos son necesarios para establecer las condiciones para la mejora y deben permanecer en las reclamaciones. Adicionalmente, señalamos a su despacho que las condiciones no corresponden a una característica esencial de la invención y por lo tanto, una persona versada en la materia podría reproducir y ejecutar la invención con la información proporcionada. Además, es importante señalar que incluir dichas condiciones sería una limitación indebida de la invención. Por lo tanto, no es necesario incluirlas. En consecuencia, la objeción a este respecto se debe tener por superada.

2. Con respecto los términos de carácter general y a los términos imprecisos de las reivindicaciones, mi representada señala que tal como se mencionó arriba, son expresiones bien conocidas en el campo de la invención y por lo tanto, en experto en la técnica sabría a qué se refieren, sin necesidad de limitarlas. Además, es importante mencionar que sustituir dichas expresiones por términos más precisos conllevaría a una limitación indebida de la materia a proteger ya que podría permitir que terceros reproduzcan la invención, sin tener que infringirla. En consecuencia, la objeción a este respecto se debe tener por superada.

3. Por otro lado, en relación con la "expansión" se emplea apropiadamente ya que la corriente de reciclaje se puede expandir manipulando su temperatura o su presión. Por lo tanto, la expansión de una corriente de gas se emplea apropiadamente en el campo técnico al que se refiere la invención. Así las cosas, la persona versada en el campo técnico

de la invención sabría a qué se refiere. En consecuencia, la objeción a este respecto se debe tener por superada.

4. Con respecto a la afirmación del Examinador, en cuanto a que los resultados a alcanzar deben ser retirados del pliego reivindicatorio, manifestamos nuevamente nuestro desacuerdo, debido a que la Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad, establece lo siguiente: *“El resultado a alcanzar no es una característica técnica de la invención. Puede aparecer en la reivindicación, pero siempre acompañando las características técnicas que definen la invención.”* En consecuencia de lo anterior, es claro que los resultados a alcanzar se pueden mantener en el pliego reivindicatorio. Por lo tanto, la objeción a este respecto se debe tener por superada.

5. Finalmente, con respecto a la objeción elevada hacia las reivindicaciones por incluir características funcionales, mi representada señala que de acuerdo a la GUÍA PARA EXAMEN DE SOLICITUDES DE PATENTE DE INVENCION Y MODELO DE UTILIDAD de la Superintendencia de Industria y Comercio se establece que: *“Las características técnicas funcionales son los elementos que conforman las invenciones, descritos en términos de su uso o su función. No definen la invención, pero explican la relación que hay entre sus diversas características estructurales... Las reivindicaciones deben incluir características estructurales y funcionales cuando para la persona del oficio normalmente versada en la materia no sea obvio el funcionamiento de los elementos característicos y la relación entre estos.”* Por lo tanto, no es necesario eliminar dichos fragmentos, de hecho, de acuerdo a la práctica colombiana, dichos fragmentos debe estar en las reivindicaciones. Adicionalmente, dichos fragmentos limitan aún más la invención, clarificando y permitiendo que la persona versada en la materia pueda entender la materia reivindicada. En consecuencia, la objeción a este respecto se debe tener por superada.

IV. ESTADO DE LA TÉCNICA

Su Despacho determinó dos documentos como relevantes para realizar el análisis de patentabilidad de la presente patente de invención:

1. D1, referido al documento US 6,712,880 titulado *“Cryogenic process utilizing high pressure absorber column”* que se relaciona con un proceso y un aparato para separar

corrientes multicomponentes gaseosas de hidrocarburos para recuperar tanto los compuestos líquidos como los gaseosos. Dicho proceso se vale de un absorbedor a alta presión para mejorar la eficiencia energética del proceso de gas natural.

2. D2, referido al documento US 6,311,516 titulado "Process and apparatus for C3 recovery" que se relaciona con un proceso mejorado para separar un gas que contiene metano, C2 (etileno y/o etano), C3 (propileno y/o propano) y componentes más pesados en una fracción que contiene predominantemente C2 y componentes más livianos y una fracción que contiene predominantemente C3 y componentes más pesados que incluye los pasos de enfriar y parcialmente condensar y entregar el alimento a un separador para proporcionar un primer residuo de vapor y un líquido que contiene C3, dirigir una porción de dicho líquido a los pesados de la columna de fraccionamiento donde el líquido se separa en un residuo de vapor, una corriente de líquido de C2 y un producto de C3.

V. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE NIVEL INVENTIVO

1. En vista de la objeción elevada por el Examinador hacia el nivel inventivo de la presente invención, mi representada amablemente señala que D1 enseña generalmente un sistema en el que una corriente de gas de alimentación es alimentada primero a través de un intercambiador de calor de extremo frontal. La corriente enfriada se alimenta a un separador frío por lo que las partes superiores del separador frío alimentarán su cabezal a través de un expansor y dentro del absorbedor. Los fondos del separador frío se alimentan a un separador de cabeza que los dirigirá a una columna de fraccionamiento. Una parte de estos fondos se dirigen de nuevo a través del intercambiador de calor de extremo frontal y no se alimentan directamente al separador de cabeza sino que son alimentados desde el intercambiador de calor de extremo frontal directamente a la columna de fraccionamiento.

2. El absorbedor proporcionará una alimentación de cabeza al separador de cabeza que devolverá esta alimentación al intercambiador de calor de extremo frontal. Los fondos del absorbedor se pueden alimentar al separador superior y éstos se alimentan a la columna de fraccionamiento.

3. La columna de fraccionamiento que ha recibido estas diversas alimentaciones producirá una corriente de cabeza. Esta corriente de cabeza se alimenta a un condensador que luego alimenta la corriente de cabeza a un separador de cabeza que puede devolver parte de la corriente de cabeza a la columna de fraccionamiento. La otra porción de la corriente de cabeza elevada separada se alimenta a un expansor que alimentará la corriente de gas a través del condensador y dentro de un absorbedor. Las partes superiores del absorbedor pueden alimentarse a través del condensador y un intercambiador de calor de extremo delantero antes de que se expanda y se recupere.

4. Por otro lado, es importante señalar que D2 enseña un procedimiento para separar una corriente de gas que contiene C, C2, C3 y componentes de hidrocarburo más pesados en una fracción de gas de residuo volátil y una fracción relativamente menos volátil que contiene C3 y componentes más pesados. Esta separación se realiza en parte mediante una serie de etapas por las que los residuos se enfrían y se someten a otras etapas de mezcla, enfriamiento y separación, por lo que las fracciones C2 y C3 y los residuos se tratan por separado. Los pasos precisos se observan en la reivindicación 1 de la referencia D2.

5. Así las cosas, mi representada señala respetuosamente que no es obvio combinar D2 con D1, porque D2 enseña pasos no sólo para enfriar residuos y condensarlos para técnicas de separación, sino también enseña las etapas de separación de los líquidos que contienen C2 y también C3. De esta forma, un experto normal en la técnica cuando combine D1 y D2 llegaría a una invención que no usa las etapas de enfriar y condensar una corriente de ciclo recuperada de un expansor-compresor y expandir adicionalmente la porción condensada de la corriente de reciclado para enfriar el reciclado que puede usarse entonces para subenfriar junto con los gases de un LEFC para proporcionar temperaturas más frías al segundo residuo de la columna de destilación.

6. En consecuencia, la combinación de D1 y D2 daría como resultado que los tops de la unidad absorbente después de ser expandida y recuperada se someterían a etapas diseñadas para separar líquidos que contenían C2 de líquidos que contenían C3. Esto no es lo que reivindica el solicitante, por lo tanto, la invención no es obvia sobre esta combinación.

VI. PETICIÓN

Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por la Dirección de Nuevas Creaciones, se solicita proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.

VII. ANEXOS

1. Nuevo pliego reivindicatorio conformado por 12 reivindicaciones;
2. Memoria descriptiva.

Señor Director,



ANDRES RINCON USCATEGUI
C.C. 79.780.910 de Bogotá
T.P.A. No. 114.908

COLO-22558-0843-0003-6
SGD\SGD\ID-294533\WPC22558
No. M-2017-294533\SGD

REIVINDICACIONES MODIFICADAS EN RESPUESTA A OFICIO N° 14202

1. Un proceso para la separación de un gas hidrocarburo que contiene al menos metano y C_2 y componentes más pesados en una fracción que contiene una parte predominante de metano y componentes más ligeros y una fracción que contiene una parte predominante del C_2 y componentes más pesados, en los que en el proceso

(a) el gas de hidrocarburo 20 se trata en uno o más intercambiadores de calor 22-E3000, y pasos de expansión 22-X6000 para proporcionar al menos un gas hidrocarburo condensado parcialmente 21, proporcionando de ese modo al menos un primer residual de vapor y al menos un líquido que contiene C_2 25, cuyo líquido también contiene hidrocarburos más ligeros; y

(b) al menos uno de los líquidos que contienen C_2 se dirigen a una columna de destilación 22-T2100 en donde dicho líquido se separa en un segundo residual que contiene hidrocarburos más ligeros y un producto que contiene C_2 ;

caracterizado porque comprende

(1) enfriar 22-E3200 dicho segundo residual 34 para condensar parcialmente dicho segundo residual;

(2) poner en contacto estrecho al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales 32 con al menos parte de una parte líquida del segundo residual condensado parcialmente 36 en al menos una etapa de contacto 22-T2000 y, posteriormente, separar los vapores y líquidos de dicha etapa de contacto;

(3) suministrar los líquidos 33 de dicha etapa de contacto a la columna de destilación 22-T2100 como un líquido de alimentación a la misma; y

(4) dirigir los vapores de dicha etapa de contacto a un intercambio de calor 22-E3000 con dicho segundo residual a partir de la columna de destilación 22-T2100, con lo cual se

suministra el enfriamiento de la etapa (1), y, posteriormente, descargar dichos vapores de la etapa de contacto;

caracterizado porque comprende,

(5) recuperar una corriente de gas de reciclo 58 de un compresor-expansor o compresor de gas residual 22-C6000;

(6) enfriar y condensar parcialmente la corriente de reciclo 58 en dicho uno o más intercambiadores de calor 22-E3000;

(7) ampliar la corriente de reciclo 22-X6000 para así condensar además una parte de y enfriar la corriente de reciclo;

(8) alimentar la corriente expandida de reciclo a un subenfriador 22-E3200, con lo que la corriente expandida de reciclo se intercambia con calor en el subenfriador con gases desde la parte superior de la columna de fraccionamiento de extremos livianos 22-T2000, proporcionando así temperaturas más frías a los segundos residuales desde la columna de destilación 22-T2100.

2. El proceso tal como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dicha etapa de contacto (2) se lleva a cabo en la columna de fraccionamiento de extremos livianos que incluye medios de fraccionamiento para contacto en contracorriente de líquido/vapor y

(i) en donde dicho segundo residual condensado parcialmente se introduce en dicha columna de fraccionamiento de extremos livianos por encima de dichos medios de fraccionamiento, por lo que la parte líquida del segundo residual parcialmente condensado pasa hacia abajo a través de dichos medios de fraccionamiento; y

(ii) dicha al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales se suministra a dicha columna de fraccionamiento de extremos livianos por debajo de dichos medios de fraccionamiento, por lo que el primer vapor residual se eleva a través de dichos medios de fraccionamiento en contacto de contracorriente con la parte líquida del segundo residual condensado parcialmente.

3. El proceso tal como se reivindica en la reivindicación 1, en donde los medios de fraccionamiento en dicha columna de fraccionamiento de extremos livianos proporciona el equivalente de al menos una etapa teórica de destilación dispuesta para ponerse en contacto con al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales con la parte líquida del segundo residual condensado parcialmente.
4. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales se mezclan con la parte líquida del segundo residual condensado parcialmente.
5. El proceso tal como se reivindica en la reivindicación 1, en donde al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales se mezclan tanto con la parte líquida como con la parte de vapor de dicho segundo residual condensado parcialmente.
6. El proceso tal como se reivindica en la reivindicación 1, en donde las temperaturas más bajas proporcionadas por la corriente de reciclo expandida mejora la producción de etano y componentes más pesados a partir de la columna de fraccionamiento de extremos livianos.
7. El proceso tal como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dicha corriente de gas de reciclo recuperada se alimenta adicionalmente a través del enfriador de descarga del compresor-expansor u otro enfriador de descarga de compresión antes de que dicha corriente de gas de reciclo sea condensada en dicho uno o más intercambiadores de calor 22-E3000.
8. El proceso tal como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dicho uno o más intercambiadores de calor 22-E3000 reciben flujos adicionales de gas y líquido para refrigerar y condensar parcialmente la corriente de reciclo.
9. El proceso tal como se reivindica en la reivindicación 8, en donde dichos flujos adicionales de gas y líquido se seleccionan del grupo que consiste de corriente de gas de entrada, corriente de producto líquido, corriente de líquido del rehervidor, corriente de líquido del calentador lateral, corriente(s) refrigerante(s) y corriente de gas residual.

- 10.** El proceso tal como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dicho uno o más intercambiadores de calor 22-E3000 son un intercambiador de placa, un intercambiador de calor de coraza y tubos o un intercambiador de calor enrollado de forma helicoidal.
- 11.** El proceso tal como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dicha expansión de la corriente de reciclaje es a través de una válvula de control de flujo o expansor de tubo.
- 12.** El proceso tal como se reivindica en la reivindicación 1, en donde una corriente fría de reflujo proviene de una columna de destilación 22-T2100.

MÉTODOS PARA LA SEPARACIÓN DE GASES HIDROCARBUROS

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a un método y aparato para la recuperación mejorada de C_2 o C_3 y componentes más pesados a partir de gases hidrocarburos.

[0002] En procesos convencionales para la extracción de etano o propano y componentes más pesados a partir de gases hidrocarburos, los gases que llevan C_2 y/o C_3 son tratados por una combinación de expansión (o compresión seguida de expansión), intercambio de calor y refrigeración para obtener una corriente condensada parcialmente que se recoge en un separador de alimentación que tiene una presión típicamente en el orden de 344.7 a 8273.7 kPa y una temperatura en el orden de $-45.^{\circ}$ a -128.8°C . Estas condiciones, por supuesto, pueden variar sustancialmente, dependiendo de las condiciones de presión y temperatura necesarias para lograr condensación parcial para un gas en particular, y la presión y temperatura a la que la alimentación se encuentra disponible para el proceso. El líquido resultante de condensación parcial se suministra a una columna de fraccionamiento denominada una columna de fraccionamiento de extremos pesados (HEFC) como una alimentación de columna media a medida que el vapor procedente del separador de alimentación se enfría adicionalmente a través de intercambio de calor, expansión u otros medios y luego entra en una columna de fraccionamiento de extremos livianos (LEFC) como alimentación. La corriente de sobreflujo de LEFC se utiliza para generar reflujo mediante la condensación parcial de los vapores de sobreflujo de HEFC a través de medios de intercambio de calor apropiados. En un sistema típico, la columna HEFC operará a una presión menor que o sustancialmente igual a la del separador de alimentación de HEFC (posiblemente permitiendo una pequeña caída de presión a medida que el líquido condensado parcialmente pasa desde el separador hasta la HEFC) y los vapores de sobreflujo de HEFC se liberan a una temperatura en el orden de -17.7° a -112.2°C . El intercambio de calor de estos vapores de sobreflujo frente a los vapores residuales de LEFC proporcionan condensado parcial que se utiliza como un reflujo a la LEFC.

[0003] El pre-enfriamiento del gas antes de que se expanda a la presión de LEFC resultará comúnmente en formación de un condensado de alta presión. Para evitar daños al expansor, el condensado de alta presión, si se forma, se separa usualmente y expande de forma separada a través de una válvula Joule-Thomson y se utiliza una alimentación

adicional a la parte media de la columna HEFC. La refrigeración en un proceso de este tipo algunas veces se genera enteramente mediante expansión de trabajo de los vapores que quedan después de condensación parcial del gas de alta presión a la presión de operación de columna. Otros procesos pueden incluir refrigeración externa de los gases de alta presión para proporcionar algo de la refrigeración necesaria.

[0004] Al procesar gas natural, la alimentación está normalmente disponible en línea de presión de 4136.85-6894.76 kPa. En este caso, es común la expansión a una presión en el orden de 1034.21-2068.43 kPa. En un proceso alternativo, se pueden diseñar instalaciones para extraer etano o etileno o propano o propileno de gases de refinería. Los gases de refinería están disponibles comúnmente a presión de 1034.21 -1723.69 kPa. En este caso, a beneficio del diseñador del proceso, la LEFC se puede diseñar para funcionar a una presión inferior a la presión del gas de refinería que está disponible, es decir, tal vez 344.7-689.4 kPa, de manera que la expansión de trabajo se puede utilizar para suministrar refrigeración al proceso. Esto dará lugar a temperaturas más bajas de LEFC y aumentará la posibilidad de fugas de calor y otros problemas de ingeniería asociados a temperaturas criogénicas. También es posible en este caso comprimir el gas de refinería a una presión superior de manera que a partir de ello se pueda expandir en una máquina de expansión de trabajo para proporcionar refrigeración a todo el proceso.

[0005] En la patente de EE.UU. No. 4.251.249 de Jerry G. Gulsby. se ilustra un plan de flujo típico de un proceso para la separación de C_3 e hidrocarburos más pesados a partir de una corriente de gas.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0006] En un forma de realización de la invención, se describe un proceso para la separación de un gas hidrocarburo que contiene al menos metano, etano y componentes C_3 en una fracción que contiene una parte predominante del etano y componentes más ligeros; y una fracción que contiene una parte predominante del C_3 y componentes más pesados o una parte predominante del metano y componentes más ligeros; y una fracción que contiene una parte predominante del C_2 y componentes más pesados, en los que en el proceso

(a) la alimentación de gas se trata en uno o más intercambiadores de calor y pasos de expansión para proporcionar al menos un gas hidrocarburo condensado parcialmente, proporcionando de ese modo al menos un primer residual de vapor y al menos un líquido que contiene C_2 o C_3 , cuyo líquido también contiene hidrocarburos más ligeros; y

(b) al menos una parte de los líquidos que contienen C_2 o C_3 se dirigen a una columna de destilación en donde dicho líquido se separa en un segundo residual que contiene hidrocarburos más ligeros y un producto que contiene C_2 o C_3 ; que comprende:

(1) enfriar dicho segundo residual para condensarlo parcialmente;

(2) poner en contacto estrecho al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales con al menos parte de la parte líquida del segundo residual condensado parcialmente en al menos una etapa de contacto y, posteriormente, separar los vapores y líquidos de dicha etapa de contacto;

(3) suministrar los líquidos recuperados de ese modo a la columna de destilación como un líquido de alimentación a la misma; y

(4) dirigir los vapores recuperados de este modo en relación de intercambio de calor con dicho segundo residual a partir de la columna de destilación, con lo cual se suministra el enfriamiento de la etapa (1), y, posteriormente, descargar dichos gases residuales; la mejora que comprende además:

(5) recuperar una corriente de gas de reciclo de un compresor-expansor o compresor de gas residual;

(6) enfriar y condensar parcialmente la corriente de reciclo en dicho uno o más intercambiadores de calor;

(7) ampliar la corriente de reciclo para así condensar además una parte de y enfriar la corriente de reciclo;

(8) alimentar la corriente expandida de reciclo a un subenfriador, con lo que la corriente expandida de reciclo se intercambia con calor en el subenfriador con gases desde la parte

superior de la columna de fraccionamiento de extremos pesados, proporcionando así temperaturas más frías a los vapores de la columna de fraccionamiento de extremos pesados.

[0007] La etapa de contacto (2) se lleva a cabo en un separador/amortiguador de alimentación que incluye medios de fraccionamiento para contacto en contracorriente de líquido/vapor y

(i) en donde dicho segundo residual condensado parcialmente se introduce en dicho separador/amortiguador por encima o en un punto intermedio en dichos medios de fraccionamiento, por lo que su parte líquida pasa hacia abajo a través de dichos medios de fraccionamiento; y

(ii) en donde dicha parte condensada parcialmente del primer residual se introduce en dicho separador/amortiguador por encima o en un punto intermedio en dichos medios de fraccionamiento, por lo que su parte líquida pasa hacia abajo a través de dichos medios de fraccionamiento; y en donde dicha parte del líquido refrigerado que contiene C_2 o C_3 del separador se introduce en dicho separador/amortiguador por encima o en un punto intermedio en dichos medios de fraccionamiento, por lo que su parte líquida pasa hacia abajo a través de dichos medios de fraccionamiento; y

(iii) dicha al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales se suministra a dicho separador/amortiguador por debajo de dichos medios de fraccionamiento, por lo que el primer vapor residual se eleva a través de dichos medios de fraccionamiento en contacto de contracorriente con la parte líquida del segundo residual condensado parcialmente.

[0008] Los medios de fraccionamiento en dicho separador/amortiguador proporcionan el equivalente de al menos una etapa teórica de destilación dispuesta para ponerse en contacto con al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales con la parte líquida del segundo residual condensado parcialmente.

[0009] Los medios de fraccionamiento en dicho separador/amortiguador proporcionan el equivalente de al menos una etapa teórica de destilación dispuesta para ponerse en contacto con al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales con la parte líquida del segundo residual condensado parcialmente.

[0010] La corriente de gas de reciclo recuperada puede pasar adicionalmente a través del enfriador de descarga del compresor-expansor u otro enfriador de descarga de compresión antes de que sea condensado parcialmente en el uno o más intercambiadores de calor.

El uno o más intercambiadores de calor donde la corriente de reciclo se condensa parcialmente pueden tener otros flujos de líquido y gas presentes en los mismos, los cuales se pueden utilizar adicionalmente a los gases de la parte superior de la columna de fraccionamiento de extremos livianos para condensar parcialmente la corriente de reciclo. Por ejemplo, el producto líquido de la columna de fraccionamiento de extremos livianos, el líquido del rehervidor, el líquido del calentador lateral y/o las corrientes de gas residual pueden pasar en su totalidad a través del uno o más intercambiadores de calor.

[0011] El uno o más intercambiadores de calor pueden ser coraza y tubos, intercambiadores de placa u otros medios de intercambio de calor. La expansión de la corriente de reciclo puede ser a través de una válvula de control de flujo o turboexpansor adicional.

[0012] La corriente expandida de reciclo en frío que se alimenta al subenfriador se combinará con la corriente de sobreflujo de la columna de fraccionamiento de extremos livianos que resulta en una corriente de reflujo más fría que se alimenta en la columna de fraccionamiento de extremos livianos promoviendo así el aumento de reflujo y, por tanto, una mayor recuperación de la columna de fraccionamiento de extremos livianos.

[0013] Además, se describe un aparato para separar un gas hidrocarburo que contiene al menos etano y componentes de C_3 en una fracción que contiene una parte predominante de etano y componentes más ligeros y una fracción que contiene una parte predominante del C_3 y componentes más pesados, en los que en el aparato

(a) se proporciona uno o más medios de intercambio de calor y uno o más medios de expansión que están conectados cooperativamente para proporcionar al menos un gas hidrocarburo condensado parcialmente, proporcionando de ese modo al menos un primer vapor residual y al menos un líquido que contiene C_3 , cuyo líquido también contiene hidrocarburos más ligeros y

(b) una columna de destilación conectada para recibir al menos uno de dichos líquidos que contienen C_3 que se adapta para separar los líquidos que contienen C_3 en un segundo

residual que contiene hidrocarburos más ligeros y un producto que contiene C_3 ; la mejora que comprende

(1) medios de intercambio de calor conectados a dicha columna de destilación para recibir dicho segundo residual y condensarlo parcialmente;

(2) poner en contacto y separar medios conectados para recibir al menos parte de uno de los primeros vapores residuales y al menos parte de la parte líquida del segundo residual condensado parcialmente y mezclar dicho vapor y líquido en al menos una etapa de contacto, lo que significa incluir medios de separación para separar el vapor y el líquido después del contacto en dicha etapa;

(3) dichos medios (2) que se encuentran conectados además para suministrar los líquidos separados en los mismos a la columna de destilación como una alimentación líquida a la misma, y

(4) dichos medios (2) que también están conectados para dirigir los vapores separados en los mismos en relación de intercambio de calor con dicho segundo residual a partir de la columna de destilación en dichos medios de intercambio de calor (1); la mejora que comprende además

(5) Medios de productos de enfriamiento conectados a dicha columna de destilación para recibir dicho segundo residual a partir de dicha columna de destilación y alimentar dicho segundo residual a dichos medios de intercambio de calor.

[0014] Los medios de contacto y de separación incluyen medios de fraccionamiento para contacto en contracorriente de líquido/vapor, y en donde dichos medios están conectados para recibir la parte de uno de los primeros vapores residuales a tratar en los mismos por debajo de dichos medios de fraccionamiento y recibir la parte de dichos líquidos del segundo residual condensado parcialmente a tratar en los mismos por encima de dichos medios de fraccionamiento, dichos medios de fraccionamiento adaptados así de modo que los primeros vapores residuales se elevan a través de los mismos en contacto de contracorriente con el segundo residual condensado parcialmente.

[0015] Los medios de fraccionamiento incluyen medios de contacto de líquido/vapor que son el equivalente de al menos una etapa teórica de destilación.

[0016] Los medios de contacto y de separación (2) comprenden medios para la mezcla de al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales con la parte líquida del segundo residual condensado parcialmente.

[0017] Los medios de contacto y de separación (2) comprenden medios para la mezcla de al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales tanto con la parte de vapor como con la líquida de dicho segundo residual condensado parcialmente.

[0018] Los medios de contacto y de separación incluyen medios de fraccionamiento para contacto en contracorriente de líquido/vapor, y en donde dichos medios están conectados para recibir la parte de uno de los primeros vapores residuales a tratar en los mismos por debajo de dichos medios de fraccionamiento y recibir la parte de dichos líquidos del segundo residual condensado parcialmente, parte del primer residual condensado parcialmente y parte del líquido refrigerado que contiene C_3 del separador a tratar en los mismos por encima o en un punto intermedio en dichos medios de fraccionamiento, dichos medios de fraccionamiento que se adaptan así de modo que los primeros vapores residuales se elevan a través de los mismos en contacto de contracorriente con el segundo residual condensado parcialmente y parte del primer residual condensado parcialmente y que está adaptado además de modo que la parte del líquido que contiene C_3 del separador se enfría por los líquidos que salen de los medios de fraccionamiento.

[0019] Los medios de fraccionamiento incluyen medios de contacto de líquido/vapor que son el equivalente de al menos una etapa teórica de destilación.

[0020] Los medios de contacto y de separación (2) comprenden medios para la mezcla de al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales con la parte líquida del segundo residual condensado parcialmente, parte líquida de la parte condensada parcialmente del primer residual y parte del líquido refrigerado que contiene C_3 del separador.

[0021] Los medios de contacto y de separación (2) comprenden medios para la mezcla de al menos parte de uno de dichos primeros vapores residuales tanto con la parte

de vapor como con la líquida de dicho segundo residual condensado parcialmente, dicha parte condensada parcialmente del primer residual y parte del líquido refrigerado que contiene C₂ o C₃ del separador.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0022] La figura 1A es una representación esquemática parcial de un proceso de separación de hidrocarburos de acuerdo con la invención, la cual muestra la mitad del proceso debido a las limitaciones de escala.

[0023] La figura 1B es una representación esquemática parcial de la otra parte de un proceso de separación de hidrocarburos de acuerdo con la invención, la cual muestra la otra mitad del proceso debido a las limitaciones de escala.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0024] La presente invención proporciona un procedimiento mejorado para la recuperación de C₂ o C₃ y componentes más pesados a partir de gases que llevan hidrocarburos. En el procedimiento mejorado de la presente invención, el vapor de sobreflujo la columna HEFC está condensado parcialmente y, posteriormente, se combina al menos el condensado líquido con al menos el vapor de gases de alimentación condensados parcialmente descritos anteriormente en la LEFC que, en la presente invención, también actúa como un absorbedor. La LEFC está diseñada para proporcionar una o más etapas de contacto. Por lo general, este tipo de etapas se asumen para fines de diseño para que sean etapas de equilibrio, pero en la práctica no tiene por qué ser así. El vapor procedente del separador/absorbedor de alimentación pasa en relación de intercambio de calor al sobreflujo de la HEFC, proporcionando así la condensación parcial de esa corriente, y se suministra líquido de la LEFC a la HEFC como una alimentación líquida superior a la columna.

[0025] Si la LEFC contiene una sección de absorción, como el embalaje, o una o más platos de fraccionamiento, se asumirá que estas etapas corresponden a un número adecuado de etapas teóricas de separación. Nuestros cálculos han demostrado beneficios con tan solo una etapa teórica, y mayores beneficios a medida que aumenta el número de etapas teóricas. Creemos que se pueden obtener beneficios incluso con el equivalente de

una etapa teórica fraccionada. El sobreflujo de HEFC condensado parcialmente se suministra arriba de esta sección, y su parte líquida pasa hacia abajo a través de la sección de absorción. La corriente de alimentación condensada parcialmente se suministra por lo general por debajo de la sección de absorción, de modo que su parte de vapor pasa hacia arriba a través de ella en contacto de contracorriente con los líquidos de sobreflujo de HEFC condensado parcialmente. El vapor ascendente se une a los vapores que se separan del sobreflujo de HEFC condensado parcialmente por encima de la sección de absorción, para formar una corriente residual combinada.

[0026] Si bien se ha descrito anteriormente con respecto a una forma de realización preferida en la que vapores de sobreflujo se condensan y se utilizan para absorber etano, etileno, propano, propileno valioso, etc., de los vapores de salida del expansor, señalamos que la presente invención no se limita a esta forma de realización específica. Se pueden realizar ventajas, por ejemplo, mediante el tratamiento de sólo una parte del vapor de salida del expansor de esta manera, o mediante el uso de sólo una parte del condensado de sobreflujo como un absorbente en los casos en que otras consideraciones de diseño indiquen que partes de la salida del expansor o condensado de sobreflujo deben evitar la LEFC. También señalamos que la LEFC se puede construir ya sea como un recipiente separado o como una sección de la columna HEFC.

[0027] En la práctica de esta invención necesariamente habrá una ligera diferencia de presión entre la LEFC y la HEFC que debe tenerse en cuenta. Si los vapores de sobreflujo pasan a través del condensador y en el separador sin ningún aumento en la presión, el LEFC asumirá una presión de funcionamiento ligeramente por debajo de la presión de funcionamiento de la HEFC. En este caso la alimentación de líquido retirada de la LEFC se puede bombear a su posición de alimentación en la HEFC. Una alternativa es proporcionar un soplador de refuerzo en la línea de vapor para elevar la presión de funcionamiento en el condensador de sobreflujo y la LEFC lo suficiente como para que la alimentación líquida se pueda suministrar a la HEFC sin necesidad de bombeo. Todavía otra alternativa es montar la LEFC a una altura suficiente con relación a la posición de alimentación del líquido retirado de la misma para que la presión hidrostática del líquido supere la diferencia de presión.

[0028] En todavía otra alternativa, se puede combinar la totalidad o una parte del sobreflujo de HEFC condensado parcialmente y la totalidad o parte de la alimentación condensada parcialmente, tal como en la línea de tuberías que se une a la salida del

expansor a la LEFC y si se entremezclan a fondo, los líquidos y vapores se mezclarán y separarán de acuerdo con una volatilidad relativa de los diversos componentes del total de las corrientes combinadas. En esta forma de realización, la mezcla de líquido-vapor del condensador de sobreflujo se puede utilizar sin separación o se puede separar el polvo de líquido de la misma. Tal co-mezcla se considera para propósitos de esta invención como una etapa de contacto.

[0029] En aún otra variación de lo anterior, se pueden separar los vapores de sobreflujo condensados parcialmente, y la totalidad o una parte del líquido separado suministrado a la LEFC o mezclado con los vapores alimentados a la misma.

[0030] La presente invención proporciona una recuperación mejorada de etano o etileno, propano o propileno por cantidad de entrada de energía, requerida para operar el proceso. Una mejora en la energía de funcionamiento requerida para el funcionamiento de un proceso HEFC puede aparecer ya sea en forma de requisitos de energía reducidos para la refrigeración externa, requisitos de energía reducidos para compresión o recompresión, o ambos. Alternativamente, si se desea, se puede obtener el aumento de recuperación C_2 o C_3 para una entrada de energía fija.

[0031] La figura 1A y la figura 1B representan un esquema de un proceso de separación de hidrocarburos de acuerdo con la invención. De un gas que lleva hidrocarburo, se alimenta gas natural a través de la línea 20 a un intercambiador caliente de gas/gas 22-E3000 y luego a un enfriador 22-E3400. La refrigeración se suministra a través de la línea 52 y 53. El enfriador tiene una línea 54 que retirará refrigeración para recompresión y licuefacción. La corriente de gas refrigerada se alimenta a través de la línea 21 a través de un intercambiador frío de gas/gas 22-3100 a un recipiente frío de separación 22-D1000.

[0032] La corriente de gas hidrocarburo se separará en dos corrientes con el vapor que sale a través de la línea 22 y los fondos a través de la línea 25 a la línea 16. Los fondos pasarán a través de una válvula en la línea 26 para control de flujo y se reunirán con la línea 26 a la línea 35 en donde entrarán al subenfriador 22-E3200. Estos gases hidrocarburos refrigerados salen del subenfriador a través de la línea 36 y entrar en la columna de fraccionamiento de extremos livianos 22-T2000. La corriente de gas

hidrocarburo que no se desvía continuará través de la línea 37 a la columna de fraccionamiento de extremos livianos 22-T2000 en la parte superior de la columna.

[0033] El vapor del recipiente frío de separación 22-D1000 saldrá a través de la línea 22 y alcanzará un cruce con la línea 24. La línea 24 también contendrá un conjunto de válvula PV que se utiliza para controlar el flujo de la corriente en la línea 24. El resto del vapor del recipiente frío de separación fluye a través de la línea 23 a través de un compresor-expansor 22-X6000. Esta corriente expandida de gas hidrocarburo se alimentará a través de la línea 29 en la columna de fraccionamiento de extremos livianos 22-T2000.

[0034] El vapor de la columna de fraccionamiento de extremos livianos 22-T2000 saldrá a través de la línea 39 y pasará a través de la línea 40, donde pasarán a través del intercambiador frío de gas/gas 22-E3100 y el intercambiador caliente de gas/gas antes de pasar a través de la línea 55 a un compresor-expansor 22-C6000, donde la corriente de gas comprimido entrará un enfriador de descarga del compresor-expansor 22-E4100 a través de la línea 59. La corriente de gas descargado saldrá a través de la línea 58 y a las ventas o procesamiento adicional según sea necesario.

[0035] La línea 56 se pone en contacto con la línea 55 y una parte del gas hidrocarburo se extraerá antes de entrar en el compresor-expansor 22-C6000 y se recuperará para su uso como gas combustible. Un conjunto de válvula está presente en la línea 56 para controlar la cantidad del material a utilizar como gas combustible.

[0036] Los fondos de la columna de fraccionamiento de extremos livianos 22-T2000 saldrán a través de la línea 31. Estos fondos comprenden una corriente líquida intermedia que requiere fraccionamiento adicional. La línea 31 está en comunicación de líquido con una bomba de transferencia 22-P5000A/B que dirige los fondos desde la columna de fraccionamiento de extremos livianos a la línea 33 y en la parte superior de una columna de fraccionamiento de extremos pesados 22-T2100.

[0037] De una corriente que comprende un producto intermedio enfriador, se retira líquido de la columna de fraccionamiento de extremos pesados 22-T2100 a través de la línea 41 que se alimenta a un calentador lateral 22-E3800, el cual calentará la corriente y la devolverá a través de la línea 42 a un punto más bajo en la columna de fraccionamiento

de extremos pesados de la que fue retirada. Se retira otra corriente lateral de la columna de fraccionamiento de extremos pesados 22-T2100 a través de la línea 43 que se alimenta a un rehervidor de columna de fraccionamiento de extremos pesados 22-E3700 que calentará la corriente lateral. Esta corriente se alimenta a un rehervidor de ajuste 22-E4000 donde va a ser calentada adicionalmente antes de devolverse a través de la línea 44 a un punto más bajo en la columna de fraccionamiento de extremos pesados de la que fue retirada. La línea 45 suministrará medios de calentamiento (no se muestran) al rehervidor de ajuste 22-E4000 mientras que la línea 46 devolverá medios de calentamiento desde el rehervidor de ajuste.

[0038] Una línea en la parte inferior de la columna de fraccionamiento de extremos pesados eliminará algunos de los hidrocarburos que comprenden principalmente C_2 s e hidrocarburos menos volátiles o C_3 s e hidrocarburos menos volátiles y los dirigirá a una válvula en la línea 51. La línea 51 recibe fondos de la columna de fraccionamiento de extremos pesados 22-T2100. La línea 47 alimenta los fondos de la columna de fraccionamiento de extremos pesados y los alimenta a una bomba de fondos de columna de fraccionamiento de extremos pesados 22-P5100A/B que alimenta los fondos a través de la línea 49 a un producto intercambiador 22-E3600 que alimenta los fondos a través de la línea 50 al producto de bomba 22-P5200A/B. Esta bomba dirige los fondos a través de la línea 51, donde pueden ser alimentados directamente a una tubería.

Una válvula en la línea 49 permitirá la derivación del producto intercambiador 22-E3600 y desviar el flujo a un intercambiador de calor de aire o agua refrigerada cuando la planta se opera en el modo de recuperación más pesada y C_3 . Después de la refrigeración, estos fondos se pueden alimentar de nuevo en la línea 49 para alimentar el producto intercambiador 22-E3600.

[0039] El vapor de la columna de fraccionamiento de extremos pesados 22-T2100 saldrá a través de la línea 34 y pasará a través de un subenfriador 22-E3200. La línea 38 sale del subenfriador 22-E3200 y se conecta a una válvula. El vapor de la columna de fraccionamiento de extremos pesados se alimentará a través de la línea 30 a la columna de fraccionamiento de extremos livianos 22-T2000, donde se fraccionarán aún más para el reingreso en la columna de fraccionamiento de extremos pesados como una corriente de reflujo.

[0040] Una parte del gas residual comprimido de la corriente 58 se recicla a través del proceso criogénico general no sólo para aumentar etano y recuperaciones de componente

de hidrocarburos pesados, sino también para reducir el consumo de energía del sistema en general.

[0041] El procedimiento mejorado utiliza la corriente de reciclo 1 en la que se enfría una parte del gas residual y se puede licuar parcialmente mediante intercambio de calor, reduciendo de forma expandida su temperatura y aumentando así el reflujo en la columna de fraccionamiento de extremos livianos 22-T2000. Esta corriente de reciclo 1 se alimenta corriente abajo desde el compresor-expansor 22-X/C600 y el enfriador de descarga del compresor-expansor 22-E4100 o corriente abajo del compresor de gas residual, posterior a la refrigeración. La corriente de reciclo 1 se enfría y condensa parcialmente en el intercambiador de calor de placa de entrada 22-E3000, donde la corriente de reciclo 1 se puede intercambiar transversalmente con una corriente de entrada 20, una corriente de producto líquido 49, la corriente de líquido del rehervidor 43, la corriente de líquido del calentador lateral 41 y la corriente de gas residual 40. La corriente de reciclo sale del intercambiador de calor 22-E3000 a través de la línea 2 y se expande a través de una válvula de control de flujo V2 donde se produce más licuefacción y refrigeración a la corriente de reciclo. Esta corriente de reciclo enfriado y licuado adicional pasa a través de la válvula de control de flujo V2 y entra en la línea 3 que se alimenta en el subenfriador 22-E3200. El subenfriador 22-E3200 proporciona refrigeración adicional mediante la mezcla con el vapor de la columna de fraccionamiento de extremo livianos 22-T2000. Al alcanzar estas temperaturas frías, se produce licuefacción adicional que proporciona así más reflujo a la columna de fraccionamiento de extremos livianos 22-T2000. Dicho reflujo se traducirá en más adsorción de etano, así como el aumento de etano y recuperaciones de componentes más pesados.

[0042] La corriente de reciclo al haber proporcionado más enfriamiento al subenfriador 22-E3200 y reflujo de enfriamiento posterior para la columna de fraccionamiento de extremos livianos 22-T2000, fluye a través del subenfriador 22-E3200 y entra en la línea 4 donde fluirá a la línea 40 donde se alimentará a través del intercambiador de calor 22-E3000, donde se calentará adicionalmente y donde luego se alimentará a través de la línea 55 al compresor-expansor 22-C6000. La corriente comprimida se alimentará a través de la línea 59 al enfriador de descarga del compresor-expansor 22-E4100 donde se volverá a comprimir y alimentar en la línea 1, donde se reciclará en última instancia al subenfriador 22-E3200.

[0043] Aunque esta invención se ha descrito con respecto a formas de realización específicas de la misma, es evidente que numerosas otras formas y modificaciones de la invención serán evidentes para los expertos en la materia. Las reivindicaciones adjuntas en esta invención se deben interpretar generalmente para cubrir todas esas formas y modificaciones obvias que están dentro del verdadero espíritu y alcance de la invención.

SGD\SGD\ID-484153\WPC22558