

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 833**

51 Int. Cl.:

C07D 301/19 (2006.01)

B01D 3/40 (2006.01)

C07D 301/32 (2006.01)

B01D 3/14 (2006.01)

B01D 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2014 PCT/US2014/048436**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO15017333**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2014 E 14832850 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3027595**

54 Título: **Sistemas, métodos y aparatos de separación de óxidos de alquileno**

30 Prioridad:

29.07.2013 US 201361859549 P

21.07.2014 US 201414336149

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

06.06.2019

73 Titular/es:

LYONDELL CHEMICAL TECHNOLOGY, L.P.

(100.0%)

**1221 McKinney, Suite 700 Lyondellbasell Tower
Houston, TX 77010, US**

72 Inventor/es:

LI, XIANGMIN;

CHANG, TE;

LEYSHON, DAVID, W.;

DUBNER, WALTER, S. y

ROSS-MEDGARDEN, ELIZABETH I.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 715 833 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

Sistemas, métodos y aparatos de separación de óxidos de alquileno

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

5 Esta solicitud reclama el beneficio y la prioridad de la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos No. 61/859,549 presentada el 29 de julio de 2013, que se incorpora aquí como referencia en su totalidad.

CAMPO DE LA INVENCIÓN

10 La presente invención se refiere a un proceso para la purificación y recuperación de óxido de propileno que se forma a partir de la epoxidación de propileno con hidroperóxidos derivados de la oxidación de isobutano, etilbenceno o cumeno. En particular, el proceso mejora la separación de aldehídos ligeros, como el formaldehído y el acetaldehído, del óxido de propileno.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

15 Aproximadamente 14,5 billones de libras de óxido de propileno se producen cada año. El óxido de propileno tiene muchos usos. Entre el 60 y el 70% de todo el óxido de propileno se convierte en poliéter polioles para la producción de plásticos de poliuretano. Alrededor del 20% del óxido de propileno se hidroliza en propilenglicol, a través de un proceso que se acelera por reacción térmica o por catálisis ácida o básica. Otros productos importantes son el polipropilenglicol, los éteres de propilenglicoles y el carbonato de propileno. Para producir estos productos finales, se necesita óxido de propileno libre de impurezas.

20 Los métodos para producir óxidos de alquileno, incluido el óxido de propileno, comprenden la hidroclicación y la epoxidación de sus correspondientes olefinas. Los oxidantes utilizados en los procesos de epoxidación se derivan de hidrocarburos terciarios o secundarios por oxidación directa con oxígeno molecular; Por lo tanto, contienen impurezas y precursores oxigenados. También se generan impurezas adicionales oxigenadas en la etapa de epoxidación de olefinas. Los óxidos de alquileno en bruto, como el óxido de propileno, en particular los producidos por la epoxidación con oxidantes de hidrocarburos, contienen una cantidad significativa de impurezas oxigenadas difíciles de separar de los óxidos de alquileno. Las impurezas generalmente incluyen agua, ácidos, alcoholes, aldehídos, cetonas y ésteres.
25 Existe la necesidad de una mejora continua de los sistemas y métodos para separar el óxido de propileno de estos constituyentes de impurezas de las corrientes de efluentes de diversos métodos para producir óxido de propileno.

30 La patente de los Estados Unidos 3,338,800 divulga la destilación extractiva de óxidos de alquileno que tienen de 3 a 18 átomos de carbono con un solvente de parafina o nafta de parafina. Más particularmente, esta patente sugiere que las impurezas oxigenadas que hierven dentro de 5 ° C del óxido de alquileno pueden separarse por destilación extractiva usando hidrocarburos parafínicos acíclicos como solventes que tienen puntos de ebullición al menos 35 ° C por encima de los puntos de ebullición de dichas impurezas. El problema abordado por esta patente es que las fracciones de epóxido producidas por la oxidación directa de compuestos etilénicamente insaturados con oxígeno molecular en la fase líquida contienen impurezas oxigenadas que, debido a que sus puntos de ebullición son similares al producto de epóxido deseado, no se pueden separar mediante técnicas de destilación convencionales.

35 La patente de los Estados Unidos 3,881,996 divulga que la secuencia de los pasos de fraccionamiento tiene un efecto importante sobre la pureza final del óxido de propileno obtenido, particularmente con respecto al contenido de aldehído. Se obtienen resultados sustancialmente mejorados cuando la eliminación del acetaldehído y los materiales de menor punto de ebullición precede a la etapa en la que el óxido de propileno se separa del propionaldehído y el material de mayor punto de ebullición. Este resultado es altamente inusual y no está de acuerdo con el rendimiento calculable habitual de los equipos de destilación fraccionada. El inventor cree que pueden ocurrir reacciones químicas durante la destilación que interfieren con los pasos normales de transferencia de masa y, por lo tanto, producen resultados anómalos. Sin embargo, no se ofrece el razonamiento científico.

45 La patente de los Estados Unidos Nos. 3,464,897 y 3,843,488 divulgan que el uso de solventes hidrocarbonados de 8-20 átomos de carbono puede eliminar eficazmente las impurezas C5-C7 del óxido de propileno en la destilación extractiva. La patente de los Estados Unidos 3,607,669 divulga un método para separar el óxido de propileno del agua destilando la mezcla en presencia de parafina acíclica o cíclica que contiene de 8 a 12 átomos de carbono rompiendo el azeótropo de óxido de propileno y agua a presión elevada. Hay muchas otras patentes de EE. UU., Como la Patente de EE. UU. Nos. 4,140,588, 5,000,825, 5,006,206, 5,116,466, 5,116,467, 5,139,622, 5,145,561, 5,145,563, 5,154,803, 5,154,804, 5,160,587, 5,140,587, 5,340,446, 5,620,568, 5,958,192 y 5,559,184. La patente de los Estados Unidos
50 2,550,847, 2,622,060, 3,350,417, 3,477,919, 4,691,034, 4,691,035, 5,106,458 y 5,107,002 divulgan cómo separar el formiato de metilo del óxido de propileno. Aunque estas patentes divulgan la eliminación de las impurezas de óxido de propileno seleccionadas, ninguna aborda la eliminación de aldehídos, particularmente de formaldehído y acetaldehído.

55 La patente de los Estados Unidos N° 6,024,840 usa metanol como solvente extractivo para eliminar el acetaldehído del propileno. Sin embargo, el metanol solvente en sí mismo se convierte en un contaminante de óxido de propileno que hierve de cerca. La patente de los Estados Unidos N° 7,705,167 divulga el uso de agua de óxido de propileno de lavado seguido de la fase acuosa en contacto con un solvente extractor de hidrocarburos y la posterior destilación.

Estas divulganzas no son prácticas para la mejora de la planta existente. Debido a que es difícil recuperar un óxido de propileno que contiene aldehídos totales por debajo de 50 ppm y sin formaldehído, particularmente para el óxido de propileno producido a partir del proceso de hidroperóxido de terc-butilo, el objetivo de la presente invención es proporcionar un método aplicable a las plantas existentes para recuperando óxido de propileno en un alto estado de pureza bajo en aldehídos sin pérdida sustancial de producto de óxido de propileno. Se hace referencia adicional a WO2012/170685.

COMPENDIO DE LA INVENCION

Un aspecto de la invención se refiere a un sistema de separación de óxido de propileno que incluye: una columna de destilación configurada para recibir una corriente de óxido de propileno en bruto, descargar una corriente de impureza que tiene metanol y agua, y descargar una corriente de fondo que tiene la mayoría del óxido de propileno que entra en el en bruto corriente de óxido de propileno; un decantador configurado para recibir la corriente de impureza y un solvente hidrocarbonado para proporcionar la formación en el decantador de una fase orgánica que tiene óxido de propileno y solvente hidrocarbonado, y una fase acuosa que comprende un porcentaje en peso mayoritario del metanol y el agua que entra en la corriente de impureza ; y un sistema de lavado con agua configurado para recibir y purgar la fase acuosa del sistema de separación de óxido de propileno, en donde la fase orgánica en el decantador se envía a la columna de destilación.

La corriente de óxido de propileno en bruto puede ser una corriente de efluente del reactor de óxido de propileno, tal como en un sistema de proceso de óxido de propileno/terc-butanol.

La columna de destilación puede incluir un condensador superior, y en el que la columna de destilación está configurada con una purga de vapor superior de componentes no condensados del condensador superior. El decantador puede ser un decantador de cabeza a la columna de destilación y recibir el flujo de impurezas del condensador de cabeza. Por otro lado, el decantador puede ser un decantador lateral de la columna de destilación, y recibir el flujo de impurezas de una extracción de líquido de la columna de destilación. La columna de destilación puede ser una columna de luces solventes. El sistema de lavado con agua puede incluir un mezclador, como un mezclador estático y un coalescente. Además, un removedor de solvente puede recibir la corriente de fondos de la columna de destilación, en donde el removedor de solventes descarga una corriente de cabeza de removedor de solventes que tiene la mayoría de óxido de propileno entrando en el removedor de solventes en la corriente de fondos de la columna de destilación, y descarga un solvente - la corriente del fondo del remojo que comprende al menos una porción del solvente hidrocarburo recibido en el decantador.

Además, una columna de extracción puede someter la corriente superior del solvente-removedor desde el removedor de solvente a una extracción con solvente de hidrocarburo para eliminar las impurezas, en donde la columna de extracción purga las impurezas eliminadas que tienen formaldehído en el sistema de lavado con agua

También se describe un método para separar óxido de propileno de una corriente de óxido de propileno bruto en un sistema de separación, incluyendo el método: alimentar la corriente de óxido de propileno en bruto a una columna de destilación; descargar una corriente de impurezas de la columna de destilación a un decantador, teniendo la corriente de impurezas metanol y agua; alimentación de solvente hidrocarburo al decantador; formando en el decantador una fase orgánica que incluye óxido de propileno y un solvente de hidrocarburo, y una fase acuosa que tiene un porcentaje mayoritario en peso del metanol y el agua alimentada al decantador en la corriente de impurezas; lavar la fase acuosa con agua y purgar la fase acuosa lavada del sistema de separación; y enviando la fase orgánica a la columna de destilación.

La descarga de la corriente de impurezas puede incluir la descarga de la corriente de impurezas al decantador a través de un condensador superior de la columna de destilación, y el método incluye además purgar una corriente de vapor del condensador superior.

Por otro lado, la descarga de la corriente de impurezas puede implicar la descarga de la corriente de impurezas al decantador a través de una extracción lateral de líquido de la columna de destilación. El método puede incluir: descargar una corriente de fondos desde la columna de destilación, la corriente de fondos que tiene la mayoría del óxido de propileno entrando en la columna de destilación en la corriente de óxido de propileno en bruto; separar el formaldehído de la corriente de fondos; y enviar el formaldehído a un sistema de lavado con agua que realiza el lavado de la fase acuosa con agua.

Otro aspecto más de la invención se refiere a un sistema de separación de óxido de propileno que incluye: una columna de destilación configurada para recibir una corriente de óxido de propileno bruto procesada, descargar una corriente de impureza que comprende metanol y agua, y descargar una corriente de fondo que tiene la mayoría de la entrada de óxido de propileno en la corriente de óxido de propileno en bruto procesado; un mezclador configurado para mezclar cáustico (por ejemplo, es o que tiene hidróxido de sodio) con la corriente de impurezas para dar una corriente de impurezas tratadas cáusticamente; y una columna de lavado a contracorriente configurada para someter la corriente de impurezas tratadas cáusticamente tanto a una extracción acuosa como a una extracción orgánica.

La columna de retrolavado puede purgar una corriente acuosa que tiene una cantidad mayoritaria de metanol y agua en la corriente de impureza.

Además, la columna de retrolavado puede descargar una corriente orgánica (que tiene un solvente de hidrocarburo y óxido de propileno) a la columna de destilación. Se puede disponer una columna de extracción aguas abajo de la columna de destilación y purgar formaldehído en el mezclador, en donde el formaldehído se arrastra desde la corriente de la parte inferior de la columna de destilación.

- 5 El sistema de separación de óxido de propileno puede incluir además: una columna de destilación de luces configurada para recibir una corriente de óxido de propileno en bruto, eliminar componentes ligeros y descargar una corriente de fondos de columna de destilación de luces que comprende la mayoría del óxido de propileno de la corriente de óxido de propileno en bruto; y una columna de destilación pesada configurada para recibir la corriente de fondos de la columna de destilación de luces, eliminar componentes pesados y descargar una corriente de cabeza que comprende la mayor parte del óxido de propileno de la corriente de fondos de la columna de destilación de luces, y en la que la corriente de cabeza es o una parte de la corriente de óxido de propileno en bruto procesada. Alternativamente, la separación de óxido de propileno puede incluir: una columna de destilación pesada configurada para recibir una corriente de óxido de propileno en bruto, eliminar componentes pesados de la corriente de óxido de propileno en bruto y descargar una corriente de cabeza que comprende la mayoría del óxido de propileno de la corriente de óxido de propileno en bruto ; y una columna de destilación de luces configurada para recibir la corriente de cabeza, eliminar los componentes pesados de la corriente de cabeza, y descargar una corriente de fondos de la columna de destilación de luces que tiene una mayoría del óxido de propileno de la corriente de cabeza, y en donde la corriente de fondos de la columna de destilación de luces Es o una porción de la corriente de óxido de propileno en bruto procesado.

20 Lo que figura anteriormente describe de forma amplia las características y ventajas técnicas de la presente invención para que la descripción detallada de la invención que sigue pueda entenderse mejor. Las características y ventajas adicionales de la invención se describirán a continuación, que constituyen el objeto de las reivindicaciones de la invención. Los expertos en la técnica deberían apreciar que la concepción y la realización específica descrita pueden utilizarse fácilmente como base para modificar o diseñar otras estructuras para llevar a cabo los mismos propósitos de la presente invención. Los expertos en la técnica también deberían darse cuenta de que tales construcciones equivalentes no se apartan del espíritu y alcance de la invención como se establece en las reivindicaciones adjuntas. Las características novedosas que se consideran características de la invención, tanto en cuanto a su organización como a su método de operación, junto con otros objetos y ventajas, se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción cuando se considere en relación con las figuras adjuntas. Debe entenderse expresamente que cada una de las figuras se proporciona solo con fines de ilustración y descripción y no pretende ser una definición de los límites de la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas, y los dibujos adjuntos, donde:

35 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de separación de óxido de propileno de acuerdo con una realización.

La figura 2 es un esquema, que incluye una columna de solvente-ligeros, de acuerdo con una realización, como se usa en una planta piloto.

La figura 3 es un esquema de una columna de extracción de solvente, de acuerdo con una realización, como se usa en una planta piloto.

40 La figura 4 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de separación de óxido de propileno de acuerdo con varias realizaciones.

La figura 5 es un diagrama de bloques esquemático de un extremo frontal de un sistema de separación de óxido de propileno según una realización.

45 La figura 6 es un diagrama de bloques esquemático de un *back-end* de un sistema de separación de óxido de propileno asociado con el *front-end* de La figura 5 de acuerdo con una realización.

La figura 7 es un diagrama de bloques esquemático de otro extremo frontal de un sistema de separación de óxido de propileno de acuerdo con una realización.

La figura 8 es un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de un sistema de columna de solvente-ligeros del extremo frontal de La figura 7 de acuerdo con una realización.

50 La figura 9 es un diagrama de bloques esquemático de otro ejemplo de un sistema de columna de solvente-ligeros del extremo frontal de La figura 7 de acuerdo con una realización.

La figura 10 es un diagrama de bloques esquemático de un *back-end* de un sistema de separación de óxido de propileno asociado con el *front-end* de las Figs. 7-9 de acuerdo con una realización.

La figura 11 es un diagrama de bloques esquemático de otro extremo frontal de un sistema de separación de óxido de propileno de acuerdo con una realización.

La figura 12 es un diagrama de bloques esquemático de un *back-end* de un sistema de separación de óxido de propileno asociado con el *front-end* de La figura 11 de acuerdo con una realización.

- 5 Debe entenderse que las diversas realizaciones no están limitadas a las disposiciones e instrumentos mostrados en los dibujos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE LA INVENCIÓN

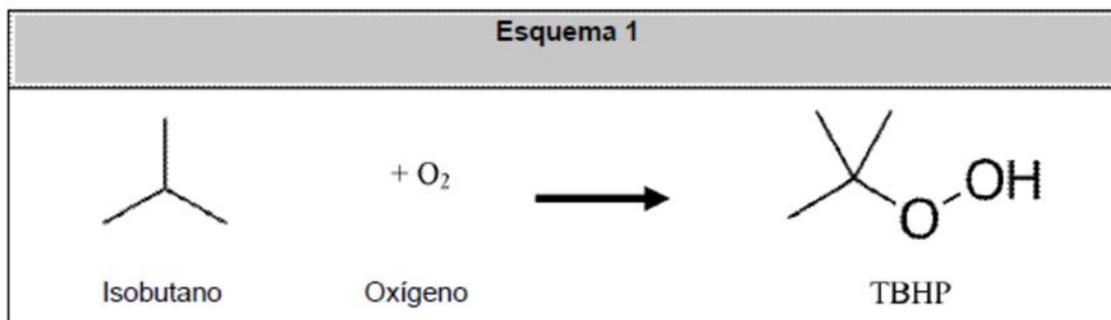
La presente descripción puede entenderse más fácilmente por referencia a la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención, así como a los ejemplos incluidos en la misma.

- 10 Se discuten varias corrientes a lo largo de la presente descripción como que contienen impurezas, que se identifican a continuación dentro del contexto de la corriente en particular.

Aunque varias corrientes pueden identificarse a continuación con nombres más específicos, en la medida en que se identifica que una corriente contiene impurezas que deben eliminarse, dicha corriente también es una corriente de impurezas.

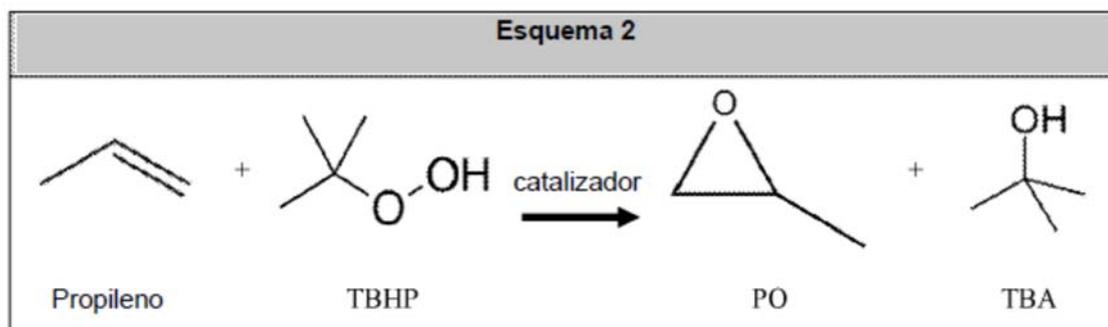
- 15 Ahora se describirá un método para producir óxido de propileno (PO), también conocido como epoxipropano, epóxido de propileno, óxido de 1,2-propileno, metil oxirano, 1,2-epoxipropano, óxido de propeno, óxido de metil etileno, óxido de metiletileno.

- 20 Primero, como se muestra en el Esquema 1, el isobutano (IB), también conocido como 2-metilpropano, se puede hacer reaccionar con oxígeno para formar hidroperóxido de terc-butilo (TBHP), también conocido como 2-metilpropano-2-peroxol.



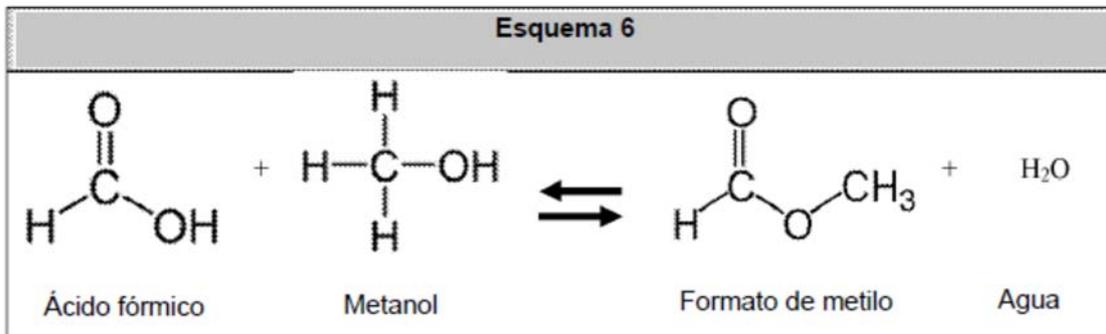
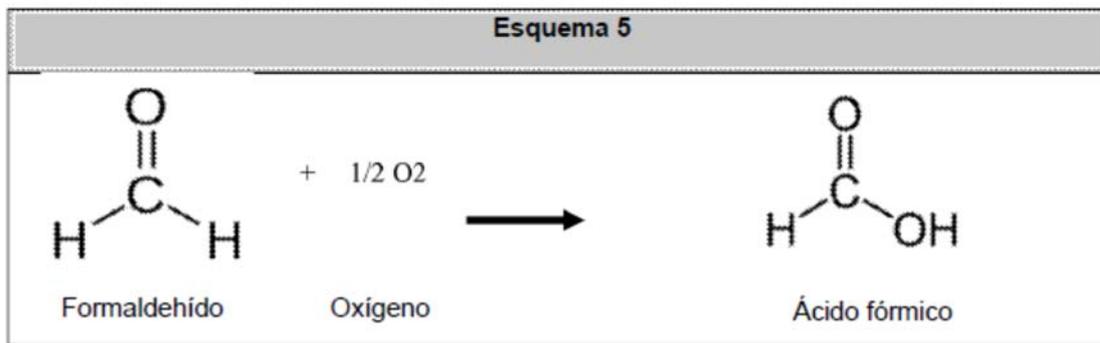
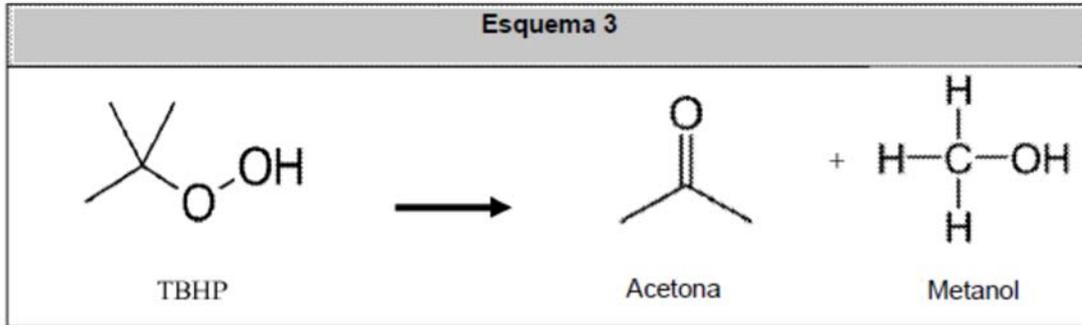
Posteriormente, como se muestra en el Esquema 2, el propileno, también conocido como propeno, se puede hacer reaccionar con TBHP en presencia de un catalizador para formar PO y terc-butanol (TBA), también conocido como 2-metil-2-propanol.

- 25

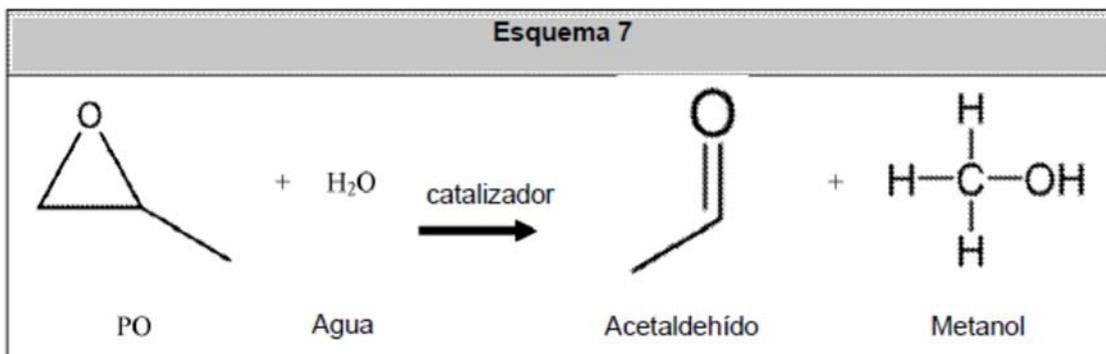


Dado que este método produce tanto PO como TBA, se denominará proceso de PO/TBA.

El proceso de PO/TBA también puede producir una variedad de productos secundarios no deseados. Sin desear estar limitados por la teoría, pueden producirse reacciones no selectivas para producir las impurezas. Tales reacciones no selectivas pueden incluir, pero no están limitadas a las reacciones representadas en los Esquemas 3-6.



- 5 El acetaldehído también se puede formar en el proceso PO/TBA. Un posible mecanismo para la formación de acetaldehído se muestra en el Esquema 7.



ES 2 715 833 T3

Las concentraciones de estas impurezas que terminan en un flujo del PO en bruto a partir de un proceso de PO/TBA pueden variar.

5 El formiato de metilo puede estar presente en una cantidad dentro de un rango que tiene un límite inferior y/o un límite superior, cada uno expresado como un porcentaje en peso de la composición total de una corriente del PO en bruto a partir de un proceso de PO/TBA. El rango puede incluir o excluir el límite inferior y/o el límite superior. El límite inferior del formiato de metilo y/o el límite superior se pueden seleccionar entre 0, 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,06, 0,07, 0,08, 0,09, 0,1, 0,11, 0,12, 0,13, 0,14, 0,15, 0,16, 0,17, 0,18, 0,19, 0,2, 0,21, 0,22, 0,23, 0,24, 0,25, 0,26, 0,27, 0,28, 0,29, 0,3, 0,31, 0,32, 0,33, 0,34, 0,35, 0,36, 0,37, 0,38, 0,39, 0,4, 0,41, 0,42, 0,43, 0,44, 0,45, 0,46, 0,47, 0,48, 0,49, 0,5, 0,51, 0,52, 0,53, 0,55, 0,56, 0,57, 0,58, 0,59, 0,6, 0,61, 0,62, 0,63, 0,64, 0,65, 0,66, 0,67, 0,68, 0,69, 0,7, 0,71, 0,72, 10 0,73, 0,74, 0,75, 0,76, 0,77, 0,78, 0,79, 0,8, 0,81, 0,82, 0,83, 0,84, 0,85, 0,86, 0,87, 0,88, 0,89, 0,9, 0,91, 0,92, 0,93, 0,94, 0,95, 0,96, 0,97, 0,98, 0,99, 1, 2, 3, 4, 5 y 10 por ciento en peso. Por ejemplo, el formiato de metilo puede estar presente en una cantidad superior al 0,06 por ciento en peso de la composición total de una corriente del PO en bruto a partir de un proceso de PO/TBA.

15 El metanol puede estar presente en una cantidad dentro de un rango que tiene un límite inferior y/o un límite superior, cada uno expresado como un porcentaje en peso de la composición total de un flujo del PO en bruto a partir de un proceso de PO/TBA. El rango puede incluir o excluir el límite inferior y/o el límite superior. El límite inferior de metanol y/o el límite superior pueden seleccionarse entre 0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,0031, 0,0032, 0,0033, 0,0034, 0,0035, 0,0036, 0,0037, 0,0038, 0,0039, 0,0139, 0,0239, 0,0339, 0,0439, 0,0539, 0,0639, 0,0739, 0,0839, 0,0939, 0,1039, 0,1049, 0,1059, 0,1069, 0,1079, 0,1089, 0,1099, 0,1109, 0,1119, 0,1129, 0,1139, 0,1149, 0,1159, 0,1111, 0,1111, 20 0,116, 0,1161, 0,1162, 0,1164, 0,1164, 0,1164, 0,1164, 0,1164, 0,1165, 0,1111, 0,1111, 0,1111, 0,116, 0,116, 0,1169, 0,117, 0,1171, 0,1172, 0,1173, 0,1174, 0,1175, 0,1176, 0,1177, 0,2177, 0,3177, 0,4177, 0,5177, 0,6177, 0,7177, 0,8177, 0,9177, 1, 2, 3, 4, 5, 5 y 10 por ciento en peso. Por ejemplo, el metanol puede estar presente en una cantidad mayor que 0,0032 por ciento en peso o en una cantidad mayor que 0,1172 por ciento en peso de la composición total de una corriente del PO en bruto de un proceso de PO/TBA.

25 El acetaldehído puede estar presente en una cantidad dentro de un rango que tiene un límite inferior y/o un límite superior, cada uno expresado como un porcentaje en peso de la composición total de un flujo del PO en bruto a partir de un proceso de PO/TBA. El rango puede incluir o excluir el límite inferior y/o el límite superior. El límite inferior de acetaldehído y/o el límite superior se pueden seleccionar entre 0, 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,06, 0,07, 0,08, 0,09, 0,1, 0,11, 0,12, 0,13, 0,14, 0,15, 0,16, 0,17, 0,18, 0,19, 0,2, 0,21, 0,22, 0,23, 0,24, 0,25, 0,26, 0,27, 0,28, 0,29, 0,3, 30 0,31, 0,32, 0,33, 0,34, 0,35, 0,36, 0,37, 0,38, 0,39, 0,4, 0,41, 0,42, 0,43, 0,44, 0,45, 0,46, 0,47, 0,48, 0,49, 0,5, 0,51, 0,52, 0,53, 0,55, 0,56, 0,57, 0,58, 0,59, 0,6, 0,61, 0,63, 0,64, 0,65, 0,66, 0,67, 0,68, 0,69, 0,7, 0,71, 0,72, 0,73, 0,74, 0,75, 0,76, 0,77, 0,78, 0,79, 0,8, 0,81, 0,82, 0,83, 0,84, 0,85, 0,86, 0,87, 0,88, 0,89, 0,9, 0,91, 0,92, 0,93, 0,94, 0,95, 0,96, 0,97, 0,98, 0,99, 1, 2, 3, 4, 5 y 10 por ciento en peso. Por ejemplo, el acetaldehído puede estar presente en una cantidad superior al 0,03 por ciento en peso de la composición total de una corriente del PO en bruto a partir de un proceso de PO/TBA.

35 El agua puede estar presente en una cantidad dentro de un rango que tiene un límite inferior y/o un límite superior, cada uno expresado como un porcentaje en peso de la composición total de un flujo del PO en bruto a partir de un proceso de PO/TBA. El rango puede incluir o excluir el límite inferior y/o el límite superior. El límite inferior del agua y/o el límite superior se pueden seleccionar entre 0, 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,06, 0,07, 0,08, 0,09, 0,1, 0,11, 0,12, 40 0,13, 0,14, 0,15, 0,16, 0,17, 0,18, 0,19, 0,2, 0,21, 0,22, 0,23, 0,24, 0,25, 0,26, 0,27, 0,28, 0,29, 0,3, 0,31, 0,32, 0,33, 0,34, 0,35, 0,36, 0,37, 0,38, 0,39, 0,4, 0,41, 0,42, 0,43, 0,44, 0,45, 0,46, 0,47, 0,48, 0,49, 0,5, 0,51, 0,52, 0,53, 0,55, 0,56, 0,57, 0,58, 0,59, 0,6, 0,61, 0,63, 0,64, 0,65, 0,66, 0,67, 0,68, 0,69, 0,7, 0,71, 0,72, 0,73, 0,74, 0,75, 0,76, 0,77, 0,78, 0,79, 0,8, 0,81, 0,82, 0,83, 0,84, 0,85, 0,86, 0,87, 0,88, 0,89, 0,9, 0,91, 0,92, 0,93, 0,94, 0,95, 0,96, 0,97, 0,98, 0,99, 1, 2, 3, 4, 5 y 10 por ciento en peso. Por ejemplo, el agua puede estar presente en una cantidad superior al 0,16 por ciento en peso de la composición total de una corriente del PO en bruto a partir de un proceso de PO/TBA.

45 El formaldehído puede estar presente en una cantidad dentro de un rango que tiene un límite inferior y/o un límite superior, cada uno expresado como un porcentaje en peso de la composición total de un flujo del PO en bruto a partir de un proceso de PO/TBA. El rango puede incluir o excluir el límite inferior y/o el límite superior. El límite inferior de formaldehído y/o el límite superior se pueden seleccionar entre 0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004, 0,005, 0,006, 0,007, 50 0,008, 0,009, 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,06, 0,07, 0,08, 0,09, 0,1, 0,11, 0,12, 0,13, 0,14, 0,15, 0,16, 0,17, 0,18, 0,19, 0,2, 0,21, 0,23, 0,23, 0,24, 0,25, 0,26, 0,27, 0,28, 0,29, 0,3, 0,31, 0,32, 0,33, 0,34, 0,35, 0,36, 0,37, 0,38, 0,39, 0,4, 0,41, 0,42, 0,43, 0,44, 0,46, 0,47, 0,48, 0,49, 0,5, 0,51, 0,52, 0,53, 0,54, 0,55, 0,56, 0,57, 0,58, 0,59, 0,6, 0,61, 0,62, 0,63, 0,64, 0,65, 0,66, 0,67, 0,68, 0,69, 0,7, 0,71, 0,72, 0,73, 0,74, 0,75, 0,76, 0,77, 0,78, 0,79, 0,8, 0,81, 0,82, 0,83, 0,84, 0,85, 0,86, 0,87, 0,88, 0,89, 0,9, 0,91, 0,92, 0,93, 0,94, 0,95, 0,96, 0,97, 0,98, 0,99, 1, 2, 3, 4, 5, y el 10 por 55 ciento en peso. Por ejemplo, el formaldehído puede estar presente en una cantidad superior al 0,005 por ciento en peso de la composición total de una corriente del PO en bruto de un proceso de PO/TBA.

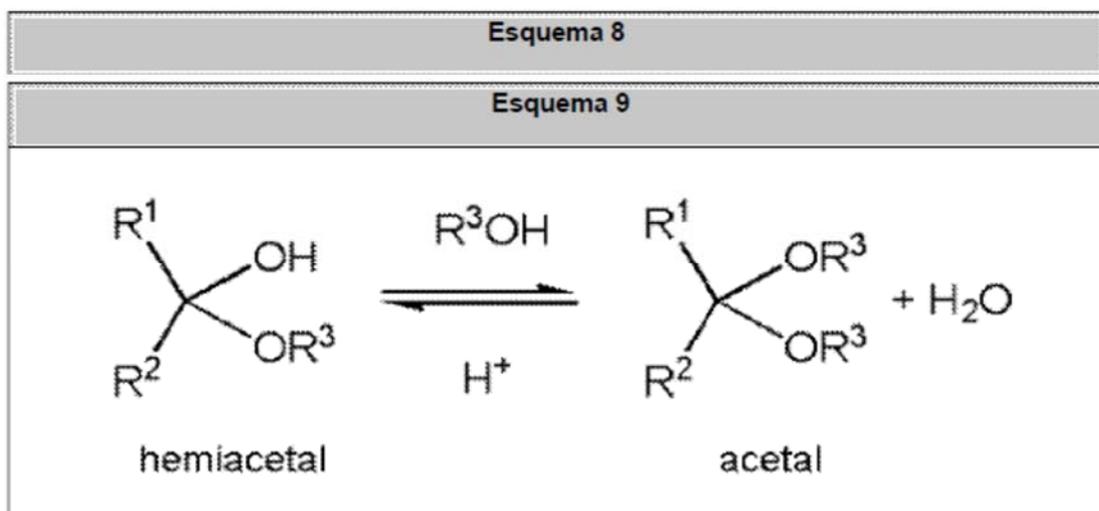
Las tablas 1 y 2 muestran concentraciones ejemplares de impurezas clave en un flujo del PO en bruto de un proceso de PO/TBA, cada una expresada como un porcentaje en peso de la composición total de un flujo del PO en bruto de un proceso de PO/TBA.

Tabla 1	
Componente	Porcentaje de peso medio
MeF	0,06
Metanol	0,1172
Acetaldeído	0,03
Agua	0,16
Formaldeído	0,005

Tabla 2	
Componente	Porcentaje de peso medio
MeF	0,06
Metanol	0,0032
Acetaldeído	0,03
Agua	0,16
Formaldeído	0,005

Sin querer limitarse a la teoría, un problema importante se debe a la reacción del metanol con formaldehído.

- 5 Como se muestra en el Esquema 8, un aldehído, como el formaldehído, puede reaccionar con un alcohol, como el metanol, para formar un hemiacetal. De acuerdo con el Esquema 8, R1 y R2 pueden ser hidrógeno, o un alquiloC₁₋₁₀.



La formación de un acetal puede ocurrir cuando el grupo hidroxilo de un hemiacetal se protona y se pierde como agua, como se ilustra en el Esquema 9, en donde R1, R2 y R3 pueden ser hidrógeno o un alquiloC₁₋₁₀.

- 10 Tanto el formaldehído como el metanol serían ligeros por sí mismos, pero la formación de hemiacetales y acetales puede hacerlos pesados. Posteriormente, estos productos de adición pueden viajar aguas abajo donde las temperaturas aumentan y la reacción se revierte. Cuando la reacción se revierte, los aldehídos pueden quedar atrapados con el producto de óxido de propileno deseado.

- 15 En referencia a la fig. 1, una realización de la presente divulgación se refiere a un sistema de separación 4 para eliminar impurezas de una corriente del PO en bruto 10 de un proceso de PO/TBA. La corriente del PO bruta 10 puede incluir, pero no se limita a, todas las impurezas descritas anteriormente junto con el producto deseado, óxido de propileno. La corriente del PO bruta 10 puede alimentarse a una columna de destilación, como la columna de solvente-ligeros 1. La mayoría de las impurezas (por ejemplo, metanol) en la corriente del PO bruta 10 se pueden eliminar en una corriente superior 11 y enviarse a un sistema más frío 6 (ver también la Figura 2) que puede proporcionar una condensación parcial. La corriente de vapor restante 12 puede ser enviada desde el sistema de refrigeración 6 a un

sistema de condensador superior 7 (ver también la Figura 2) para dar una corriente de purga de vapor 71 y una corriente de purga de líquido 72, por ejemplo. La totalidad o parte de la condensación que sale del sistema de refrigeración 6 puede enviarse como una corriente de entrada de lavado 13 a un aparato de lavado con agua 2, con una parte de la condensación tomada opcionalmente como reflujo de nuevo a la columna de solvente-ligeros 1.

5 Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado de La figura 1, se puede tomar una corriente de reflujo 14 de la corriente de entrada de lavado 13 y reciclarla a la columna de solvente-ligeros 1. La corriente de entrada de lavado 13 puede introducirse en el aparato de lavado con agua 2. Una corriente de entrada de agua 20 también puede alimentarse al aparato de lavado con agua 2. Los solventes recuperados del aparato de lavado con agua 2 se pueden reciclar a través de la corriente de reciclaje 21 a la columna de solvente-ligeros 1. También se puede eliminar una corriente de
10 purga acuosa 22 del aparato de lavado con agua 2.

La corriente de producto de fondo de solvente-ligeros 15 de la columna de solvente-ligeros 1 puede pasar a través de un hervidor de solvente-ligeros 5. Una corriente de vapor 16 del hervidor de solvente-ligeros puede ser devuelta a la columna de solvente-ligeros 1. Se puede añadir una corriente de fondos 17 de calderas de solvente a la columna de extracción de solvente 3. Una corriente de producto superior 34 de la columna de extracción de solvente 3 puede
15 incluir el producto de óxido de propileno deseado. La corriente de producto superior 34 puede procesarse para lograr una mayor separación del óxido de propileno. Una corriente de producto de fondo 31 de la columna de extracción de solvente 3 se puede reciclar al aparato de lavado con agua 2 a través de la corriente 33 y/o a la columna de solvente ligero 1 a través de la corriente 32.

Una realización de la columna de solvente-ligeros 1 se describe ahora con mayor detalle. La columna de solvente-ligeros 1 puede estar hecha de cualquier material adecuado, incluyendo, entre otros, acero al carbono o acero inoxidable. La columna de solvente-ligeros 1 puede incluir cualquier número adecuado de bandejas o bandejas teóricas, por ejemplo, aproximadamente 25 etapas teóricas. En ciertas realizaciones, el flujo del PO en bruto 10 se puede agregar en la bandeja 11 a 15, contando desde la parte inferior. Se puede emplear un material de empaque en la columna de solvente-ligeros para mejorar el contacto vapor-líquido. Se pueden fabricar materiales de embalaje
25 adecuados a partir de cualquier material, incluido vidrio, metal, plástico y cerámica. El embalaje puede ser estructurado o desechado. También se pueden usar bandejas tales como bandejas de tamices, bandejas de tapa de burbuja o bandejas de válvulas.

Como se describe a continuación, el aparato de lavado con agua 2 es eficaz para eliminar impurezas ligeras clave, como formiato de metilo, formaldehído, acetaldehído y metanol. Esto ayuda a mantener la formación de hemiacetal o acetal lo más baja posible en la columna de solvente-ligeros 1. Como ya se mencionó, el hemiacetal y el acetal podrían entrar en la corriente de producto de fondo ligero con solvente 15 y luego descomponerse en columnas corriente abajo como aldehídos para contaminar el producto de óxido de propileno.
30

Se pueden obtener resultados inesperados y beneficiosos al operar la columna de solvente-ligeros 1 y/o el hervidor de solvente-ligeros 5 a una temperatura dentro de un rango que tiene un límite inferior y/o un límite superior, cada uno expresado en grados Celsius. El rango puede incluir o excluir el límite inferior y/o el límite superior. El límite inferior de la temperatura del hervidor y/o el límite superior se pueden seleccionar entre 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159 y 160 grados centígrados. Por ejemplo, el hervidor de solvente-ligeros 5 puede funcionar a una temperatura de 114 grados centígrados o en un rango de 80 a 120 grados centígrados.
40

Adicional o alternativamente, se pueden obtener resultados inesperadamente beneficiosos al operar la columna de solvente-ligeros 1 a una presión dentro de un rango que tiene un límite inferior y/o un límite superior, cada uno expresado en psig. El rango puede incluir o excluir el límite inferior y/o el límite superior. El límite inferior de presión y/o el límite superior se pueden seleccionar entre 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 y 60 psig. Por ejemplo, la columna de solvente-ligeros 1 puede operarse a una presión de 30 psig o en un rango de 20 a 50 psig.
45

Sin querer limitarse a ninguna teoría, se cree que al operar el calentador de luces con solvente 5 a temperaturas y/o presiones en los rangos antes citados, pesas como el hemiacetal o el acetal formado en la columna de solventes-luces 1, pueden descomponerse en aldehídos. Luego, estos aldehídos pueden eliminarse hasta la cabeza de la columna de solvente-ligeros 1 y, finalmente, eliminarse con un aparato de lavado con agua 2 o con la corriente de vapor restante 12 en lugar de permanecer en el fondo de la columna y contaminar el producto de OP.
50

Una realización de la presente divulgación se refiere a un método para eliminar impurezas de un flujo del PO bruto 10 de un proceso de PO/TBA. El flujo del PO en bruto 10 puede tener una composición como se definió previamente. El método puede incluir pasar la corriente del PO bruta 10 a través de una columna de destilación, como la columna 1 de solvente-ligeros. La columna de destilación puede operarse a las temperaturas y presiones definidas anteriormente.
55

Los estudios de Equilibrio de Vapor Líquido (VLE) confirman que, al aumentar la presión o la temperatura, la volatilidad relativa del acetaldehído a PO disminuye, lo que indica una separación de aldehído más difícil en la columna de solvente-ligueros 1 a una presión más alta cuando los alcoholes no están presentes. Inesperadamente, con alcoholes presentes, una temperatura y una presión más altas dan como resultado una mayor volatilidad relativa del acetaldehído en relación con el PO que a una presión más baja. Los resultados de los estudios experimentales de VLE se dan en las Tablas 3 y 4.

La Tabla 3 presenta los resultados de un experimento binario de óxido de acetaldehído-propileno VLE. Los datos se obtuvieron para tres presiones, 14,7 psia, 29,2 psia y 60 psia. Este conjunto de datos de VLE binario muestra una disminución de acetaldehído a volatilidad del PO a presión o temperatura en aumento. Como las mezclas no contienen metanol, el efecto sobre la volatilidad podría ser solo la presión o la temperatura, aunque existe la posibilidad de que se forme un dímero de acetaldehído o un trímero. Sin embargo, el dímero de acetaldehído o el equilibrio de la formación del trímero serían similares a los equilibrios hemiacetal/acetal; Se favorecerían a baja presión/temperatura. Por lo tanto, el efecto de presión/temperatura observado aquí podría reducirse ligeramente. Este conjunto de datos se obtuvo al comenzar la concentración de acetaldehído de 5300 ppm.

Tabla 3						
Volatilidad relativa del acetaldehído en el óxido de propileno en bruto sin metanol ¹						
Presión (psia)	Temperatura (°C)	Componente	Composición (porcentaje en peso)		Valores K	α (AA/PO)
			Vapor ²	Líquido ²		
14,7	32	AA	0,752	0,421	1,786	1,791
		PO	99,248	99,579	0,997	
29,2	55,7	AA	0,717	0,461	1,556	1,560
		PO	99,283	99,529	0,994	
60,0	79,8	AA	0,649	0,418	1,554	1,557
		PO	99,351	99,582	0,998	

Nota:

1. Contiene acetaldeído al 0,53 %
2. Normalizado

También se pueden obtener resultados inesperados y beneficiosos al reducir la cantidad de agua, metanol y/o concentración de glicol en la columna de solvente-ligueros 1. Con metanol reducido (MeOH) en la corriente del PO bruta 10, se puede mejorar tanto la eliminación de formaldehído como de acetaldehído, según lo indicado por el nivel reducido de aldehído en la corriente de producto superior 34 de la columna de separación de solvente 3. La VLE (Tabla 4) indicó que la volatilidad relativa del acetaldehído a PO disminuye con la concentración incrementada de metanol.

La Tabla 4 presenta los datos de VLE para el sistema de PO-acetaldehído-metanol, para el efecto del metanol sobre la volatilidad del acetaldehído en el óxido de propileno. Los resultados demuestran que a presión atmosférica o baja temperatura, la volatilidad del acetaldehído a PO disminuye a medida que aumenta la concentración de metanol en el PO. Cuando la concentración de metanol alcanza aproximadamente el 2,5-3% en peso, la volatilidad del acetaldehído a PO se acerca a 1, lo que hace que el acetaldehído sea inseparable del PO. Cuando la concentración de metanol aumenta hasta aproximadamente el 4% en peso, el acetaldehído se vuelve más pesado que el PO con una volatilidad relativa del PO cercana a 0,82. Se cree que este fenómeno es causado por la formación de hemiacetal y acetal a una mayor concentración de metanol, a pesar de que la concentración de acetaldehído fue baja a solo alrededor de 50 ppm. Se obtuvieron datos adicionales de VLE a aproximadamente 3% en peso de metanol y presión elevada o temperatura aumentada. Al comparar los datos que se obtuvieron a presión atmosférica, 16 psig y 28,7 psig, los resultados muestran que la volatilidad del acetaldehído a PO aumenta al aumentar la presión o la temperatura cuando el metanol está presente en una misma concentración de metanol. La formación de equilibrio de hemiacetal/acetal se vuelve menos favorecida a temperaturas elevadas. Por lo tanto, es deseable eliminar el metanol primero para que los aldehídos se destilen por encima de la columna 1 de solvente-ligueros. Si los aldehídos no se eliminan por completo, es deseable aumentar la presión de la columna de solvente-ligueros 1 para romper los hemiacetales, de modo que los aldehídos puedan tomarse por encima.

ES 2 715 833 T3

Tabla 4							
VLE de mezclas de PO-AA-MeOH sintéticas a presión atmosférica							
Ejecución #	T (°C)	P (mmHg)	Componente	Composición (según peso)		Valores K	α (AA/PO)
				Vapor	Líquido		
1	33,3	755,8	AA	96 ppm	56ppm	1,74	1,74
			MeOH	-	5 ppm	-	
			PO	99,9904%	99,9939%	1,00	
2	33,0	754,3	AA	99ppm	57ppm	1,79	1,76
			MeOH	582 ppm	666 ppm	0,87	
			PO	99,93199 %	99,9278 %	1,00	
3	33,4	748,4	AA	85 ppm	53 ppm	1,61	1,61
			MeOH	0,3772 %	0,4984 %	0,76	
			PO	99,6143 %	99,4963 %	1,00	
4	32,8	747,5	AA	83 ppm	51 ppm	1,62	1,62
			MeOH	0,8165 %	1,0476 %	0,78	
			PO	99,1752 %	98,9493 %	1,00	
5	32,4	754,3	AA	68 ppm	51 ppm	1,35	1,33
			MeOH	2,3812 %	3,4437 %	0,69	
			PO	97,612 %	96,5512 %	1,01	
6*	34,7	750,9	AA	56ppm	52 ppm	1,09	1,08
			MeOH	2,6061 %	3,50 %	0,74	
			PO	97,3883 %	96,4856 %	1,01	
7	32,7	755,1	AA	44 ppm	52 ppm	0,86	0,84
			MeOH	3,7000 %	5,8658 %	0,63	
			PO	96,2956 %	94,1290 %	1,02	
8	33,5	746,9	AA	44 ppm	52 ppm	0,85	0,82
			MeOH	4,2013 %	7,1129 %	0,59	
			PO	95,7943 %	92,8819 %	1,03	
9*	34,7	750,9	AA	56ppm	52 ppm	1,09	1,08
			MeOH	2,6061 %	3,5092 %	0,74	
			PO	97,3883 %	96,4856 %	1,01	
10*	56,4	16 psig	AA	63 ppm	48 ppm	1,33	1,32
			MeOH	2,9799 %	3,3628 %	0,89	
			PO	97,0138 %	96,6325 %	1,00	
11*	68,1	28,7 psig	AA	67 ppm	47 ppm	1,42	1,42
			MeOH	3,2594 %	3,3560 %	0,97	

ES 2 715 833 T3

			PO	96,7339 %	96,6393 %	1,00	
*Ejecución # 6 se realizó en un alambique de acero.							
*Ejecuciones # 9 - 11 se realizaron en un alambique de acero inoxidable.							

5 El aparato de lavado con agua 2 ahora se describe con mayor detalle. La corriente de entrada de lavado 13 de la columna de solvente-ligeros 1 puede enviarse al aparato de lavado con agua 2. El lavado con agua en el aparato de lavado con agua 2 se puede llevar a cabo mezclando la corriente de entrada de lavado 13 (que tiene óxido de propileno e impurezas) con agua y solvente. En particular, el agua suministrada a través de la corriente de entrada de agua 20 se puede usar para eliminar las impurezas del óxido de propileno. Se puede usar un solvente (de la corriente 33) para reducir la pérdida de óxido de propileno en la fase acuosa. La mezcla adecuada es beneficiosa para lograr la eliminación de impurezas preferible. La coalescencia adecuada y el tiempo de residencia suficiente en el aparato de lavado con agua 2 también son beneficiosos para reducir el arrastre de la fase acuosa en el efluente orgánico. El efluente orgánico se puede reciclar de nuevo a la columna de solvente-ligeros 1 a través de la corriente de reciclaje 21. Una corriente de purga acuosa 22 con una alta concentración de impurezas se puede purgar del aparato de lavado con agua 2.

15 El efluente orgánico en la corriente de reciclaje 21 puede incluir una cantidad de fase acuosa dentro de un rango que tiene un límite inferior y/o un límite superior, cada uno expresado como porcentajes en peso. El rango puede incluir o excluir el límite inferior y/o el límite superior. El límite inferior y/o el límite superior para la cantidad de la fase acuosa en el efluente orgánico del lavado se pueden seleccionar entre 0, 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,7, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10, porcentaje en peso. Por ejemplo, puede estar presente menos del 0,1% de la fase acuosa en el efluente orgánico del lavado o el 10% de la fase acuosa puede estar presente en el efluente orgánico del lavado.

20 Las impurezas ligeras clave para eliminar son formiato de metilo, formaldehído, acetaldehído y metanol. La mayoría de estas impurezas en la corriente de cabeza 11 de la columna de solvente-ligeros (un ejemplo de una corriente de impureza) se pueden eliminar mediante una combinación de la corriente de vapor restante 12 y la corriente de purga acuosa 22 del aparato de lavado con agua 2. Las pruebas de lavado con agua en laboratorio han demostrado la eliminación efectiva de estas impurezas ligeras clave.

25 La columna de separación de solventes 3 se describe ahora con mayor detalle. La columna de separación de solvente 3 puede estar hecha de cualquier material adecuado, que incluye, entre otros, acero inoxidable o acero al carbono. La columna de separación de solventes 3 puede incluir cualquier número adecuado de bandejas o bandejas teóricas, por ejemplo, aproximadamente 10 bandejas. La corriente de fondo 17 del hervidor de solvente-ligeros se puede agregar en la bandeja 1-10, por ejemplo, en la bandeja 5. Se puede emplear un material de embalaje en la columna de extracción de solvente 3 para mejorar el contacto vapor-líquido. Se pueden fabricar materiales de embalaje adecuados a partir de cualquier material, incluido vidrio, metal, plástico y cerámica. Si se utiliza el embalaje, se puede estructurar o volcar, y similares. Si se usan bandejas, entonces pueden ser bandejas de tamicos, bandejas de tapa de burbuja o bandejas de válvulas, y así sucesivamente.

35 En referencia a la fig. 2, se muestra un detalle más ejemplar de la columna de solvente-ligeros 1, el sistema de refrigeración 6 y el sistema de condensador superior 7. En funcionamiento, la corriente superior 11 de la columna de solvente-ligeros 1 puede pasar a un enfriador 61, que utiliza fluido refrigerante introducido a través de la línea de entrada de refrigeración 64 y eliminado a través de la línea de salida de refrigeración 63. La corriente de salida 65 parcialmente condensada del enfriador 61 fluye hacia un tambor de reflujo 62. El líquido del tambor de reflujo 62 se puede dividir en la corriente de reflujo 14 y la corriente de entrada de lavado 13 mencionada anteriormente, con respecto a La figura 1. La corriente de vapor restante 12 del tambor de reflujo 62 se puede alimentar a un condensador de vapor 73, suministrado con glicol de refrigeración (u otro refrigerante o medio de refrigeración) que ingresa al condensador de vapor 73 a través de la entrada de refrigerante 76 y sale a través de la salida de refrigerante 77. La salida 75 del condensador puede alimentarse a un separador 74 para dar la corriente de purga de vapor 71 y la corriente de purga de líquido 72 mencionada anteriormente, con respecto a La figura 1.

45 En referencia a la fig. 3, la columna separadora de solvente 3, de acuerdo con una realización como se usa en una planta piloto, se representa con mayor detalle. Tenga en cuenta que las dimensiones específicas a las que se hace referencia a continuación se refieren a una realización particular y no pretenden limitar el alcance de la invención reivindicada. La columna de extracción de solvente 3 se realizó a partir de un tubo de 3 " de la Lista 40. Toda la altura, incluido el hervidor de la columna de extracción de solvente 83, tenía 88 pulgadas de altura. La columna de separación de solventes 3 incluía una primera sección empaquetada 81 y una segunda sección empaquetada 82, cada sección empaquetada tenía una altura de 283/4 pulgadas con 24 pulgadas de empaquetadura. El empaque se realizó con un empaque Pro-pak™ de 0,24 ", soportado por pantallas cónicas que descansan sobre anillos soldados al diámetro interno de la columna. Los anillos de distribución también se utilizaron en la parte superior de cada sección empaquetada para asegurar una distribución uniforme del líquido desde arriba, sobre el empaque.

Aun refiriéndose a la fig. 3, el punto de alimentación 80 estaba en el centro de la altura vertical de la columna de extracción de solvente 3, entre la primera sección empaquetada 81 y la segunda sección empaquetada 82. Una alimentación, representada como flujo de fondos de calderas de solvente-ligeros 17 en La figura 1, se añadió a la columna de extracción de solvente 3 en el punto de alimentación 80. La columna de extracción de solvente 3 se hizo funcionar a 4 a 5 psig. El flujo de vapor hacia el hervidor de la columna de extracción de solvente 83 en la base de la columna de extracción 3 se controló para mantener el porcentaje en peso del PO en las partes inferiores del 0,5 al 1,5% en peso. El vapor se eliminó de la parte superior de la columna de extracción 3 y se alimentó a un condensador total (no mostrado en la Figura 3). El líquido condensado se dividió en dos partes. Una parte se devolvió a la parte superior de la columna de extracción de solvente 3 como reflujo. El resto del destilado líquido se tomó como la corriente de producto superior 34 que se muestra en La figura 1.

Los siguientes ejemplos se llevaron a cabo en una planta piloto continua. La vista general de la unidad piloto se muestra en La figura 1. Detalles adicionales de una columna de solvente-ligeros 1, utilizada en los ejemplos se muestran en La figura 2. Detalles adicionales de la columna de separación de solventes 3 se muestran en La figura 3. La columna de solvente-ligeros 1 empleada en los ejemplos tenía un diámetro interior de 2 "y contenía un lecho de empaque saliente de acero inoxidable Pro-pak TM que tenía 11 pies de profundidad. El empaque sobresaliente de acero inoxidable Pro-pak TM tenía un tamaño de 0,24 ". La columna de separación de solvente 3 en la fig. 1 también se muestra con más detalle en La figura 3. La columna de extracción de solvente 3 tenía un diámetro interior de 3 "y contenía un lecho de empaque sobresaliente de acero inoxidable Pro-pak TM, tamaño de 0,24", que tenía 4 pies de profundidad.

20 Ejemplo 1

El ejemplo 1 describe el período de prueba cuando la unidad piloto enciende la columna 1 como se muestra en las Figs. 1 y 2 se operaron primero a 25 psig. La corriente del PO bruta 10 que comprende óxido de propileno en bruto (una corriente intermedia de un proceso de PO/TBA) se alimentó a un punto en la columna de solvente-ligeros 1 en el centro de la columna. La Tabla 5 muestra las concentraciones de impurezas clave en la corriente de alimentación, cada una expresada como un porcentaje en peso de la composición total.

Componente	Porcentaje de peso medio
MeF	0,06
Metanol	0,1172
Acetaldeído	0,03
Agua	0,16
Formaldeído	0,005

Una pluralidad de sondas de temperatura que se extendían en la columna de solvente-ligeros 1 se colocaron a lo largo de la longitud vertical de la columna de solvente-ligeros 1.

La temperatura de la corriente del PO bruta 10 fue de 27 grados centígrados y el caudal fue de 3,0 kg/h. La corriente 32, que tiene un solvente pobre, bombeado desde la parte inferior de la columna de extracción de solvente 3, se introdujo en la parte superior de la columna de solvente-ligeros 1 como se muestra en La figura 1. (La columna de separación de solvente 3 también se muestra con mayor detalle en la Figura 3.) El caudal de solvente pobre en la corriente 32 fue de 21,5 kg/h. La corriente de reflujo 14 se introdujo en la columna de solvente-ligeros 1 a una velocidad de 1,5 kg/h.

La corriente de entrada de lavado 13 se introdujo en el aparato de lavado con agua 2 a una velocidad de 185 g/h. Otras dos corrientes se alimentaron al aparato de lavado con agua 2: agua desionizada a una velocidad de 100 g/hr y solvente magro del fondo del removedor de solvente a una velocidad de 2,4 kg/h. El aparato de lavado con agua 2 constaba de tres partes: un mezclador, un coalescente y un decantador. El mezclador era una sección de 4 pulgadas de tubería de 1/16 "OD que tenía un diámetro interior de 0,030". Aguas abajo de la mezcladora había un coalescente (no ilustrado) que era un lecho de lana de vidrio de 1 pie de largo en un tubo de 3/8 "OD. Aguas abajo del coalescente había un decantador (no ilustrado) donde las fases orgánica y acuosa se separaron. El decantador era un tubo de vidrio vertical, 2,0 " por 12 " de altura. La fase orgánica lavada se desbordó desde la parte superior del decantador y se envió a la parte superior de la columna de solvente-ligeros 1. Se tomó una muestra y se recogió la capa inferior acuosa del decantador, rica en metanol, formiato de metilo, acetaldeído y formaldeído. Los productos orgánicos y acuosos del decantador se utilizaron para calcular los coeficientes de partición para las impurezas clave, como se muestra en la Tabla 6.

El coeficiente de partición para cada componente (i) se calculó según la siguiente definición:

Coeficiente de partición = $\frac{\text{Fracción de peso en fase acuosa}}{\text{Fracción de peso en fase orgánica}}$

Fracción de peso en fase orgánica

Componente	Coeficiente de partición medio
Formato de metilo	1,6
Metanol	57
Acetaldeído	6,6
PO	0,8
Formaldeído	190

5 La tabla 6 muestra que el bloque de lavado con agua extrae fácilmente el metanol, el acetaldeído y el formaldehído, ya que los coeficientes de partición son altos.

La Tabla 7 proporciona datos ejemplares de temperatura, presión y caudal para la operación de la unidad piloto.

Corriente	Temperatura	Presión	Caudal
10	69 - 84 °C	25 - 30 psig	2,7 - 3,3 kg/hr
11	77 - 84 °C	25 - 30 psig	1,65 - 1,72 kg/hr
12	63 - 72 °C	25 - 30 psig	2 - 13 gm/hr
13	50 - 68 °C	25 - 30 psig	160 - 200 gm/hr
14	50 - 68 °C	25 - 30 psig	1,49 - 1,5 kg/hr
15	106 - 119 °C	25 - 30 psig	24 - 28 kg/hr
16	106 - 119 °C	25 - 30psig	
17	16 - 20 °C	25 - 30 psig	24 - 28 kg/hr
20	20 - 26 °C	25 - 30 psig	100 - 101 gm/hr
21	43 - 46 °C	25 - 30 psig	2,3 - 2,8 kg/hr
22	43 - 46 °C	25 - 30 psig	102 - 118 gm/hr
31	20 - 26 °C	25 - 30 psig	22,2 - 25,6 kg/hr
32	20 - 26 °C	25 - 30 psig	20 - 23 kg/hr
33	20 - 26 °C	25 - 30 psig	2,2 - 2,6 kg/hr
34	69 - 84 °C	3 - 4 psig	2,7 - 3,3 kg/hr

10 Los vapores de la columna de solvente-ligeros 1, que no se condensaron en el enfriador 61 mostrado en La figura 2 fueron recogidos y analizados. La corriente de fondo 17 del hervidor de solvente-ligeros desde la columna de solvente-ligeros 1 se envió a la mitad de la columna de removedor de solvente 3, como se muestra en La figura 1. La columna de separación de solvente 3 se hizo funcionar a 4 psig. Un propósito de la columna de extracción de solvente 3 fue recuperar el producto de óxido de propileno como un destilado (corriente de producto superior 34) y el solvente magro como la corriente de producto de fondos 31. La velocidad de alimentación a la columna de separación de solvente 3 fue de 26,9 kg/h. La velocidad de reflujo a la columna de separación de solvente 3 fue de 8,0 kg/h. Como se mencionó anteriormente, la corriente de producto de la parte inferior 31 de la columna de extracción de solvente 3 se dividió en dos corrientes (a través de la corriente 32 y la corriente 33), con la corriente 32 que alimenta la parte superior de la columna de solvente-ligeros 1 y la corriente 33 que alimenta el aparato de lavado con agua 2 en la fig. 1.

15

A medida que se incrementó la presión de la columna de solvente-ligeros 1 de 25 psig a 30 psig, las temperaturas de operación en la columna de luz de solvente 1 también aumentaron en aproximadamente 5 grados centígrados. A una temperatura más alta en la columna, una gran cantidad de hemiacetales y/o acetales se convierten en la forma de aldehído más alcohol. El aldehído y el alcohol se destilan por encima de la cabeza en la columna de solvente-ligeros 1 y se eliminan con agua y agua.

El formaldehído se elimina principalmente en purga acuosa. El acetaldehído se elimina en ambas purgas. Como se muestra en la operación de lavado con agua de la Tabla 6, el formaldehído se divide favorablemente en la fase acuosa.

Como se muestra en la Tabla 8, con temperaturas más altas en la columna de solvente-ligeros 1, el formaldehído en el producto vegetal piloto final (contenido en la corriente de producto superior 34 de la columna de removedor de solvente 3) se reduce de 25,4 ppm a 7,8 ppm y se reduce el acetaldehído de 6,4 ppm a 4,8 ppm. Este fue un resultado inesperado y extremadamente beneficioso.

Impacto de una presión y temperatura de destilación más altas en la eliminación de aldehídos						
Columna solvente-ligeros 1			Columna de solvente-ligeros 1 superior (corriente de entrada de lavado 13)		Corriente de producto removedor de solvente superior 34	
Presión (psig)	Solvente-ligeros superior 11 Temp (°C)	Producto solvente-ligeros inferior 15 Temp (°C)	Formaldeído medio, (% en peso)	Acetaldeído medio, (% en peso)	Formaldeído medio (ppm)	Acetaldeído medio (ppm)
25	77,1	78,5	0,0422	1,222	25,4	6,4
30	82,1	83,1	0,0683	1,266	7,8	4,8

EJEMPLO 2

También se pueden obtener resultados beneficiosos inesperados al reducir la cantidad de agua, metanol y/o concentración de glicol en la alimentación de la columna 1 de solvente-luces. Se analizaron dos concentraciones de metanol (MeOH) utilizando la misma unidad piloto que se describe en el Ejemplo 1. Una prueba utilizó una alimentación de óxido de propileno que contenía 0,11172% en peso de MeOH, como se muestra en la Tabla 5. La otra prueba usó un alimento con 0,0032% en peso de MeOH, como se muestra en la Tabla 9. La corriente de alimentación que comprende una corriente de alimentación de óxido de propileno era una corriente del PO bruta de un proceso de PO/TBA. Tanto la Tabla 5 como la Tabla 9 muestran las concentraciones de impurezas clave en la corriente de alimentación, cada una expresada como un porcentaje en peso de la composición total de una corriente del PO en bruto a partir de un proceso de PO/TBA.

Componente	Porcentaje de peso medio
MeF	0,06
Metanol	0,0032
Acetaldeído	0,03
Agua	0,16
Formaldeído	0,005

Con MeOH reducido en la alimentación de PO, la eliminación de tanto formaldehído como de acetaldehído se mejoró inesperadamente, como lo indica el nivel reducido de aldehído en la corriente 34 de producto superior del solvente. Sin querer limitarse a ninguna teoría, es posible que la mejora se deba tanto al equilibrio líquido de vapor de óxido de propileno como aldehído (VLE) y al menor traspaso de hemiacetales o acetales en la columna de extracción de solvente 3 de la columna de luz de solvente 1. La tabla 10 resume los resultados que se obtuvieron.

Impacto de la concentración de metanol en la eliminación de aldehído				
Alimentación de PO en bruto 10	Solvent Light Column Overhead (wash inlet stream 13)		Overhead Product Corriente 34	
% en peso de MeOH	Formaldeído medio (% en peso)	Acetaldeído medio (% en peso)	Formaldeído medio (ppm)	Acetaldeído medio (ppm)
0,1172	0,0683	1,266	7,8	4,8
0,0032	0,0736	1,275	3,6	3,5

La figura 4 es una vista general de un ejemplo de sistema de separación de óxido de propileno (PO) 100 para eliminar impurezas de una corriente de óxido de propileno (PO) en bruto de un proceso de reactor de PO/TBA. La corriente del PO en bruto 102 puede ser una corriente de efluente de un reactor de un proceso de PO/TBA, por ejemplo, y puede incluir las impurezas descritas anteriormente junto con el producto deseado, PO.

En ciertos ejemplos, la corriente del PO en bruto 102 no se somete a la eliminación corriente arriba de componentes pesados, como en una columna de pesados antes de alimentarse al sistema de separación del PO 100. Así, la corriente del PO en bruto que entra en el sistema de separación del PO 100 puede tener una cantidad significativa de agua y metanol, por ejemplo. Los ejemplos de impurezas proporcionadas en el porcentaje en peso ejemplar de la corriente del PO en bruto 102 se enumeran en la Tabla 11. Por supuesto, los otros porcentajes en peso para estas impurezas son acomodados por las técnicas actuales.

Componente	Porcentaje de peso medio
MeF	0,06
Metanol	0,34
Acetaldeído	0,03
Agua	0,47
Formaldeído	0,0047

En realizaciones, el sistema de separación del PO 100 incluye un extremo frontal 104 y un extremo posterior 106. En general, el extremo frontal 104 elimina las impurezas ligeras, el agua y las impurezas solubles en agua (por ejemplo, metanol) de la corriente del PO en bruto 102, así como algo de solvente, y descarga una corriente del PO que tiene PO, solvente de hidrocarburo y algunas impurezas al *back-end* 106. En ciertas realizaciones, el nivel de impurezas en la corriente del PO 108 es relativamente bajo y los componentes predominantes pueden ser PO y solvente. El *back-end* 106 generalmente elimina el solvente hidrocarbonado (y las impurezas) de la corriente del PO 108 para dar la corriente de producto de PO 109.

El solvente de hidrocarburo se puede agregar (no se muestra) al extremo frontal 104 para facilitar la formación de fases acuosa (agua) y orgánica (solvente) en el extremo frontal 104. El PO típicamente tiene una afinidad por las fases/corrientes orgánicas (solventes) en el extremo frontal 104. Nuevamente, el extremo posterior 106 elimina el solvente hidrocarbonado de la corriente del PO 108 y descarga una corriente de producto de PO 109. La fuente del solvente hidrocarburo al extremo frontal 104 puede ser un solvente reciclado del extremo posterior 106 y/o solvente fresco.

Como se explica en detalle a continuación, el extremo frontal 104 del sistema de separación 100 puede incluir una columna de destilación, tal como una columna de solvente-ligeros, y una columna de extracción de solvente, y similares. Nuevamente, el extremo frontal 104 elimina las impurezas ligeras y las impurezas acuosas de la corriente del PO en bruto 102, y envía una corriente del PO 108 hacia el extremo posterior 106. La corriente del PO 108 puede procesarse adicionalmente en un *back-end* 106 del sistema de separación 100 que puede incluir una columna de extracción, columna de solvente y columna de producto de PO, y así sucesivamente. El *back-end* 106 somete el PO en bruto a la extracción con solvente y también elimina las impurezas ligeras y pesadas para dar la corriente 109 del producto PO.

Como también se explica a continuación, para facilitar la eliminación en el extremo frontal 104 de al menos las impurezas de agua y metanol de la corriente del PO en bruto 102 y de la columna de solvente-ligeros, las técnicas pueden proporcionar beneficiosamente una combinación (Figura 5) de un decantador y un lavado con agua en la parte superior de la columna del separador de solvente, y/o un dibujo lateral (FIG. 7) de la columna de solvente-ligeros.

5 Además, en general, las técnicas actuales pueden proporcionar ventajosamente una instalación de base o una modificación de equipos y operaciones existentes.

La figura 5 es un ejemplo frontal 104A del sistema de separación de óxido de propileno 100. La corriente del PO en bruto 102 (por ejemplo, una corriente de efluente del reactor del PO de un proceso de PO/TBA) se alimenta a una columna de destilación, como la columna de solvente-ligeros 110. La mayoría del PO y el solvente de hidrocarburo en la corriente del PO en bruto entrante 102 se descarga en una corriente de producto (corriente de fondo 140) desde la parte inferior de la columna 110 de solvente-ligeros. (Como se indica a continuación, la corriente de fondos 140 es la porción de la descarga de fondos de la columna de solvente-ligeros 110 que no se recicla a la columna de solvente-ligeros 110 a través del hervidor de solvente-ligeros 143.) La mayoría de las impurezas, como las impurezas ligeras y acuosas de la corriente del PO en bruto 102, se eliminan en una corriente superior 112 y se envían a un condensador superior 114 (por ejemplo, intercambiador de calor de carcasa y tubos). El condensador superior 114 puede proporcionar una condensación parcial de la corriente superior 112 en ciertos ejemplos. Un medio de refrigeración (por ejemplo, agua de la torre de refrigeración) se alimenta al lado de servicios públicos del condensador superior 114 en realizaciones.

Los componentes en la corriente superior 112 que entran en el condensador superior 114 que no están condensados pueden purgarse del sistema 100 (o extremo delantero 104A) a través de una purga de corriente de vapor 116. Estos componentes no condensados en la corriente de vapor 116 pueden enviarse a otro proceso, descargarse como residuo, y similares. Si se desea, los componentes no condensados en la corriente de vapor 116 pueden someterse a un procesamiento local adicional, como en un condensador adicional que opera a una temperatura más baja que el condensador 114 de cabeza, y así sucesivamente. Los componentes no condensados en la corriente de vapor 116 pueden incluir acetaldehído, formiato de metilo y otras impurezas no deseadas.

Una corriente superior condensada 118 se descarga desde el lado del proceso del condensador superior 114 y se envía a un decantador 120, que proporciona un tiempo de residencia para la separación de una fase orgánica y una fase acuosa (no se muestra en las figuras). En un ejemplo, la cantidad de agua y metanol en la corriente de cabeza condensada 118 es 4% en peso de agua y 3% en peso de metanol. Una corriente orgánica 122 de la fase orgánica en el decantador 120 puede enviarse como reflujo a la columna de solvente-ligeros 110. Una corriente acuosa 124 de la fase acuosa en el decantador 120, que tiene la mayoría del metanol y el agua en la porción de la corriente de cabeza condensada 118 que ingresa al decantador 120, puede enviarse desde el decantador 120 a un sistema de lavado con agua 126 en este ejemplo.

Por lo tanto, el decantador 120 puede facilitar la eliminación de cantidades relativamente grandes de agua y metanol de la corriente de cabeza condensada 118, de modo que, de manera beneficiosa, menos agua y menos metanol vuelven a refluir a la columna de solvente-ligeros 110. Por lo tanto, ventajosamente, se acumulan menores cantidades de metanol y agua en la columna de solvente-ligeros 110. El uso de la corriente orgánica 122 como el reflujo relativamente seco reduce la probabilidad de formación de fase acuosa separada en la columna 110 de solvente-ligeros.

Solvente 128 (descrito a continuación), que puede ser un hidrocarburo (p. Ej. C8-C10), se puede agregar a la columna de solvente-ligeros 110, al decantador 120 y/o al sistema de lavado con agua 126. La adición del solvente 128 al decantador 120 puede facilitar la formación y separación en el decantador 120 de la fase acuosa que tiene el metanol y el agua no deseados. Como se indica, se envía una corriente acuosa 124 desde el decantador 120 al sistema de lavado con agua 126 para descargar impurezas tales como metanol, agua, formiato de metilo, acetaldehído, glicoles y similares, del sistema 100 (o extremo frontal 104A). a través de la purga de agua 130 corriente abajo del sistema de lavado con agua 126.

Se añade agua 132 (por ejemplo, agua del grifo, agua tratada, agua desmineralizada, etc.) al sistema de lavado con agua 126 para impulsar la purga acuosa 130 corriente abajo de impurezas del sistema 100. El sistema de lavado con agua 126 puede tener un recipiente o coalescente (no mostrado), por ejemplo, para proporcionar volumen para el lavado con agua. El sistema de lavado con agua 126 también puede incluir un mezclador corriente arriba, por ejemplo, un mezclador estático (tampoco se muestra) para proporcionar la mezcla de la corriente acuosa 124 y el solvente 128 antes de la entrada al recipiente o coalescente del sistema de lavado 126. Por supuesto, pueden acomodarse otras configuraciones para el sistema de lavado con agua 126.

Una fuente de impurezas de glicol puede ser varios solventes en el sistema 100 que se deterioran con el tiempo en presencia de agua y metanol, por ejemplo, para formar glicoles. Una ventaja de eliminar las impurezas (por ejemplo, agua y metanol) es que los solventes de hidrocarburos presentes en el sistema 100 pueden deteriorarse menos.

Un flujo orgánico de lavado 134 se envía desde el sistema de lavado con agua 126 al decantador 120 para un reflujo eventual a la columna de solvente-ligeros 110 (a través de la corriente orgánica 122). Además, opcionalmente, una parte de la corriente de cabeza condensada 118 del condensador de cabeza 114 puede desviarse del decantador 120

y enviarse directamente al sistema de lavado con agua 126. En la realización de la fig. 5, una porción de la corriente de cabeza condensada 118 se envía al decantador 120 y una porción pasa por alto el decantador 120 para el sistema de lavado con agua 126.

5 Las presentes técnicas proporcionan realizaciones únicas de la configuración superior de la columna de solvente-ligeros 110 para eliminar impurezas ligeras mediante una purga de vapor de componentes no condensados (corriente de vapor 116) y mediante una purga acuosa 130 corriente abajo del sistema de lavado con agua 126. El decantador 120 proporciona volumen y tiempo de residencia, y una unidad operativa para recibir la adición de solvente para permitir la formación de la fase acuosa (que da la corriente acuosa 124) que tiene cantidades significativas de agua, metanol y otras impurezas de la fase acuosa.

10 De manera ventajosa, la eliminación de estas impurezas ligeras tales como formiato de metilo, formaldehído, acetaldehído y metanol a través de la purga acuosa 130 (aguas abajo) (y reduciendo así la cantidad de tales impurezas en la columna 110 de solvente-luces) reduce la formación de hemiacetal o acetal en Columna de luces solventes 110. Dichos componentes de forma más pesada tienen puntos de ebullición más bajos y podrían descargarse indeseablemente en la corriente de producto (corriente de fondo 140) de la columna de solvente-ligeros 110. Además, estos compuestos de hemiacetal o acetal podrían descomponerse posteriormente en columnas corriente abajo en aldehídos y contaminar el producto de PO.

20 Como se indica, las realizaciones actuales de la columna de solvente-ligeros 110 y su configuración superior reducen la formación de hemiacetal o acetal en la columna de solvente-ligeros 110. Además, las técnicas descritas facilitan la capacidad para que el extremo delantero 104A del sistema de separación 100 (Figura 4) reciba una corriente del PO bruta que tiene cantidades relativamente altas de agua y metanol, por ejemplo, directamente a la columna de solvente-ligeros 110.

25 La corriente de producto mencionada anteriormente, desde la parte inferior de la columna de solvente-ligeros 110 se etiqueta como la corriente de fondo 140 en La figura 5. Esta corriente de fondo 140, que tiene la mayoría del PO que entran en la columna 110, puede enviarse a un removedor de solvente 142. Como es típico con las columnas de destilación, parte de la descarga del fondo de la columna 110 puede vaporizarse en un hervidor 143 de solvente-ligeros y devolverse como vapor a la columna 110 de solvente-ligeros. El vapor o el condensado de vapor, por ejemplo, pueden alimentarse al lado de la red de servicio del calentador de luces solventes 143. El flujo de fondos 140 es la porción de la descarga de fondos de la columna de solvente-ligeros 110 que no se recicla a la columna de solvente-ligeros 110 a través del hervidor de solvente de luces 143. La corriente de fondos 140 se procesa en el extractor de solventes 142 para eliminar el solvente del producto PO en la corriente de fondos 140.

30 En el extractor de solvente 142, el solvente se elimina a través de una descarga de fondos. Una parte de la descarga del fondo puede enviarse a través de un removedor de combustible del removedor de solvente 146 y devolverse como vapor al removedor de solvente 142. Se puede alimentar vapor o condensado de vapor como medio de calentamiento, por ejemplo, al lado de la utilidad del hervidor de extracción de solvente 146. La descarga de los fondos restantes es la corriente de los fondos del separador de solvente 144, que se puede combinar en esta realización con un solvente nuevo o con un reciclado de solvente, como el solvente de reciclaje 149 del extremo posterior ejemplar 106A (Figura 6) del sistema de separación 100, y así sucesivamente, para dar como resultado el solvente 128 mencionado anteriormente alimentado a la columna de solvente-ligeros 110, decantador 120 y/o sistema de lavado con agua 126. El solvente de reciclaje 149 puede provenir de la corriente de fondos 148 de una columna de solvente 162, por ejemplo, en el *back-end* ejemplar 106A (figura 6).

35 La mayoría del PO recibidos en el extractor de solvente 142 a través de la corriente de fondo 140 se descarga en un extractor de solvente en la corriente de cabeza 150. Esta corriente superior 150 del separador de solvente se puede condensar en el condensador 152 superior del extractor. El medio de enfriamiento que se alimenta al lado de la red de servicios del condensador 152 de carga del extractor puede ser agua de la torre de enfriamiento u otro fluido de enfriamiento. Una parte de la corriente de cabeza del extractor de solvente condensado 150 que sale del condensador 152 puede volver a la depuradora de solvente 142 como reflujo. La porción restante de la corriente superior 150 del extractor de solvente condensado que sale del condensador 152 se puede enviar como un destilado (corriente del PO 108A en este ejemplo) al *back-end* ejemplar 106A (véase la Figura 6) del sistema de separación 100 (FIG. 4) para un procesamiento adicional para eliminar las impurezas del PO en el flujo del PO 108A. El flujo del PO 108A enviado al *back-end* ejemplar 106A puede ser análogo al flujo del PO 108 de La figura 4.

40 Finalmente, el equipo ejemplar contemplado en el extremo frontal ejemplar 104A del sistema de separación 100 puede ser una escala comercial. Los diámetros y alturas respectivos de la columna de solvente-ligeros 110 y el removedor de solvente 142 pueden dimensionarse en función de la base de diseño para el caudal másico y la composición de la corriente del PO de en bruto entrante 102, por ejemplo. Además, en un ejemplo, el número de etapas teóricas en la columna de solvente-ligeros 110 es aproximadamente 25, y la corriente del PO en bruto 102 se alimenta a la columna de solvente-ligeros 110 en aproximadamente la etapa 11 a 15. Por supuesto, se contemplan otros números totales de etapas teóricas y puntos de alimentación.

45 Para proporcionar las etapas teóricas, se pueden emplear bandejas o empaques, aunque las bandejas pueden ser típicas. Las bandejas pueden incluir bandejas de tamices, bandejas de tapa de burbuja o bandejas de válvulas, y

similares. El empaque, que puede ser estructurado o desechado, puede ser de vidrio, metal, plástico y cerámica, y así sucesivamente. La metalurgia o los materiales de construcción de los diversos equipos en el extremo frontal ejemplar 104A, que incluyen la columna de solvente-ligeros 110 y el removedor de solvente 142, pueden ser de acero al carbono, acero inoxidable, polímero reforzado con fibra de vidrio (FRP), aleaciones de níquel y pronto. Dicha metalurgia o materiales de construcción también pueden ser aplicables a las columnas y otros equipos en el *back-end* ejemplar 106A representado en La figura 6.

La figura 6 es un *back-end* ejemplar 106A asociado con el *front-end* ejemplar 104A (FIG. 5) del sistema de separación 100. El *back-end* ejemplar 106A incluye una columna de extracción 160, una columna de solvente 162 y una columna PO 164. Por motivos de claridad, no se muestran el respectivo hervidor y el condensador superior (incluido cualquier sistema de reflujo) para cada columna 160, 162 y 164.

La columna de extracción 160 recibe como alimentación la porción de la corriente de cabeza 150 del extractor de solvente condensado desde el extractor de solvente 142 (figura 5) recogida como destilado como la corriente del PO 108A. La corriente del PO 108A se somete a extracción con un solvente (por ejemplo, hidrocarburo C8-C10) en la columna de extracción 160. El solvente usado para la extracción puede provenir de la corriente de fondos de solvente 148 de la columna de solvente corriente abajo 162. Una corriente de producto (corriente de la cabeza de extracción 168), que tiene la mayoría del PO que entran en la columna de extracción 160, descarga la cabeza de la columna de extracción 160. Una corriente de fondos de extracción 170, que tiene descargas de solventes e impurezas, desde la parte inferior de la columna de extracción 160.

La corriente superior de extracción 168 se condensa y se envía a la columna 164 del PO donde se elimina una purga 172 de luces superiores, se elimina una purga 174 de fondos pesados, y se descarga una corriente 109A de producto PO como una extracción lateral del producto. Esta corriente de producto de PO 109A puede ser análoga a la corriente de producto de PO 109 de La figura 4.

La corriente de fondos de extracción 170 de la columna de extracción 160 se alimenta a la columna de solventes 162 donde se elimina una purga de hidrocarburos 178 (por ejemplo, C6) y una corriente de fondos de solventes 148 (por ejemplo, C8-C10) se elimina a través de una descarga de fondo. Como se indica, la totalidad o una porción de esta corriente de fondo de solvente 148 se puede alimentar a la columna de extracción 160. Además, una parte de despegue (reciclaje de solvente 149) de la corriente de fondos de solvente 148 se puede enviar a las operaciones unitarias en el extremo delantero 104A (FIG. 5).

Un sistema de separación 100 (figura 4) que tiene el extremo delantero 104A (figura 5) y el extremo trasero 106A (figura 6) puede proporcionar una corriente de producto PO 109A con niveles aceptables de impurezas (es decir, dentro de las especificaciones típicas) y a pérdidas del PO aceptables (por ejemplo, menos del 2%) en el sistema de separación 100. Configuraciones a modo de ejemplo del extremo frontal 104A proporcionan cantidades aceptables y relativamente bajas de impurezas en la corriente de cabeza 150 del separador de solvente (figura 5) que se descarga desde el separador 142 de solvente. La parte por millón (ppm) de ciertas impurezas en la corriente superior 150 del separador de solvente se proporciona en la Tabla 12 para un ejemplo.

Tabla 12	
Componente	Ppm
MeF	<5
Acetaldeído	~10
Metanol	5-10
Agua	<50

La figura 7 es otro ejemplo de un extremo frontal 104B del sistema de separación 100. La corriente del PO en bruto 102 se alimenta a un sistema de columna de solvente-ligeros 190. Los detalles ejemplares del sistema de columna de solvente-ligeros 190 se dan en las Figs. 8 y 9. El sistema de columna de solvente-ligeros 190 descarga impurezas recibidas de la corriente del PO en bruto 102 a través de una purga de vapor de corriente 116 y una corriente acuosa 124. Dichas impurezas pueden incluir metanol, agua, formiato de metilo, acetaldehído, glicoles y similares. La corriente de vapor 116 de purga puede enviarse a otro proceso o descargarse como residuo, y así sucesivamente. La corriente acuosa 124 puede ser de una fase acuosa en un decantador en el sistema de columna de solvente-ligeros 190, por ejemplo.

La corriente acuosa 124 se envía a un sistema de lavado con agua 126. Se pueden combinar varias corrientes que contienen solventes (por ejemplo, El solvente final 151 y el destilado 199, ver abajo) desde el reverso 106B (Figura 10) y el agua 132 se pueden combinar con la corriente acuosa 124 y enrutar a través de un mezclador 204, por ejemplo, Mezclador estático, antes de ingresar al sistema de lavado con agua 126. Un ejemplo de una corriente de

solvente del extremo posterior 106B (Figura 10) agregada a la corriente acuosa 124 puede ser un solvente de fondo 151 de la corriente de fondos de solvente 148 de una columna de solvente 162, y así sucesivamente. Se pueden agregar otras corrientes a la corriente acuosa 124, como el destilado de cabeza 199 de una columna de extracción 160 para purgar el formaldehído del extremo posterior 106B, por ejemplo.

- 5 En el sistema de lavado con agua 126, las impurezas mencionadas anteriormente de metanol, agua, formiato de metilo, acetaldehído, glicoles y similares, se descarga a través de una purga acuosa 130 corriente abajo. Se puede enviar una corriente orgánica de lavado 134 desde el sistema de lavado con agua 126 al sistema de columna de solvente-ligeros 190. El sistema de lavado con agua 126 puede incluir un recipiente o coalescente, y/u otro equipo.

- 10 El sistema de columna de solvente-ligeros 190 descarga una corriente de producto (corriente de fondo 140) que tiene la mayoría del PO que entran en el sistema de columna de solvente-ligeros 190 en la corriente del PO de en bruto 102. La corriente del producto puede ser una corriente de fondo 140 de una columna de solvente-ligeros 110 (una columna de destilación) en el sistema de columnas de solvente-ligeros 190 (como se muestra en las Figuras 8 y 9) o la columna de solvente-ligeros 110 mostrada en La figura 5. La corriente de producto (por ejemplo, la corriente de fondo 140) se envía a un removedor de solvente 142, que puede funcionar de manera similar a la descrita anteriormente con respecto al extremo delantero 104A (Figura 5). En el extractor de solvente 142, el solvente se elimina a través de la corriente de fondo del removedor de solvente 144.

- 15 La corriente de fondo del separador de solvente 144 puede enviarse al sistema de columna de solvente-ligeros 190. Opcionalmente, se puede combinar un solvente adicional, tal como de la corriente de fondo de solvente 148 de la columna de solvente 162 en el extremo posterior 106B (Figura 10), con la corriente de fondo de removedor de solvente 144 para dar el solvente 128 en ruta al solvente. Sistema de columna de luces 190. Por lo tanto, el solvente 128 suministrado al sistema de columna de solvente-luces 190 puede ser la corriente de fondo de removedor de solvente 144 o una combinación de la corriente de fondo de removedor de solvente 144 y el solvente de reciclaje 149 del fondo-106B (figura 10).

- 20 La mayoría del PO recibidos en el extractor de solvente 142 (de la parte inferior de la corriente 140) se descarga en un extractor de solvente en la corriente de cabeza 150. Una parte de la corriente de cabeza condensada se envía como destilado como la corriente del PO 108B al extremo de respaldo 106B (véase la figura 10) del sistema de separación 100 para un procesamiento adicional para eliminar las impurezas de la PO. Sin embargo, la cantidad de impurezas en la corriente de sobrecarga 150 y la corriente del PO 108B es generalmente relativamente baja. Este flujo 108B enviado al *back-end* 106B puede ser análogo al flujo PO 108 de La figura 4.

- 25 Un aspecto beneficioso del sistema de columna de solvente-ligeros 190 es la formación y descarga de la corriente acuosa 124 que tiene las impurezas mencionadas anteriormente, y que puede realizarse en una variedad de configuraciones. Las figuras 8 y 9 proporcionan ejemplos respectivos del sistema de columna de solvente-ligeros 190 que tiene la columna de solvente-ligeros 110 que proporciona la corriente acuosa 124 o una corriente similar.

- 30 La figura 8 es un sistema ejemplar de columna de solvente-ligeros 190-1 que tiene la columna de solvente-ligeros 110 que recibe la corriente del PO en bruto 102, que puede recibirse en varias etapas de destilación a lo largo de la columna de solvente-ligeros 110. Un solvente 128 también se alimenta a la columna 110. En ciertos ejemplos, puede ser beneficioso introducir el solvente 128 en o por encima del lado del líquido 222. Un punto de introducción ejemplar para el solvente 128 está en la etapa o bandeja 3, por ejemplo.

- 35 Un decantador 120 se coloca como decantador lateral para facilitar la formación y descarga de la corriente acuosa 124. Un drenaje 222 de líquido de la columna de solvente-ligeros 110 que tiene algo del PO y que también tiene agua, metanol, acetaldehído y otras impurezas de la columna de solvente-ligeros 110 se alimenta al decantador 120. Un propósito del decantador 120 puede ser facilitar la eliminación de agua y otras impurezas acuosas o solubles en agua de la columna de solvente-ligeros 110 (a través de la corriente acuosa 124 de purga).

- 40 El drenaje del lado líquido 222 enviado al decantador 120 puede tener una cantidad relativamente significativa de agua y otras impurezas solubles en agua, como el metanol. Por lo tanto, el decantador 120 puede facilitar una eliminación acuosa suficiente del agua y los componentes acuosos en contacto con un solvente de hidrocarburo. Por lo tanto, el solvente 128 (por ejemplo, C8-C10) puede introducirse en el decantador 120 para promover la formación de una fase acuosa y una fase orgánica en el decantador 120. La fase orgánica en el decantador 120 da la corriente orgánica 122, que puede enviarse como reflujo a la columna de solventes-luces 110.

- 45 50 La fase acuosa en el decantador 120 da la corriente acuosa 124, que se envía al sistema de lavado con agua 126, como se ha explicado (ver la figura 7). Esta corriente acuosa 124 puede contener PO y también agua, metanol, acetaldehído, algo de formiato de metilo, glicol y otras impurezas. En el sistema de lavado con agua 126, la corriente acuosa 124 se pone en contacto con un solvente de hidrocarburo adicional (por ejemplo, C8-C10) y una cantidad relativamente pequeña de agua para promover la eliminación de impurezas solubles en agua, como metanol, acetaldehído, glicol, una cantidad relativamente pequeña de metilo. formiato y otras impurezas a través de la purga acuosa 130 (FIG. 7) del sistema de lavado con agua 126. El óxido de propileno (PO) se recupera en el solvente o la fase orgánica devuelta en la corriente orgánica de lavado 134 del sistema de lavado con agua 126 (FIG. 7) a la columna

de solvente-ligeros 110 que se muestra en La figura 8. Este enrutamiento de la corriente orgánica de lavado 134 está en contraste con la realización mostrada en La figura 5, donde la corriente orgánica de lavado 134 del lavado con agua 126 se envía en su lugar al decantador 120, y donde las sustancias orgánicas y el PO recuperado alcanzan la columna 110 a través de la corriente orgánica 122 en La figura 5.

5 En la Fig. 8, una corriente superior 112, que tiene componentes ligeros, se descarga desde la columna de solvente-ligeros 110 y se condensa parcialmente en un condensador superior 114. En este ejemplo, la porción de la corriente de cabeza 112 condensada se etiqueta como corriente de cabeza condensada 118 que se devuelve como reflujo a la columna de solvente-ligeros 110. Una corriente de vapor 116 de componentes no condensados se purga del condensador superior 114. En ciertas realizaciones con respecto a La figura 8, el funcionamiento del condensador superior 114 se puede ajustar para proporcionar una purga de vapor 116 en el rango de 5 a 50% en peso del destilado (corriente superior condensada 118) para obtener 60-90% en peso (por ejemplo, aproximadamente 75% en peso). % purga de formiato de metilo total de la alimentación del PO en bruto 102.

15 Una corriente de producto que tiene una mayoría de la PO que entra en la columna de solvente-ligeros 110 en la corriente del PO de en bruto 102 se descarga como una corriente de fondos 140 desde la columna de solvente-ligeros 110. Como se discutió con respecto a La figura 7, la corriente de producto (corriente de fondo 140) se envía como alimentación al separador de solvente corriente abajo 142 (ver Figura 7).

20 La figura 9 refleja un ejemplo de sistema de columna de solvente-ligeros 190-2 que tiene la columna de solvente-ligeros 110 y un decantador 120 para facilitar la formación y descarga de la corriente acuosa 124. Como se discutió de manera similar con respecto a La figura 8, la columna de solvente-ligeros 110 en el sistema de columna de solvente-ligeros 190-2 de La figura 9 recibe el flujo del PO en bruto 102. Un solvente 128 también se alimenta a la columna 110. En el ejemplo de la fig. 9, el decantador 120 es un decantador de cabeza y recibe una corriente de cabeza condensada 118 que tiene metanol, agua y otras impurezas acuosas ligeras, en lugar de recibir una extracción lateral 222 (FIG. 8) que tiene tales impurezas de la columna 110.

25 En la Fig. 9, una corriente de cabeza 112, que tiene componentes ligeros, se descarga por encima de la columna de solvente-ligeros 110 y se condensa parcialmente en un condensador de cabeza 114. En este ejemplo, la corriente de cabeza condensada 118 se envía al decantador 120.

30 Una corriente de vapor 116 de componentes no condensados se purga del condensador superior 114. En ciertas realizaciones, el funcionamiento del condensador superior 114 se puede ajustar para dar una purga de vapor 116 en el rango de 5 a 50% en peso del destilado y para dar 60 a 90% en peso (por ejemplo, aproximadamente 75% en peso) total de purga de formiato de metilo de la alimentación del PO en bruto 102.

Al igual que con el sistema 190-1 (FIG. 8), el solvente 128 puede introducirse en el sistema 190-2 de La figura 9 al decantador 120 para facilitar la formación de una fase acuosa y una fase orgánica en el decantador 120. En este ejemplo ilustrado de la fig. 9, la corriente orgánica 122 se devuelve como reflujo a la columna 110.

35 La fase acuosa se descarga desde el decantador 120 como una corriente acuosa 124 al sistema de lavado con agua 126 (véase la figura 7). Al igual que con el sistema 190-1, esta corriente acuosa 124 en el sistema 190-2 generalmente contiene PO y también agua, metanol, acetaldehído, algo de formiato de metilo y otras impurezas. La corriente acuosa 124 se envía al sistema de lavado con agua 126, en contacto con un solvente de hidrocarburo adicional (por ejemplo, C8-C10) y una cantidad relativamente pequeña de agua, para la eliminación definitiva de las impurezas solubles en agua de metanol, acetaldehído, glicol y una porción relativamente pequeña de formiato de metilo, y otras impurezas, a través de la purga acuosa 130 corriente abajo (figura 7). La PO se recupera en el retorno de la corriente orgánica de lavado 134 (PO y solvente) directamente a la columna de solvente-ligeros 110 (no a través del decantador 120 como en la Figura 8).

45 Una corriente de producto (corriente de fondos 140) que tiene una mayoría del PO que entra en la columna de solvente-ligeros 110 en la corriente del PO de en bruto 102 se descarga como corriente de fondos 140 desde la columna de solvente-ligeros 110. Como se discutió con respecto a las figs. 7 y 8, el flujo de producto (flujo de fondos 140) de La figura 9 se envía como alimentación al separador de solvente corriente abajo 142 (ver Figura 7). Por último, se observa que se contemplan otras configuraciones del sistema de columna de luces-solvente 190 para formar y descargar la corriente acuosa 124. En ciertas realizaciones, se puede emplear, por ejemplo, un enfriador lateral a la columna de solvente de luces 110 y/u otro equipo.

50 La figura 10 es un ejemplo de *back-end* 106B de un sistema de separación 100 (FIG. 4) asociado con el sistema de *front-end* 104B descrito anteriormente con respecto a las Figs. 7-9. Como con el *back-end* 106A de La figura 6, el *back-end* 106B representado en La figura 10 incluye una columna de extracción 160, una columna de solvente 162 y una columna PO 164. Por motivos de claridad, no se muestran los respectivos hervidores para cada columna 160, 162, 164, y no se representa el condensador superior para la columna 162 de solvente. Se muestran el condensador 240 de cabeza de la columna de extracción para la columna 160 de extracción y el condensador 242 de cabeza de la columna de extracción para la columna 164 de PO.

Para la alimentación primaria a la columna de extracción 160, la carga condensada desde la columna de extracción 142 aguas arriba (Figura 7) se envía como una corriente del PO 108B a la columna de extracción 160 para extracción

con un solvente (por ejemplo, hidrocarburo C8-C10). Una fuente de solvente para la extracción puede ser la corriente de fondo de solvente 148 de la columna de solvente corriente abajo 162. Por supuesto, se pueden emplear otras fuentes de solvente de extracción.

5 Una corriente superior de extracción 168 de la columna de extracción 160 se condensa en el condensador superior 240 de la columna de extracción, y una parte de la corriente superior de extracción condensada 168 se devuelve como reflujo a la columna 160 de extracción. Otra porción de la corriente superior de extracción condensada 168 se recoge como destilado 199 y se envía al sistema de lavado de agua corriente arriba 126 (Figura 7).

10 De manera ventajosa, esta purga de una porción de la corriente superior de extracción condensada 168 recolectada como destilado 199 al sistema de lavado con agua 126 generalmente contiene formaldehído y, por lo tanto, reduce la cantidad de formaldehído en la columna del PO 164 aguas abajo. Por lo tanto, se puede reducir el ensuciamiento del equipo asociado con cualquier purga de luces en el techo (no se muestra) de la columna PO 164. El ensuciamiento puede deberse a la formación de polímeros de formaldehído, por ejemplo.

15 En ciertas realizaciones, con la purga del destilado 199 de la corriente superior de extracción condensada 168 que tiene el componente de luz formaldehído, la necesidad de una purga de luces superiores (como la purga de luces superiores 172 mostrada en la Figura 6) en la columna PO 164 corriente abajo puede ser eliminado, como se muestra en La figura 10. Además, el PO en la purga del destilado 199 de la corriente superior condensada 168 al sistema de lavado 126 se puede recuperar en la corriente orgánica de lavado 134 del sistema de lavado 126 devuelto a la columna de solvente-ligeros 110 en el sistema de solvente-ligeros 190 (ver Figuras 7-9). Además, el uso de un dibujo lateral del producto PO (que da la corriente del lado del producto 248) en La figura 10 reduce la cantidad del PO que sale en el destilado 199.

20 Una corriente de fondos de extracción 170 que tiene solvente e impurezas se descarga de la columna de extracción 160 y se alimenta a la columna de solvente 162. Se elimina una purga de hidrocarburos 178 (por ejemplo, C6) y se elimina una corriente de fondo de solvente 148. Como se indica, esta corriente de fondo de solvente 148 se puede alimentar a la columna de extracción 160. Además, las porciones de despegue de la corriente de fondos de solvente 25 148, como el solvente de reciclaje 149 y el solvente de extremo posterior 151 en la realización ilustrada de La figura 10, puede enviarse a las operaciones de la unidad en el extremo frontal 104B (consulte La figura 7).

En esta realización ilustrada de la fig. 10, como se indica, una corriente lateral del producto 248, que tiene la mayoría del PO que entran en la columna de extracción 160, se descarga de la columna de extracción 160 a la columna del PO 164. Esto está en contraste con La figura 6 donde el flujo del producto es el flujo de extracción 168.

30 En la columna del PO 164 de la fig. 10, se extrae una purga de fondos 174. Una corriente superior 252 de la columna PO se descarga y se condensa en el condensador superior 242. Una mayor tasa de reflujo de la corriente de cabeza de la columna del PO condensada 252 a la columna del PO 164 puede reducir la pérdida del PO y aumentar de manera beneficiosa la separación de propionaldehído y acetona de la PO en la columna del PO 164, por ejemplo. La porción condensada de la corriente de cabeza de la columna del PO 252 recogida como producto destilado se etiqueta como la corriente de producto de PO 109B y puede ser análoga a la corriente de producto de PO 109 de La figura 4.

35 En un ejemplo, un sistema de separación 100 (figura 4) que tiene el extremo delantero 104B (figuras 7-9) y el extremo trasero 106B (figura 10) puede proporcionar un rendimiento relativamente alto de 98,5% en peso de recuperación del PO de la corriente del PO en bruto 102 en la corriente de cabeza de la columna del PO condensada 252 se envió como producto destilado. En ese ejemplo, la corriente de producto de PO 109B tiene una alta pureza de 99,98% en peso del PO con 10 ppm de formiato de metilo. Por último, debe señalarse que las columnas y el equipo asociado que se muestran en las Figs. 7-10 puede ser una escala comercial y tener los tamaños, elementos internos y materiales de construcción que se analizaron anteriormente.

40 Las figuras 11 y 12 son una realización alternativa para un extremo frontal 104C y un extremo posterior 106C, respectivamente, de un sistema de separación 100 (figura 4). El extremo delantero 104C de la fig. 11 tiene una columna de luces 260, una columna de pesados 262 y una columna de solvente-ligeros 265 (por ejemplo, con la columna "solvente" como C8-C10s). Estas columnas 260, 262 y 265 pueden ser, cada una, una columna de destilación. El *back-end* asociado 106C de La figura 12 tiene una columna de extracción 269 (o también etiquetada como una columna de solventes pesados) y una columna de solventes 273. En esta realización, la corriente de producto de PO 109C (análoga a la corriente de producto de PO 109 de la figura 4) se descarga desde la columna de extracción 269. 45 Además, se envía una purga de solvente (corriente de extracción 286) desde la columna de extracción 269 al extremo frontal 104C, reduciendo así la cantidad de formaldehído de impureza en la columna de extracción 269 y la corriente de producto PO 109C.

50 En aras de la claridad, los respectivos hervidores y condensadores de cabeza para cada una de las columnas en las Figs. 11 y 12 no están representados, excepto por el condensador de cabeza de la columna de solvente-ligeros 267 asociado con la columna de solvente-ligeros 265. Además, el extremo delantero 104C de la fig. 11 se representa con la columna de luces 260 como recibiendo la corriente del PO en bruto 102 y alimentando la columna de pesados 262. Sin embargo, esta orden de proceso dentro del extremo frontal 104C puede modificarse (es decir, cambiarse). En otras palabras, el extremo delantero 104C puede configurarse de tal manera que la columna de pesos 262 reciba la

corriente del PO en bruto 102 y alimenta la columna de luces 260. En cualquier caso, la alimentación a la tercera columna, la columna de solvente-ligeros 265, será típicamente similar en composición y caudal másico.

En la realización ilustrada para el extremo delantero 104C de La figura 11, la corriente del PO en bruto 102 se alimenta a la columna de luces 260 para la eliminación de impurezas ligeras e hidrocarburos, por ejemplo, C5, a través de una corriente de cabeza de columna de luces 264. El flujo de fondo de la columna de luces 266 de la columna de luces 260 contiene la mayoría o la mayoría del PO que entran en el flujo del PO en bruto 102. Esta corriente 266 de fondos de columna luminosa se alimenta a una columna 262 de materiales pesados para eliminar componentes pesados, agua, algo de metanol y similares, a través de una corriente 268 de fondos de columnas pesados de la columna 262 de elementos pesados. Los ejemplos de componentes pesados eliminados en la corriente de fondo de la columna de materiales pesados 268 pueden incluir propionaldehído, acetona, etc.

La mayoría del PO que entran en la columna de pesados 262 de la columna de luces 260 se descarga en una corriente de cabeza de columna de pesados 270 (un flujo de producto) de la columna de pesados 266. Esta corriente superior 270 de la columna pesada pesa menos metanol y agua debido a la presencia de la columna 260 de luces corriente arriba. La corriente superior 270 de la columna pesada se alimenta a la columna 265 de solvente-ligeros. Además, se introduce un solvente (por ejemplo, C6-C10s) en la columna de solvente-ligeros 265 a través de la totalidad o una porción de la corriente de fondo de hidrocarburo 271 desde el extremo posterior 106C (Figura 12). Como se discute más adelante, esta corriente de fondo de hidrocarburo 271 tiene un solvente reciclado del *back-end* 106C.

En la columna de solvente-ligeros 265, la corriente de fondo de la columna de solvente-ligeros 108C es una corriente de producto que contiene la mayoría del PO que ingresa a la columna de solvente-ligeros 110 (en la corriente de cabeza de la columna de cargas pesadas 270) de la columna de cargas de aguas arriba 262. Este flujo de fondos de columna de solvente-ligeros 108C puede ser análogo al flujo del PO 108 de La figura 4.

En cuanto a las impurezas, las impurezas ligeras y acuosas se descargan por encima de la columna de solvente-ligeros 265 en una corriente de cabeza 274. La corriente de cabeza 274 se condensa en un condensador de cabeza 267 para dar una corriente de cabeza condensada 275. Se mantiene una purga de vapor 280 del condensador superior 267 de aproximadamente 5 a 10% en peso, por ejemplo, de la corriente aérea 274 para eliminar algunos componentes de luz no cáusticos y no solubles en agua, y así sucesivamente. Una porción de la corriente de cabeza condensada 275 se somete a reflujo a la columna de solvente-ligeros 265. La porción restante de la corriente de cabeza condensada 275 (es decir, destilado) se somete a un lavado cáustico, como se explica a continuación.

Cabe señalar que al operar la columna de solvente-ligeros 265 con suficiente alimentación de solvente (por ejemplo, a través de las corrientes 270 y 271, y con el manejo dirigido de la corriente de cabeza condensada 275 a reflujo y destilado, y así sucesivamente, las impurezas ligeras del formiato de metilo El acetaldehído, el metanol, el agua, el glicol y similares se concentran generalmente en la corriente de cabeza condensada 275 sin que se forme una fase acuosa en la columna de solvente-ligeros 265 o en la corriente de cabeza condensada 275.

Como se mencionó, la porción de la corriente de cabeza condensada 275 no se usa como reflujo, sino que se envía como destilado se envía a una sección de lavado cáustico y se pone en contacto con una cantidad de cáustica ligeramente más estequiométrica (por ejemplo, hidróxido de sodio), a través de la corriente cáustica 282, equivalente a la cantidad de formiato de metilo en la porción de la corriente de cabeza condensada 275 enviada como destilado para mantener un pH de 10-12 en la sección de lavado cáustico en ciertos ejemplos.

En la realización ilustrada, la sección de lavado cáustico es la adición del cáustico a través de la corriente cáustica 282 y el mezclador 284 que proporciona la mezcla y el tiempo de residencia.

Además, un solvente de hidrocarburo, como una corriente orgánica o un solvente del sistema *back-end* 106C, puede introducirse aguas arriba del mezclador 284, que puede ser, por ejemplo, un mezclador estático, para promover la formación de una fase acuosa (es decir, con una mayoría de agua, metanol, acetaldehído, formiato de metilo y otras impurezas solubles en agua, en la porción de la corriente de cabeza condensada 275 reenviada como destilado al lavado cáustico). La fuente del solvente así agregado puede ser la corriente de extracción 286 de la columna de extracción 269 en La figura 12. Además, esta corriente de extracción 286 puede contener formaldehído y, por lo tanto, reducir de manera beneficiosa el formaldehído en el *back-end* 106C y, en última instancia, en el producto final PO 109C. Además, el PO en esta corriente de extracción 286 puede recuperarse en la corriente de reciclaje de solvente 278 enviada como reflujo a la columna de solvente-ligeros 265.

El destilado 288 tratado con cáustico del mezclador 284 se alimenta a una columna de retrolavado 290 que puede ser una columna de extracción líquido-líquido de lavado/recuperación del PO relativamente pequeña que tiene aproximadamente 3-7 (por ejemplo, 5) etapas teóricas satisfechas a través del empaque 296. por ejemplo, y generalmente en una parte central de la columna, por ejemplo. El agua 292 se introduce en la parte superior y el solvente 294 se introduce en la parte inferior de la columna de retrolavado 290. La extracción en la columna de lavado a contracorriente 290 aumenta la recuperación de la PO del residuo de cáustico/agua en el destilado 288 tratado con cáustico con un arrastre de cáustico reducido en la fase acuosa reducida. En este ejemplo, los residuos cáusticos/de agua 295 se descarga desde una parte inferior de la columna de retrolavado 290. El PO lavado a contracorriente se devuelve a la columna de solvente-ligeros 265 en una corriente orgánica (corriente de reciclaje de solvente 278) como

reflujo adicional para la columna 265. Finalmente, el solvente 294 alimentado a la columna de lavado a contracorriente 290 es un solvente (por ejemplo, C8-C10s) del sistema *back-end* 106C (figura 12).

Como se discutió, La figura 12 es el *back-end* ejemplar 106C asociado con el *front-end* ejemplar 104C (FIG. 11) de un sistema de separación ejemplar 100 (FIG. 4). En referencia a la fig. 12, la columna de extracción 269 recibe como alimentación la corriente de producto (corriente de fondo de la columna de solvente-ligeros 108C) de la columna de solvente-ligeros 265 (FIG. 11). Además, la columna de extracción 269 recibe el solvente 294 (por ejemplo, C8-C10s) de una corriente de fondos que se descarga desde la columna de solvente corriente abajo 273.

Se envía una corriente de extracción 286 condensada (condensador no mostrado) de la columna de extracción 269 a la sección de lavado cáustico (mezclador 284, opcionalmente un mezclador estático) del extremo delantero 104C (FIG. 11). La corriente de extracción 286 en general puede tener solvente hidrocarbonado, formaldehído, PO, etc. El solvente de hidrocarburo en la corriente de extracción 286 puede promover la formación de la fase acuosa y la separación en la columna de retrolavado 290 (Figura 11). Además, el PO (por ejemplo, 1-2% en peso basado en el PO en la corriente del PO en bruto 102) enviado en la corriente de extracción 286 al lavado cáustico (en el mezclador 284) y la columna de retrolavado 290 se pueden recuperar en la fase orgánica corriente (reciclar la corriente de solvente 278) enviada como reflujo a la columna de solvente-ligeros 265 (FIG. 11). Finalmente, como se discutió, esta purga de formaldehído con la corriente de extracción 286 puede reducir la cantidad de formaldehído en la columna de extracción 269 y en la corriente de producto de PO 109C que se descarga como una extracción lateral de la columna de extracción 269.

Además, una corriente de fondo de hidrocarburo 271, que tiene un solvente de hidrocarburo pesado (por ejemplo, C6-C10s), por ejemplo, se descarga de la columna de extracción 269 y se alimenta a la columna de solvente 273. Además, una porción de esta corriente de fondo de hidrocarburo 271 (por ejemplo, que tiene C6-C10s) se puede alimentar a la columna de solvente-ligeros 265 (FIG. 11). En la columna de solvente 273, se toma una carga de hidrocarburos 300 (por ejemplo, que tiene C6). Una corriente de solvente 294 (por ejemplo, que tiene C8-C10s) se descarga desde la parte inferior de la columna de solvente 273 y puede enviarse a la columna de extracción 269 para la extracción, y/o enviarse para la extracción líquido-líquido en la columna de retrolavado 290 (Figura 11).

Finalmente, como se indica, la corriente de producto de PO 109C se recupera en un dibujo lateral (por ejemplo, de la sección de pasteurización) de la columna de extracción 269. En resumen, un sistema de separación del PO ejemplar 100 que tiene el extremo frontal 104C y el extremo posterior 106C puede proporcionar un alto rendimiento ejemplar de 98,9% en peso (del PO en la corriente 102 del PO bruta), por ejemplo, y un alto grado de pureza ejemplar de 99,99% en peso del PO con 10 ppm de formiato de metilo en el producto PO 109C.

El equipamiento representado en las figs. 11 y 12 pueden ser de escala comercial. Además, los respectivos diámetros, alturas y los números de etapas teóricas de las diversas columnas en las Figs. 11 y 12 pueden dimensionarse en función de la base de diseño para el caudal másico y la composición de la corriente del PO en bruto entrante 102, por ejemplo. Para proporcionar las etapas teóricas, se pueden emplear bandejas o empaques. Las bandejas pueden incluir bandejas de tamices, bandejas de tapa de burbuja o bandejas de válvulas, y similares. El empaque, que puede ser estructurado o desechado, puede ser de vidrio, metal, plástico y cerámica, y así sucesivamente. La metalurgia o materiales de construcción de los diversos equipos en las Figs. 11 y 12 pueden incluir acero al carbono, acero inoxidable, polímero reforzado con fibra de vidrio (FRP), aleaciones de níquel, etc.

En forma resumida, las realizaciones de las presentes técnicas pueden proporcionar un sistema de separación de óxido de propileno que incluye una columna de destilación para recibir una corriente de óxido de propileno bruto, descargar una corriente de impureza que tiene metanol y agua, y descargar una corriente de fondo que tiene la mayoría de la entrada de óxido de propileno En la corriente de óxido de propileno crudo. Un decantador puede recibir la corriente de impureza y un solvente hidrocarbonado para proporcionar la formación en el decantador de una fase orgánica que incluye óxido de propileno y solvente hidrocarbonado, y una fase acuosa que incluye un porcentaje en peso mayoritario del metanol y el agua que entra en la corriente de impureza. Un sistema de lavado con agua recibe y purga la fase acuosa del sistema de separación de óxido de propileno, en donde la fase orgánica en el decantador se envía a la columna de destilación. La corriente de óxido de propileno en bruto puede ser una corriente de efluente del reactor de óxido de propileno, tal como en un sistema de proceso de óxido de propileno/terc-butanol.

La columna de destilación puede incluir un condensador superior, y en el que la columna de destilación está configurada con una purga de vapor superior de componentes no condensados del condensador superior. El decantador puede ser un decantador superior a la columna de destilación y recibir el flujo de impurezas del condensador superior. Por otro lado, el decantador es un decantador lateral de la columna de destilación, y está configurado para recibir la corriente de impurezas de un lado del líquido extraído de la columna de destilación. La columna de destilación puede ser una columna de luces solventes. Además, el sistema de lavado con agua puede incluir un mezclador estático y un coalescente. Un removedor de solvente puede recibir la corriente de los fondos de la columna de destilación, en donde el removedor de solventes descarga una corriente de cabeza del removedor de solventes que tiene la mayor parte del óxido de propileno entrando en el removedor de solventes en la corriente de los fondos de la columna de destilación, y en donde el descargador de solventes se descarga una corriente de fondo de separador de solvente que tiene al menos una porción del solvente de hidrocarburo recibido en el decantador.

Finalmente, una columna de extracción puede someter la corriente superior del solvente-removedor desde el removedor de solvente a una extracción con solvente de hidrocarburo para eliminar las impurezas, en donde la columna de extracción purga las impurezas eliminadas, incluido el formaldehído, al sistema de lavado con agua.

5 Las realizaciones pueden proporcionar un método para separar óxido de propileno de una corriente de óxido de propileno bruto en un sistema de separación, incluyendo el método: alimentar la corriente de óxido de propileno en bruto a una columna de destilación; descargar una corriente de impurezas de la columna de destilación a un decantador, comprendiendo la corriente de impurezas metanol y agua; alimentación de solvente hidrocarburo al decantador; y formando en el decantador una fase orgánica que comprende óxido de propileno y un solvente de hidrocarburo, y una fase acuosa que comprende un porcentaje en peso mayoritario del metanol y el agua alimentada al decantador en la corriente de impurezas. Además, el método puede incluir lavar la fase acuosa con agua y purgar la fase acuosa lavada del sistema de separación, y enviar la fase orgánica a la columna de destilación.

10 La descarga de la corriente de impurezas puede incluir la descarga de la corriente de impurezas al decantador a través de un condensador superior de la columna de destilación, y el método incluye además purgar una corriente de vapor del condensador superior. Por otro lado, la descarga de la corriente de impurezas puede implicar la descarga de la corriente de impurezas al decantador a través de una extracción lateral de líquido de la columna de destilación. Finalmente, el método puede incluir: descargar una corriente de fondos desde la columna de destilación, comprendiendo la corriente de fondos que la mayoría de los óxidos de propileno entran en la columna de destilación en la corriente de óxido de propileno en bruto; separar el formaldehído de la corriente de fondos; y enviar el formaldehído a un sistema de lavado con agua que realiza el lavado de la fase acuosa con agua.

15 Ciertas realizaciones pueden incluir un sistema de separación de óxido de propileno que tiene una columna de destilación para recibir una corriente de óxido de propileno bruto procesado, descargar una corriente de impureza que comprende metanol y agua, y descargar una corriente de fondo que tiene la mayoría del óxido de propileno que entra en el óxido de propileno en bruto procesado corriente. Un mezclador mezcla cáustico (por ejemplo, que tiene hidróxido de sodio) con la corriente de impureza para dar una corriente de impureza tratada cáusticamente. Una columna de retrolavado somete la corriente de impurezas tratadas cáusticamente a una extracción acuosa y una extracción orgánica. La columna de retrolavado puede purgar una corriente acuosa que tiene una cantidad mayoritaria de metanol y agua en la corriente de impureza. Además, la columna de retrolavado puede descargar una corriente orgánica (que tiene un solvente de hidrocarburo y óxido de propileno) a la columna de destilación. El sistema de separación de óxido de propileno puede incluir una columna de extracción dispuesta aguas abajo de la columna de destilación, y configurada para purgar formaldehído en el mezclador, en donde el formaldehído se transporta desde la corriente de los fondos de la columna de destilación.

20 Por último, algunas realizaciones pueden incluir un método para separar impurezas del óxido de propileno, el método incluye el procesamiento a través de una columna de destilación de una corriente de óxido de propileno para descargar una corriente de impureza que tiene metanol y agua, y para descargar una corriente de fondo que tiene la mayoría del óxido de propileno. Entrar en la columna de destilación. La corriente de impurezas se mezcla (por ejemplo, a través de un mezclador estático) con cáustico (por ejemplo, tiene hidróxido de sodio) para dar una corriente de impurezas tratada con sosa que luego se extrae con hidrocarburo, y luego se extrae con agua para purgar una corriente acuosa que tiene una mayoría del metanol y el agua en la corriente de impurezas. El método puede incluir procesar el flujo de fondos desde la columna de destilación y purgar el formaldehído a través del procesamiento hasta el flujo de impurezas.

25 Aunque la presente invención se ha descrito con bastante detalle con referencia a ciertas versiones preferidas de la misma, son posibles otras versiones. Por lo tanto, el espíritu y el alcance de las reivindicaciones adjuntas no deben limitarse a la descripción de las versiones preferidas contenidas en este documento.

30 Todas las características descritas en esta especificación (incluidas las reivindicaciones, el resumen y los dibujos adjuntos) pueden reemplazarse por características alternativas que tengan el mismo propósito, equivalente o similar, a menos que se indique expresamente lo contrario. Por lo tanto, a menos que se indique expresamente lo contrario, cada característica divulgada es un ejemplo solo de una serie genérica de características equivalentes o similares.

35 Cualquier elemento en una reclamación que no indique explícitamente "medios para" realizar una función específica, o "paso para" realizar una función específica, no debe interpretarse como una cláusula de "medios" o "paso" como se especifica en 35 USC § 112, sexto párrafo. En particular, el uso del "paso de" en las reivindicaciones de este documento no pretende invocar las disposiciones de 35 U.S.C §112, sexto párrafo.

40

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de separación de óxido de propileno que comprende:

5 una columna de destilación configurada para recibir una corriente de óxido de propileno en bruto, descargar una corriente de impureza que comprende metanol y agua, y descargar una corriente de fondos que comprende una mayoría de óxido de propileno que entra en la corriente de óxido de propileno en bruto; , en donde la columna de destilación incluye un condensador superior, y en el que la columna de destilación está configurada con una purga de vapor superior de componentes no condensados del condensador superior

10 un decantador configurado para recibir al menos una porción de la corriente de impurezas y un solvente hidrocarbonado para proporcionar la formación en el decantador de una fase orgánica que comprende óxido de propileno y solvente hidrocarbonado, y una fase acuosa que comprende un porcentaje en peso mayoritario del metanol y el agua entrar en al menos una parte de la corriente de impureza; en el que el decantador es un decantador de cabeza a la columna de destilación, y está configurado para recibir al menos una parte de la corriente de impureza del condensador de cabeza; y

15 un sistema de lavado con agua configurado para recibir y purgar la fase acuosa del sistema de separación de óxido de propileno, en donde la fase orgánica en el decantador se envía a la columna de destilación.

2. El sistema de separación de óxido de propileno de la reivindicación 1, en donde la corriente de óxido de propileno en bruto es una corriente de efluente del reactor de óxido de propileno en un sistema de proceso de óxido de propileno/terc-butanol.

20 3. El sistema de separación de óxido de propileno de la reivindicación 1, en donde el decantador es un decantador lateral de la columna de destilación, y está configurado para recibir al menos una parte de la corriente de impureza de una extracción de líquido de la columna de destilación.

4. El sistema de separación de óxido de propileno de la reivindicación 1, en donde la columna de destilación es una columna de luces de disolvente, y en el que el sistema de lavado con agua comprende un mezclador estático y un coalescente.

25 5. El sistema de separación de óxido de propileno de la reivindicación 1, que comprende además un removedor de solvente configurado para recibir la corriente de los fondos de la columna de destilación, en donde el decapante de solvente está configurado para descargar una corriente de cabeza del removedor de solvente que comprende una mayoría del óxido de propileno que entra en el removedor de solvente en la corriente de fondos de la columna de destilación.

30 6. El sistema de separación de óxido de propileno de la reivindicación 5, en donde el eliminador de disolvente está configurado para descargar una corriente de fondo de eliminador de disolvente que comprende al menos una parte del disolvente de hidrocarburo recibido en el decantador.

35 7. El sistema de separación de óxido de propileno de la reivindicación 5, que comprende además una columna de extracción configurada para someter la corriente superior del disolvente-separador desde el separador de disolvente a una extracción con disolvente de hidrocarburo para eliminar las impurezas, en la que la columna de extracción está configurada para purgar las impurezas eliminadas que comprende formaldehído al sistema de lavado con agua.

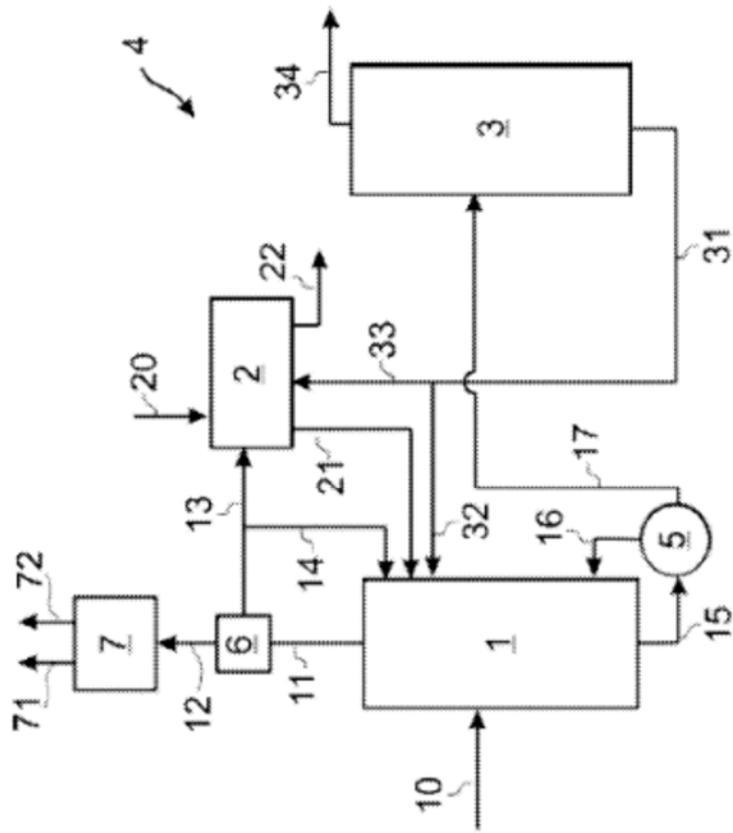


FIG. 1

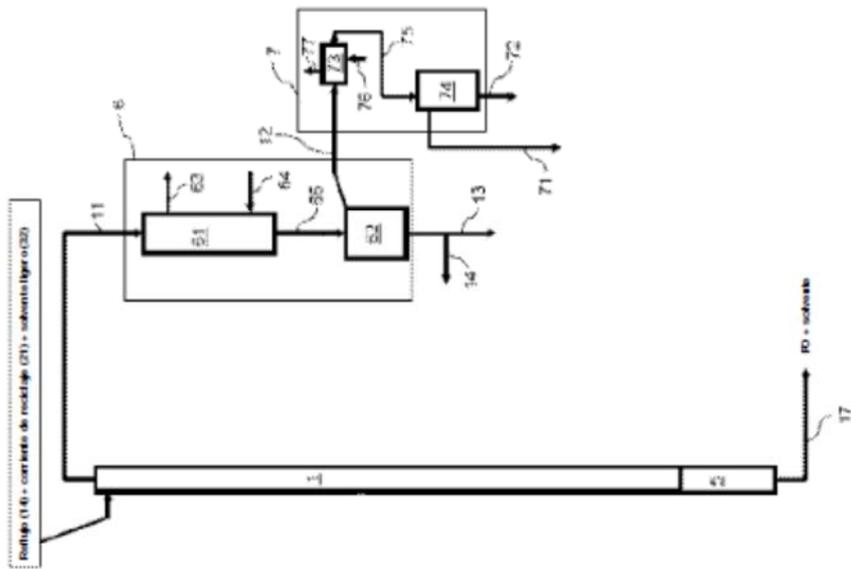


FIG. 2

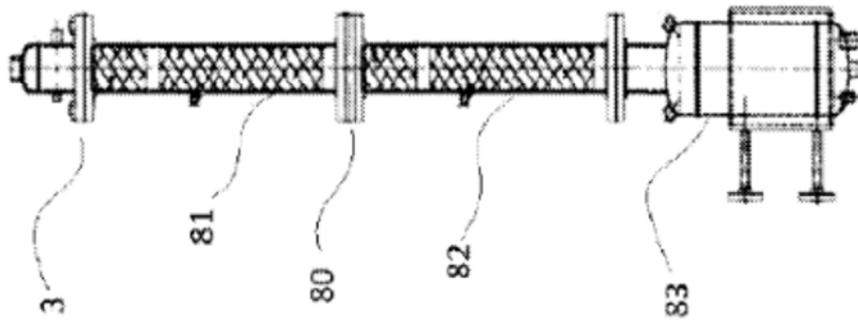


FIG. 3

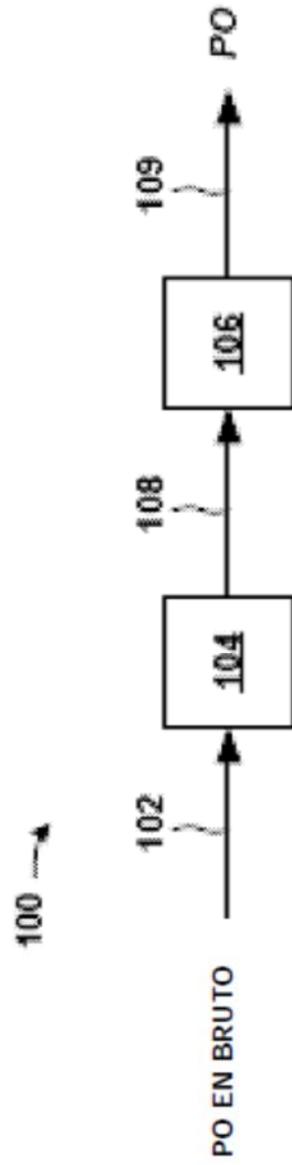


FIG. 4

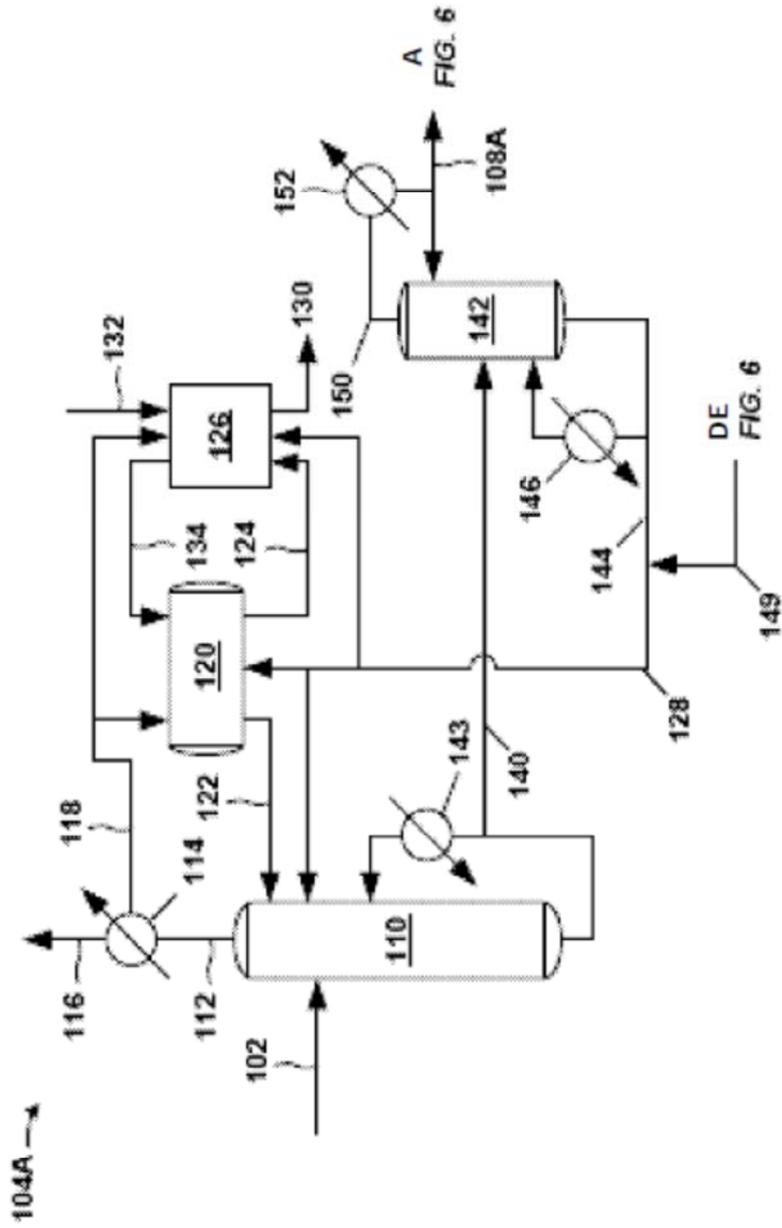


FIG. 5

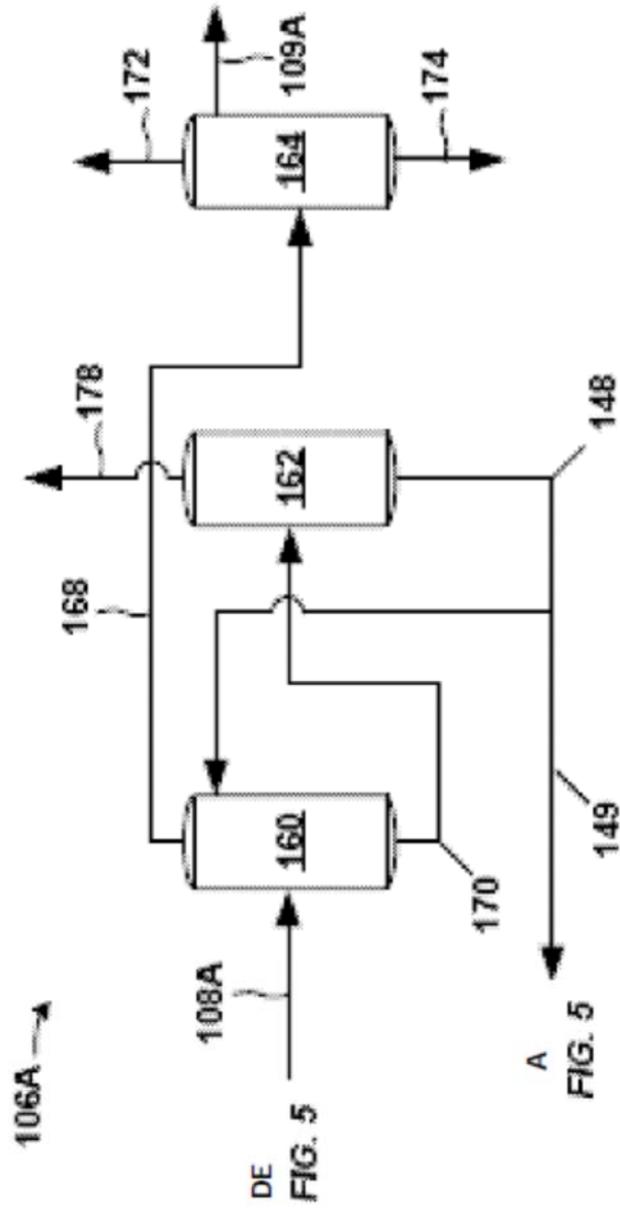


FIG. 6

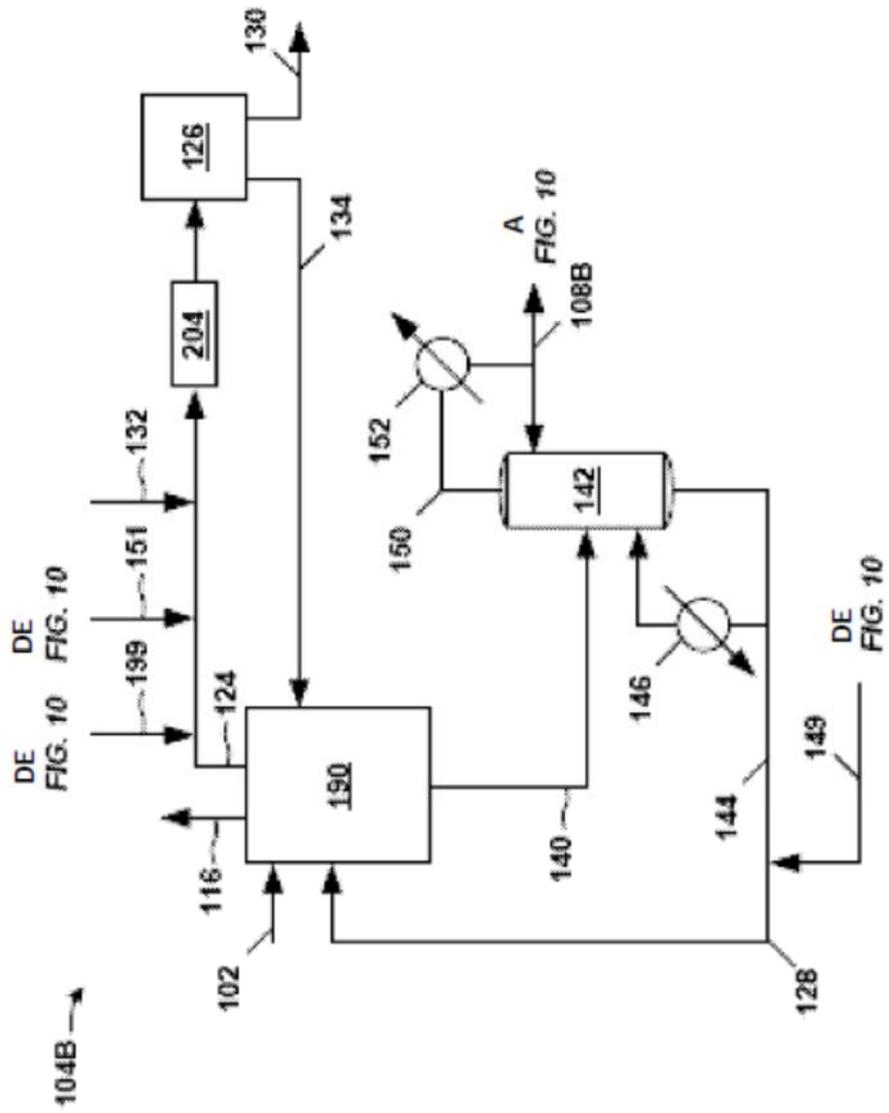


FIG. 7

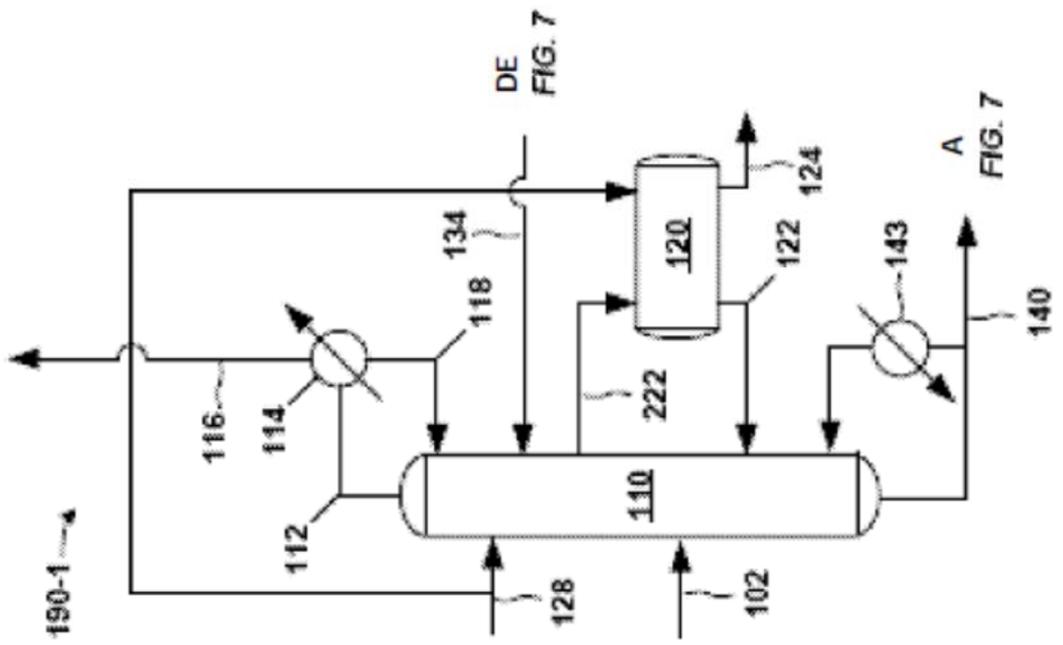


FIG. 8

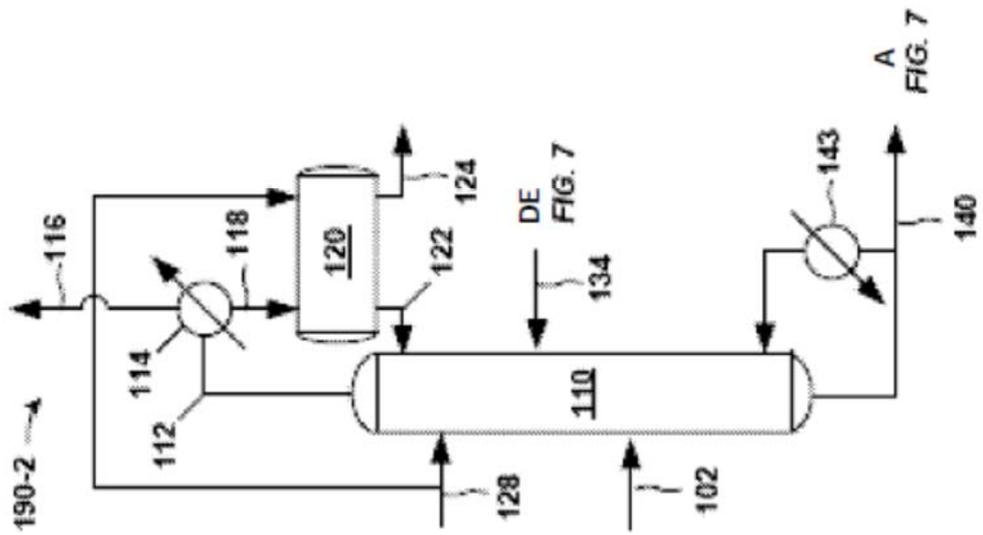


FIG. 9

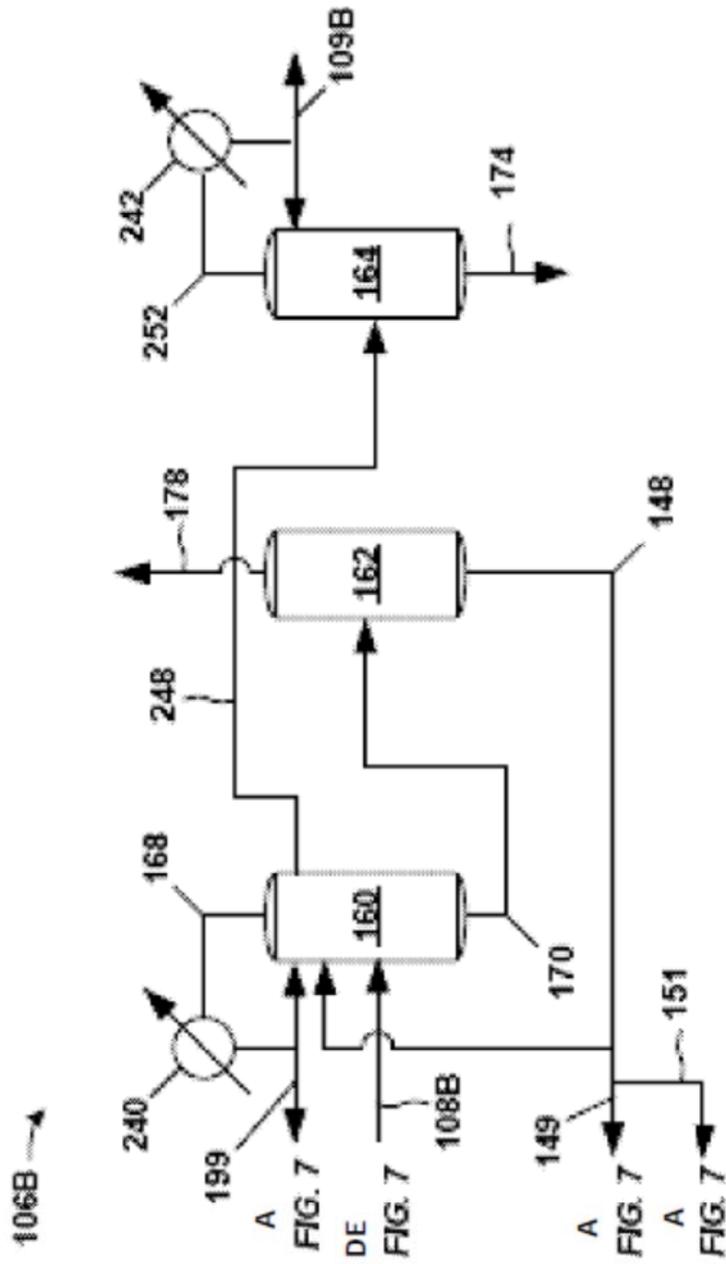


FIG. 10

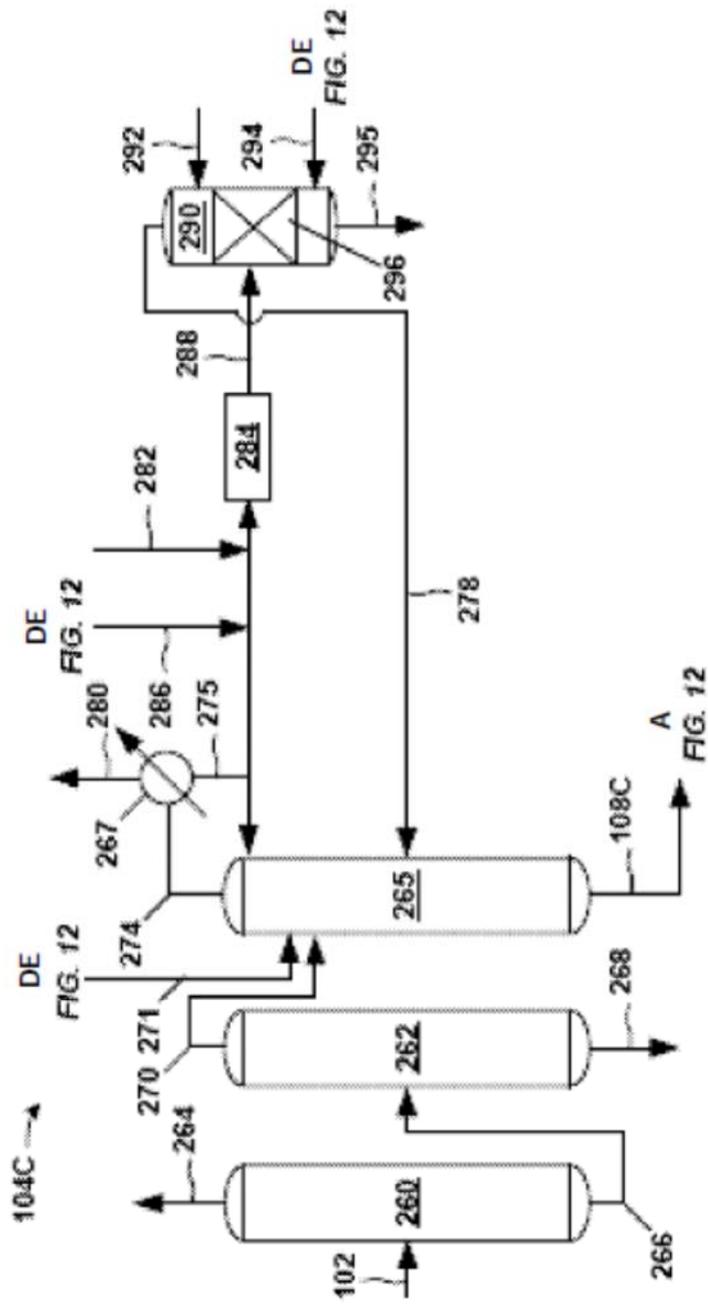


FIG. 11

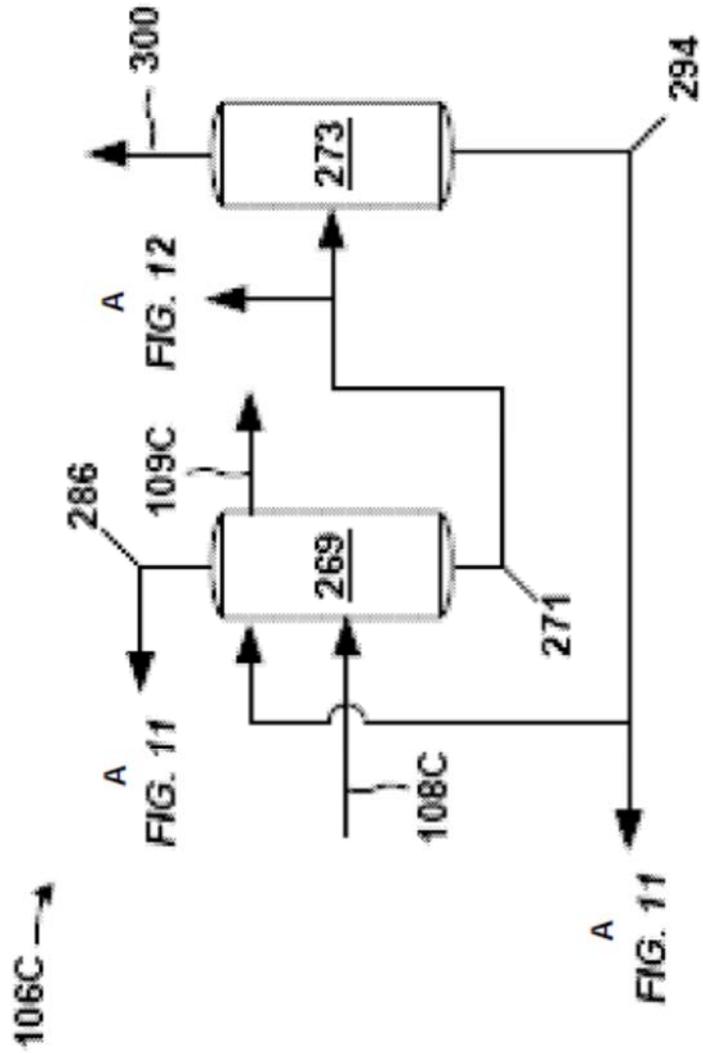


FIG. 12