

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 756**

51 Int. Cl.:

B01D 53/04 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.06.2016 PCT/US2016/036639**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2016 WO16201070**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2016 E 16736301 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 3307417**

54 Título: **Regeneración del tratador de la corriente de reciclaje del proceso de producción de poliolefinas**

30 Prioridad:

11.06.2015 US 201514737335

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

19.08.2020

73 Titular/es:

**CHEVRON PHILLIPS CHEMICAL COMPANY LP
(100.0%)**

**10001 Six Pines Drive
The Woodlands, Texas 77380, US**

72 Inventor/es:

**ROMIG, RALPH;
MCELVAIN, ROBERT R. y
PAGE, STEVE E.**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 779 756 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

Regeneración del tratador de la corriente de reciclaje del proceso de producción de poliolefinas

5 Campo

Esta descripción se refiere a la regeneración de tratadores de corriente de alimentación en procesos y sistemas de polimerización de olefinas.

10 Antecedentes

Las poliolefinas pueden prepararse por polimerización de olefinas en uno o más reactores donde se introducen materiales de alimentación tales como diluyente, monómero, comonómero y catalizador. El catalizador usado puede ser sensible a las impurezas del proceso o "venenos". Por lo tanto, los procesos de producción de poliolefinas generalmente incluyen el tratamiento de las alimentaciones del reactor para eliminar las impurezas antes de la introducción de las alimentaciones en el(los) reactor(es) de polimerización. Las técnicas para tratar las alimentaciones del reactor incluyen el uso de un desecante que atrapa las impurezas. Con el tiempo, el desecante puede saturarse con las impurezas, lo que crea una necesidad de regeneración del desecante para mantener la eliminación eficaz de las impurezas. Sin embargo, los procesos de regeneración actuales pueden ser costosos, tanto en términos de consumo de nitrógeno y gas combustible, como en términos de costos asociados con los tiempos de regeneración que son más largos que un mes en algunos casos. El documento US 5,470,925 describe procesos para la producción de polímeros de alqueno a partir de corrientes de alqueno que contienen impurezas de alcano, en donde la corriente de alqueno se somete a adsorción y el alqueno se adsorbe selectivamente. El documento US 5,958,109 describe un proceso de adsorción por oscilación térmica para la recuperación de solventes, en donde los solventes orgánicos se eliminan del aire por adsorción en lechos fijos de carbón activado, que se regeneran periódicamente.

Resumen

La presente invención se refiere a un método para regenerar un desecante en un tratador desconectado de un proceso de producción de poliolefinas. El método incluye una fase de calentamiento seguida de una fase de enfriamiento.

La fase de calentamiento incluye tratar una corriente de reciclaje del proceso de producción de poliolefinas en un tratador conectado que tiene un desecante para producir una corriente de reciclaje tratada, calentar al menos una parte de la corriente de reciclaje tratada para producir un gas regenerador, regenerar al menos una parte del desecante en el tratador desconectado con el uso del gas regenerador para producir una corriente de efluente de regeneración, separar la corriente de efluente de regeneración en una corriente de impurezas y una corriente de reciclaje de regeneración y reciclar la corriente de reciclaje de regeneración al tratador conectado.

En realizaciones, la fase de enfriamiento puede incluir realizar el termosifonamiento de un gas regenerador, nitrógeno, un diluyente libre de olefinas o combinaciones de los mismos en un circuito de convección cerrado del tratador desconectado para enfriar el tratador desconectado a una temperatura en el intervalo de 150 °F (66 °C) a 400 °F (204 °C).

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra un diagrama de flujo del proceso de una realización de un proceso de producción de poliolefinas que utiliza tratadores para las corrientes de alimentación y reciclaje de acuerdo con la descripción.

Descripción detallada de las realizaciones

En el presente documento se describen realizaciones que proporcionan una regeneración mejorada de tratadores para corrientes de alimentación y corrientes de reciclaje en un proceso de producción de poliolefinas. Los tratadores de acuerdo con las realizaciones de la descripción incluyen un par de tratadores de alimentación que tienen desecante (por ejemplo, en uno o más lechos desecantes) para eliminar agua y, en algunas realizaciones, otras impurezas de una corriente de alimentación del proceso de producción de poliolefinas. En operación, al menos uno del par de tratadores de alimentación está conectado (por ejemplo, opera en modo continuo para aceptar una corriente de alimentación y tratarla para producir una corriente de alimentación tratada) para tratar la corriente de alimentación del proceso de producción de poliolefinas que pasa a través del(de los) tratador(es) de alimentación para eliminar una o más impurezas. La corriente de alimentación tratada que fluye desde el sistema de tratamiento de la alimentación (opcionalmente combinada con una corriente de reciclaje tratada que comprende un diluyente, con comonómero fresco o ambos) pasa a un reactor de polimerización donde las poliolefinas (también referidas indistintamente en el presente documento con el término composición polimérica) se forman mediante el contacto del monómero de olefina de la corriente de alimentación tratada con un sistema catalítico en condiciones adecuadas para la formación de una composición polimérica. Se recupera un efluente del reactor de polimerización y se separa para recuperar la composición polimérica en una corriente de producto y el diluyente y cualquier monómero sin reaccionar y/o comonómero sin reaccionar en una corriente de reciclaje. La corriente de reciclaje se trata en otros tratadores que incluyen uno o un par de tratadores de reciclaje que tienen desecante (por ejemplo, uno o más lechos desecantes) para eliminar el agua y, en algunas realizaciones, otras impurezas de la corriente de reciclaje. En

operación, al menos uno del par de tratadores de reciclaje está conectado (por ejemplo, opera en modo continuo para aceptar la corriente de reciclaje y tratarla para producir una corriente de reciclaje tratada) para tratar la corriente de reciclaje del proceso de producción de poliolefinas que pasa a través del(de los) tratador(es) de reciclaje para eliminar una o más impurezas. La corriente de reciclaje tratada se recicla al reactor de polimerización.

Durante el curso de la operación, los tratadores del proceso de producción de poliolefinas pueden saturarse con impurezas, lo que hace que las impurezas fluyan a través de los tratadores hacia el reactor de polimerización. Un aumento en el índice de fluidez de la composición polimérica y/o una disminución en la eficiencia de polimerización pueden indicar la saturación del desecante en un tratador. Los tratadores de alimentación y los tratadores de reciclaje operan en pares paralelos de modo que uno del par de tratadores de alimentación y/o uno del par de tratadores de reciclaje puede desconectarse (por ejemplo, aislarse del flujo de la corriente de alimentación o de la corriente de reciclaje mediante el accionamiento de válvulas como se describe a continuación) para que el desecante pueda regenerarse mientras el otro del par de tratadores de alimentación y/o el otro del par de tratadores de reciclaje están conectados.

Las realizaciones de regeneración descritas en el presente documento pueden utilizar además o alternativamente el termosifonamiento, en una fase de enfriamiento de regeneración, de nitrógeno, del diluyente de la corriente de reciclaje tratada, de un diluyente libre de olefinas o combinaciones de los mismos, como se describe en más detalle en el presente documento.

Las realizaciones descritas incluyen el uso de al menos una parte de la corriente de reciclaje tratada para regenerar un tratador desconectado (por ejemplo, uno de un par de tratadores de alimentación que se desconecta para su regeneración, uno de un par de tratadores de reciclaje que se desconecta para su regeneración o ambos). El uso de al menos una parte de la corriente de reciclaje tratada para regenerar un tratador desconectado utiliza el diluyente de reciclaje disponible en el proceso de producción de poliolefinas y reduce o anula la necesidad de nitrógeno u otros medios de regeneración que implican gastos de capital, crean desechos adicionales y/o necesitan separaciones y/o almacenamiento posteriores. Además, la incorporación de las técnicas de termosifonamiento descritas en el presente documento reduce el tiempo de enfriamiento requerido para regenerar el tratador desconectado.

Con referencia a la Figura 1, se muestra un diagrama de flujo del proceso de una realización de un proceso de producción de poliolefinas que tiene un par de tratadores de alimentación 10 y 15 para una corriente de alimentación 100, una zona de polimerización 20, un sistema de recuperación de producto 30 y un par de tratadores de reciclaje 40 y 45 para una corriente de reciclaje 150.

La corriente de alimentación 100 puede incluir uno o más monómeros de olefina, así como una o más impurezas. El uno o más monómeros de olefina pueden incluir olefinas lineales o ramificadas que tienen de 2 a 30 átomos de carbono. Los ejemplos de monómeros de olefina incluyen etileno, propileno, 1-buteno, 1-hexeno, 1-octeno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno y combinaciones de los mismos. La una o más impurezas pueden incluir agua, oxígeno, dióxido de carbono, compuestos de azufre, alcoholes, acetileno o combinaciones de los mismos. Además, la corriente de alimentación 100 puede incluir uno o más componentes adicionales tales como un catalizador, cocatalizadores, diluyente fresco, aditivos o combinaciones de los mismos. Como se analiza en el presente documento, alternativamente el uno o más componentes adicionales pueden añadirse al proceso de producción de poliolefinas en otras ubicaciones.

Los tratadores de alimentación 10 y 15 operan en paralelo de modo que al menos uno de los tratadores de alimentación 10 y 15 esté conectado para tratar (por ejemplo, eliminar una o más impurezas de) la corriente de alimentación 100, mientras que el otro de los tratadores de alimentación 10 y 15 está desconectado regenerándose, en espera para conectarse o también conectado, pero no saturado con impurezas. Si bien la Figura 1 muestra un solo par de tratadores de alimentación 10 y 15, se contempla que los procesos de producción de poliolefinas pueden incluir múltiples pares de tratadores de alimentación, por ejemplo, de 2 a 20 pares de tratadores de alimentación, o de 2 a 10 pares de tratadores de alimentación o de 2 a 5 tratadores de alimentación.

Cada uno de los tratadores de alimentación 10 y 15 puede ser un recipiente que tiene desecante dispuesto en uno o más lechos desecantes. Por ejemplo, y sin limitación, cada tratador 10 y 15 puede tener de 1 a 30, de 1 a 20 o de 1 a 15 lechos desecantes. El desecante se analiza en más detalle en el presente documento.

En una realización donde el tratador de alimentación 10 está conectado y el tratador de alimentación 15 está desconectado, la válvula 103 en la corriente 102 y la válvula 105 en la corriente 104 están en la posición abierta, y la válvula 107 en la corriente 106 y la válvula 109 en la corriente 108 están en la posición cerrada. El monómero de olefina sin tratar de la corriente de alimentación 100 fluye a través de la válvula 103 y la corriente 102 de modo que el monómero de olefina sin tratar se introduce en el tratador 10. En una realización, el monómero de olefina sin tratar se introduce en el tratador 10 en la parte inferior de dicho tratador 10. El monómero de olefina fluye a través de los lechos desecantes en el tratador 10, por ejemplo, desde la parte inferior hasta la parte superior del tratador 10, y el desecante contenido en el tratador 10 elimina una o más impurezas del monómero de olefina. El monómero tratado fluye desde el tratador 10 a través de la corriente 104, la válvula 105, la corriente 110 y hacia la zona de polimerización 20. El flujo del monómero de olefina en el tratador 10 puede ser alternativamente desde la parte superior hasta la parte inferior.

En una realización donde el tratador de alimentación 15 está conectado y el tratador de alimentación 10 está desconectado, la válvula 107 en la corriente 106 y la válvula 109 en la corriente 108 están en la posición abierta, y la válvula 103 en la corriente 102 y la válvula 105 en la corriente 104 están en la posición cerrada. El monómero de olefina sin tratar de la corriente de alimentación 100 fluye a través de la válvula 107 y la corriente 106 de modo que el monómero de olefina sin tratar se introduce en el tratador 15. En una realización, el monómero de olefina sin tratar se introduce en el tratador 15 en la parte inferior de dicho tratador 15. El monómero de olefina fluye a través de los lechos desecantes en el tratador 15, por ejemplo, desde la parte inferior hasta la parte superior del tratador 15, y el desecante contenido en el tratador 15 elimina una o más impurezas del monómero de olefina. El monómero tratado fluye desde el tratador 15 a través de la corriente 108, la válvula 109, la corriente 110 y hacia la zona de polimerización 20. El flujo del monómero de olefina en el tratador 15 puede ser alternativamente desde la parte superior hasta la parte inferior.

Las condiciones de tratamiento incluyen un tiempo de permanencia suficiente para eliminar al menos una parte de las impurezas de la corriente de alimentación 100. Las condiciones de tratamiento pueden incluir una temperatura en el intervalo de aproximadamente 35 °F (aproximadamente 1,6 °C) a aproximadamente 80 °F (aproximadamente 27 °C); alternativamente, aproximadamente 40 °F (aproximadamente 4,4 °C) a aproximadamente 70 °F (aproximadamente 21 °C); alternativamente, aproximadamente 45 °F (aproximadamente 7,2 °C) a aproximadamente 60 °F (aproximadamente 15 °C). Las condiciones de tratamiento pueden incluir una presión en el intervalo de aproximadamente 600 psig (aproximadamente 4,14 MPa) a aproximadamente 850 psig (aproximadamente 5,86 MPa); alternativamente, aproximadamente 700 psig (aproximadamente 4,83 MPa) a aproximadamente 825 psig (aproximadamente 5,69 MPa); alternativamente, aproximadamente 750 psig (aproximadamente 5,17 MPa) a aproximadamente 800 psig (aproximadamente 5,52 MPa).

La alimentación tratada que fluye en la corriente 104 y/o 108 generalmente incluye un nivel de impurezas que es menor que un nivel de impurezas presente en la corriente de alimentación 100. La cantidad de una impureza o múltiples impurezas puede medirse y monitorizarse en la corriente 104, la corriente 108 y la corriente de alimentación 100 con el uso de técnicas conocidas en la técnica con la ayuda de esta descripción, por ejemplo, cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC), cromatografía de gases (GC) o espectroscopía Raman. Las impurezas pueden medirse en un aparato conectado en las corrientes 100, 104 y/o 108, o puede extraerse una muestra de cualquiera de la corriente 104, la corriente 108 y la corriente de alimentación 100 y posteriormente analizarse para determinar la concentración de impurezas. En realizaciones, la alimentación tratada que fluye en la corriente 104 y/o 108 puede incluir menos de 200 ppm, menos de 150 ppm, menos de 100 ppm, menos de 75 ppm o menos de 50 ppm de una o más impurezas.

Aún con referencia a la Figura 1, se ilustra que el comonómero fresco (por ejemplo, hexeno, buteno o combinaciones de los mismos) que fluye en la corriente 120, el diluyente fresco que fluye en la corriente 122, el catalizador que fluye en la corriente 124 y el diluyente de reciclaje tratado que fluye en la corriente 160 pueden combinarse con la alimentación tratada en la corriente 110 antes de su introducción a la zona de polimerización 20. Se contempla que cualquier combinación de comonómero, catalizador, diluyente fresco y diluyente de reciclaje tratado puede añadirse a la alimentación tratada para su introducción a la zona de polimerización 20 a través de la corriente 110; o, cualquiera del comonómero, catalizador, diluyente fresco y diluyente de reciclaje tratado puede introducirse a la zona de polimerización 20 en otras ubicaciones del proceso de producción de poliolefinas, por ejemplo, cualquiera de los componentes mencionados anteriormente puede combinarse con los componentes en la corriente de alimentación 100, o cualquiera de los componentes mencionados anteriormente puede introducirse a la zona de polimerización 20 por separado de la corriente de alimentación 100 o la corriente de alimentación tratada 110. Además, si bien la Figura 1 muestra que el diluyente fresco se combina con la alimentación tratada en la corriente 110 antes que el comonómero y el diluyente de reciclaje tratado, que se combinan antes del catalizador, el orden de combinación de los componentes que se introducen a la zona de polimerización 20 a través de la corriente 110 puede variar de acuerdo con técnicas conocidas por los expertos en la técnica con la ayuda de esta descripción.

El catalizador que puede emplearse de acuerdo con los métodos y sistemas de la presente descripción puede comprender cualquier sistema catalítico compatible con y capaz de producir poliolefinas. Por ejemplo, el catalizador puede ser un sistema catalítico basado en cromo, un sistema catalítico de metal de transición de sitio único que incluye sistemas catalíticos de metaloceno simples y múltiples (dos o más), un sistema catalítico Ziegler-Natta o combinaciones de los mismos. En realizaciones, el catalizador puede activarse para la polimerización posterior y puede o no estar asociado a un material de soporte.

Ejemplos de sistemas catalíticos que pueden usarse se describen en las patentes de Estados Unidos núm. 6,355,594; 6,376,415; 6,395,666; 6,511,936; 6,524,987; 6,528,448; 6,531,565; 6,534,609; 6,828,268; 6,852,660; 6,911,505; 6,911,506; 6,936,667; 6,977,235; 7,056,977; 7,109,277; 7,119,153; 7,148,298; 7,163,906; 7,226,886; 7,247,594; 7,378,537; 7,501,372; 7,517,939; 8,012,900; 8,119,553; 8,138,113; 8,207,280; 8,288,487; 8,383,754; 8,431,729; 8,501,651; 8,703,886; 8,846,841; 8,912,285; 8,932,975; y 8,987,394.

El diluyente puede incluir hidrocarburos que son alcanos. Los ejemplos de diluyentes adecuados para el uso de acuerdo con la presente descripción incluyen, pero no se limitan a, propano, n-butano, isobutano, n-pentano, isopentano, neopentano, ciclohexano, n-hexano y heptano. En una o más realizaciones específicas, el diluyente se selecciona de propano, isobutano, hexano, heptano o combinaciones de los mismos.

El hidrógeno y otros aditivos también pueden introducirse a la zona de polimerización 20 (por ejemplo, combinados en la corriente 110, introducidos por separado o combinados con otro componente e introducidos junto con el otro componente). Se puede usar hidrógeno para controlar el peso molecular de la poliolefina formada en la zona de polimerización 20. Los aditivos pueden incluir materiales antiestáticos, agentes de transferencia de cadena u otros aditivos conocidos en la técnica de los procesos de producción de poliolefinas.

La zona de polimerización 20 puede incluir uno o más reactores de polimerización capaces de polimerizar monómeros de olefina para producir poliolefinas tales como homopolímeros o copolímeros. En una o más realizaciones, la polimerización de olefinas puede incluir la homopolimerización de etileno o propileno; la copolimerización de etileno y una 1-olefina superior (por ejemplo, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno o 1-deceno), la copolimerización de propileno y una 1-olefina superior (por ejemplo, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno o 1-deceno) o combinaciones de las mismas (para procesos de producción de poliolefinas que tienen múltiples reactores). Además, las poliolefinas producidas pueden ser unimodales, bimodales o multimodales. Una poliolefina producida puede tener un primer componente y un segundo componente. El primer componente puede ser un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y el segundo componente puede ser un polietileno de alta densidad (HDPE). El HDPE puede ser una poliolefina de alto peso molecular (HMW) o una poliolefina de bajo peso molecular (LMW). El LLDPE puede ser una poliolefina de alto peso molecular (HMW) o una poliolefina de bajo peso molecular (LMW). En una realización, el HDPE puede ser una poliolefina HMW y el LLDPE puede ser una poliolefina LMW. El primer componente, el segundo componente, o tanto el primer componente como el segundo componente de la poliolefina pueden tener ramificaciones de cadena corta.

Los diversos tipos de reactores adecuados para el uso en la zona de polimerización 20 incluyen los conocidos en la técnica que pueden referirse como reactores por lotes, de suspensión, de fase gaseosa, de solución, de alta presión, tubulares o de autoclave. Los reactores por lotes pueden incluir reactores de tanque agitado de flujo continuo (CSTR). Los reactores de fase gaseosa pueden incluir reactores de lecho fluidizado o reactores horizontales por etapas. Los reactores de suspensión pueden incluir reactores de circuito verticales u horizontales. Los reactores de alta presión pueden incluir reactores de autoclave y/o tubulares, solos o en combinación, y opcionalmente en serie. Los tipos de reactores pueden incluir procesos por lotes o continuos. Los procesos por lotes no tienen descarga de producto. Los procesos continuos pueden utilizar una descarga de producto continua o intermitente. Los procesos también pueden incluir el reciclaje directo parcial o completo de monómero sin reaccionar, comonómero sin reaccionar y/o diluyente.

En realizaciones donde la zona de polimerización 20 tiene múltiples reactores, el uno o más reactores pueden incluir tipos de reactores iguales o diferentes. Las condiciones de operación en uno de los reactores pueden ser diferentes a las condiciones de operación en el(los) otro(s) reactor(es). Los sistemas de múltiples reactores pueden incluir cualquier combinación de reactores que incluye, pero sin limitarse a, múltiples reactores de circuito, múltiples reactores de gas, una combinación de reactores de circuito y gas, múltiples reactores de alta presión o una combinación de reactores de alta presión con reactores de circuito y/o gas. Los múltiples reactores pueden operarse en serie o en paralelo.

La producción de poliolefinas en múltiples reactores puede incluir dos reactores de polimerización separados interconectados por un sistema de transferencia, lo que permite transferir la poliolefina resultante del primer reactor de polimerización al segundo reactor de polimerización. Alternativamente, la polimerización en múltiples reactores puede incluir la transferencia manual de la poliolefina de un reactor a reactores posteriores para continuar la polimerización.

En realizaciones donde la zona de polimerización 20 tiene al menos dos reactores, el primer reactor puede producir un primer componente de un producto poliolefinico y el segundo reactor puede producir un segundo componente de un producto poliolefinico. El primer componente y el segundo componente pueden tener las características descritas anteriormente. Es decir, el primer componente producido en el primer reactor puede ser un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y el segundo componente producido en el segundo reactor puede ser un polietileno de alta densidad (HDPE). El LLDPE puede ser una poliolefina de alto peso molecular (HMW) o una poliolefina de bajo peso molecular (LMW). El HDPE puede ser una poliolefina de alto peso molecular (HMW) o una poliolefina de bajo peso molecular (LMW). En una realización, el LLDPE producido en el primer reactor puede ser una poliolefina LMW y el HDPE producido en el segundo reactor puede ser una poliolefina HMW, y en algunas realizaciones, el primer componente, el segundo componente, o tanto el primer componente como el segundo componente pueden tener ramificaciones de cadena corta.

Las condiciones de polimerización dentro de la zona de polimerización 20 incluyen temperatura, presión, velocidad de flujo, agitación mecánica, extracción del producto, tiempo de permanencia y concentraciones. Se puede seleccionar cualquier combinación de estas condiciones para lograr las propiedades deseadas de la poliolefina. Las condiciones que se controlan para la eficiencia de polimerización y para proporcionar las propiedades deseadas del producto pueden incluir temperatura, presión y las concentraciones de diversos reactivos. La temperatura de polimerización puede afectar la actividad del catalizador, el peso molecular de la poliolefina y la distribución de pesos moleculares de la poliolefina.

Las temperaturas de polimerización pueden incluir cualquier temperatura por debajo de la temperatura de despolimerización de acuerdo con la ecuación de energía libre de Gibbs. Por ejemplo, la temperatura de polimerización puede estar en el intervalo de aproximadamente 140 °F (aproximadamente 60 °C) a aproximadamente 536 °F (aproximadamente 280 °C) o aproximadamente 158 °F (aproximadamente 70 °C) a aproximadamente 230 °F (aproximadamente 110 °C), en dependencia del tipo de reactor de polimerización.

- Las presiones de polimerización también varían de acuerdo con el tipo de reactor y de polimerización. La presión para las polimerizaciones en fase líquida en un reactor de circuito de suspensión puede ser menor que aproximadamente 1000 psig (aproximadamente 6,90 MPa), mientras que la presión para la polimerización en fase gaseosa puede variar de aproximadamente 200 psig (aproximadamente 1,38 MPa) a aproximadamente 500 psig (aproximadamente 3,45 MPa). La polimerización a alta presión en reactores tubulares o de autoclave puede funcionar a presiones de aproximadamente 20 000 psig (aproximadamente 138 MPa) a aproximadamente 75 000 psig (aproximadamente 517 MPa). Los reactores de polimerización también pueden operar en una región supercrítica que ocurre generalmente a mayores temperaturas y presiones.
- La concentración de los diversos componentes (por ejemplo, alimentación tratada, diluyente de reciclaje tratado, componentes catalíticos, comonomero, hidrógeno, aditivos o combinaciones de los mismos) en la zona de polimerización 20 puede controlarse para producir poliolefinas que tienen ciertas propiedades físicas y mecánicas. El producto de uso final propuesto que se formará por la(s) poliolefina(s) y el método para formar ese producto pueden determinar las propiedades deseadas. Las propiedades mecánicas del producto de uso final formado pueden incluir pruebas de tracción, flexión, impacto, fluencia, relajación de tensión y dureza. Las propiedades físicas del polímero de poliolefina producido pueden incluir densidad, peso molecular, distribución de pesos moleculares, temperatura de fusión, temperatura de transición vítrea, temperatura de fusión de cristalización, densidad, estereorregularidad, crecimiento de grietas, ramificaciones de cadena larga y medidas reológicas, por ejemplo.
- Ejemplos de procesos de polimerización adecuados para el uso en la zona de polimerización 20 se describen en las patentes de Estados Unidos núm. 3,061,601; 3,248,179; 4,212,847; 4,501,885; 5,028,670; 5,534,607; 5,565,175; 5,575,979; 6,096,840; 6,239,235; 6,833,415; 7,531,606; 7,598,327; y 7,652,108.
- Aún con referencia a la Figura 1, el efluente de reacción fluye desde la zona de polimerización 20 en la corriente 130 y hacia un sistema de recuperación de producto 30. El sistema de recuperación de producto 30 puede incluir una válvula de extracción continua, un calentador de vaporización para vaporizar los componentes líquidos de la poliolefina (por ejemplo, diluyente, monómero sin reaccionar y comonomero sin reaccionar), un recipiente de vaporización instantánea para separar el producto poliolefínico del monómero sin reaccionar, el comonomero sin reaccionar, el diluyente, el catalizador residual o combinaciones de los mismos. El producto poliolefínico puede fluir desde el sistema de recuperación de producto 30 a través de la corriente 140, por ejemplo, a un sistema de extrusión/descarga. Típicamente, el producto poliolefínico está en forma de pelusa de polímero que después se procesa a gránulos con el uso de un sistema de extrusión/descarga para el envío a los clientes. El monómero sin reaccionar, el comonomero sin reaccionar, el diluyente, el catalizador residual o combinaciones de los mismos pueden fluir desde el sistema de recuperación de producto a través de la corriente 150.
- El sistema de recuperación de producto 30 puede incluir (además o en la alternativa al recipiente de evaporación instantánea) uno o más recipientes de fraccionamiento para recuperar el diluyente para reciclarlo a la zona de polimerización. Por ejemplo, el uno o más recipientes de fraccionamiento (no se muestran con fines de claridad) pueden eliminar componentes pesados no deseados (por ejemplo, hidrocarburos C₆ y más pesados) y componentes ligeros (por ejemplo, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, subproductos resultantes de la presencia de hidrógeno/oxígeno/nitrógeno) del diluyente y el monómero/comonomero sin reaccionar. El uno o más recipientes de fraccionamiento también pueden separar el monómero y/o el comonomero sin reaccionar del diluyente para producir una corriente de diluyente libre de olefinas para el uso en la regeneración de los tratadores como se describe a continuación. Ejemplos de sistemas de recuperación de producto 30 se describen en las patentes de Estados Unidos núm. 4,501,885; 5,534,607; 5,575,979; 6,096,840; 6,239,235; 6,833,415; 7,531,606; y 7,652,108. El diluyente que se reciclará a la zona de polimerización 20 también puede fluir en la corriente 150 desde el sistema de recuperación de producto 30 hasta el tratador de reciclaje 40 y/o 45.
- Esta descripción contempla que pueden utilizarse otras configuraciones para recuperar finalmente el producto poliolefínico y reciclar el diluyente distintas a la configuración mostrada en la Figura 1. La presente descripción puede ser aplicable a cualquier proceso de producción de poliolefinas en el que puede recuperarse un diluyente de una zona de polimerización y posteriormente tratarse para el uso en la regeneración de tratadores (por ejemplo, tratadores de alimentación y tratadores de reciclaje) en el proceso de producción de poliolefinas.
- Los tratadores de reciclaje 40 y 45 operan en paralelo de modo que al menos uno de los tratadores de reciclaje 40 y 45 esté conectado para tratar (por ejemplo, eliminar una o más impurezas de) el diluyente de reciclaje en la corriente de reciclaje 150, mientras que el otro de los tratadores de reciclaje 40 y 45 está desconectado regenerándose, en espera para conectarse o también conectado, pero no saturado con impurezas. Si bien la Figura 1 muestra un solo par de tratadores de reciclaje 40 y 45, se contempla que los procesos de producción de poliolefinas pueden incluir múltiples pares de tratadores de reciclaje, por ejemplo, de 2 a 20 pares de tratadores de reciclaje, o de 2 a 10 pares de tratadores de reciclaje o de 2 a 5 tratadores de reciclaje.
- Cada uno de los tratadores de reciclaje 40 y 45 puede ser un recipiente que tiene desecante dispuesto en uno o más lechos desecantes. Por ejemplo, cada tratador 40 y 45 puede tener de 1 a 30, de 1 a 20 o de 1 a 15 lechos desecantes. El desecante se analiza en más detalle en el presente documento.

En una realización donde el tratador de reciclaje 40 está conectado y el tratador de reciclaje 45 está desconectado, la válvula 153 en la corriente 152 y la válvula 155 en la corriente 154 están en la posición abierta, y la válvula 157 en la corriente 156 y la válvula 159 en la corriente 158 están en la posición cerrada. Los componentes de reciclaje sin tratar (por ejemplo, diluyente sin tratar, monómero sin reaccionar, comonómero sin reaccionar o combinaciones de los mismos) de la corriente de reciclaje 150 fluyen a través de la válvula 153 y la corriente 152 de modo que los componentes de reciclaje sin tratar se introducen en el tratador 40. En una realización, los componentes de reciclaje sin tratar se introducen en el tratador 40 en la parte inferior de dicho tratador 40. Los componentes de reciclaje fluyen a través de los lechos desecantes en el tratador 40, por ejemplo, desde la parte inferior hasta la parte superior del tratador 40, y el desecante contenido en el tratador 40 elimina una o más impurezas de los componentes de reciclaje. Los componentes de reciclaje tratados (por ejemplo, diluyente tratado, monómero sin reaccionar, comonómero sin reaccionar o combinaciones de los mismos) pueden fluir desde el tratador 40 a través de la corriente 154, la válvula 155, la corriente 160, la corriente 110 y hacia la zona de polimerización 20. El flujo de los componentes de reciclaje en el tratador 40 puede ser alternativamente desde la parte superior hasta la parte inferior.

En una realización donde el tratador de reciclaje 45 está conectado y el tratador de reciclaje 40 está desconectado, la válvula 157 en la corriente 156 y la válvula 159 en la corriente 158 están en la posición abierta, y la válvula 153 en la corriente 152 y la válvula 155 en la corriente 154 están en la posición cerrada. Los componentes de reciclaje sin tratar (por ejemplo, diluyente sin tratar, monómero sin reaccionar, comonómero sin reaccionar o combinaciones de los mismos) de la corriente de reciclaje 150 fluyen a través de la válvula 157 y la corriente 156 de modo que los componentes de reciclaje sin tratar se introducen en el tratador 45. En una realización, los componentes de reciclaje sin tratar se introducen en el tratador 45 en la parte inferior de dicho tratador 45. Los componentes de reciclaje fluyen a través de los lechos desecantes en el tratador 45, por ejemplo, desde la parte inferior hasta la parte superior del tratador 45, y el desecante contenido en el tratador 45 elimina una o más impurezas de los componentes de reciclaje. Los componentes de reciclaje tratados (por ejemplo, diluyente tratado, monómero sin reaccionar, comonómero sin reaccionar o combinaciones de los mismos) pueden fluir desde el tratador 45 a través de la corriente 158, la válvula 159, la corriente 160, la corriente 110 y hacia la zona de polimerización 20. El flujo de los componentes de reciclaje en el tratador 45 puede ser alternativamente desde la parte superior hasta la parte inferior.

Las condiciones de tratamiento del reciclaje incluyen un tiempo de permanencia suficiente para eliminar al menos una parte de las impurezas de la corriente de reciclaje 150. Las condiciones de tratamiento pueden incluir una temperatura en el intervalo de aproximadamente 35 °F (aproximadamente 1,6 °C) a aproximadamente 80 °F (aproximadamente 27 °C); alternativamente, aproximadamente 40 °F (aproximadamente 4,4 °C) a aproximadamente 70 °F (aproximadamente 21 °C); alternativamente, aproximadamente 45 °F (aproximadamente 7,2 °C) a aproximadamente 60 °F (aproximadamente 15 °C). Las condiciones de tratamiento pueden incluir una presión en el intervalo de aproximadamente 600 psig (aproximadamente 4,14 MPa) a aproximadamente 850 psig (aproximadamente 5,86 MPa); alternativamente, aproximadamente 700 psig (aproximadamente 4,83 MPa) a aproximadamente 825 psig (aproximadamente 5,69 MPa); alternativamente, aproximadamente 750 psig (aproximadamente 5,17 MPa) a aproximadamente 800 psig (aproximadamente 5,52 MPa).

Los componentes de reciclaje tratados que fluyen en la corriente 154 y/o 158 generalmente incluyen un nivel de impurezas que es menor que un nivel de impurezas presente en la corriente de reciclaje 150. La cantidad de una impureza o múltiples impurezas puede medirse y monitorizarse en la corriente 154, la corriente 158 y la corriente de reciclaje 150 con el uso de técnicas conocidas en la técnica con la ayuda de esta descripción, por ejemplo, cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC), cromatografía de gases (GC) o espectroscopía Raman. Las impurezas pueden medirse en un aparato conectado en las corrientes 150, 154 y/o 158, o puede extraerse una muestra de cualquiera de la corriente 154, la corriente 158 y la corriente de reciclaje 150 y posteriormente analizarse para determinar la concentración de impurezas. En las realizaciones, los componentes de reciclaje tratados pueden incluir menos de 200 ppm, menos de 150 ppm, menos de 100 ppm, menos de 75 ppm o menos de 50 ppm de impurezas.

La descripción contempla que el proceso de producción de poliolefinas que se muestra en la Figura 1 puede incluir equipos tales como tanques de almacenamiento (por ejemplo, para almacenar monómero, comonómero, diluyente y catalizador), acumuladores, válvulas, tuberías, bombas, intercambiadores de calor, agitadores, aparatos de inyección, medidores de flujo, equipo de medición, sistema de control o combinaciones de los mismos que no se ilustran en la Figura 1 con fines de claridad.

El desecante en el uno o más lechos desecantes en los tratadores 10, 15, 40 y 45 puede ser tamiz molecular, alúmina activada, gel de sílice, arcilla montmorillonita, óxido de calcio, sulfato de calcio, cloruro de calcio, carbón activado, sales metálicas, compuestos desecantes que contienen fósforo o combinaciones de los mismos. El término "tamiz molecular" se refiere a un material que tiene una estructura reticular abierta fija, generalmente cristalina, que puede usarse para separar los hidrocarburos de las impurezas descritas en el presente documento por oclusión selectiva de una o más de las impurezas. Un ejemplo de tamiz molecular es una zeolita, que tiene una red de silicato, a menudo en asociación con aluminio, boro, galio, hierro y/o titanio. Un ejemplo de una zeolita es un tamiz molecular 13x. De acuerdo con una o más realizaciones, los tamices moleculares tienen un tamaño de poro de 10 angstroms (Å) o más. Un ejemplo de alúmina activada es la alúmina tratada con sodio.

65

Los lechos desecantes absorben una o más de las impurezas descritas de modo que dichas impurezas no salen de los tratadores 10, 15, 40 y 45 y hacia los reactores de polimerización posteriores (excepto en los casos donde un tratador está saturado y las impurezas pasan a través de los tratadores). Una vez que el desecante en cualquiera de los tratadores 10, 15, 40 y 45 se satura con una o más impurezas, se requiere su regeneración.

La regeneración del desecante en los tratadores 10, 15, 40 y 45 generalmente implica i) desconectar el tratador 10, 15, 40 o 45, y ii) regenerar el desecante. Generalmente, solo uno del par de tratadores de alimentación 10 y 15 y uno del par de tratadores de reciclaje 40 y 45 se desconecta a la vez. Se contempla que uno del par de tratadores de alimentación 10 y 15 y uno del par de tratadores de reciclaje 40 y 45 pueden estar desconectados en el mismo punto en el tiempo.

Desconectar un tratador 10, 15, 40 o 45 generalmente implica cerrar las válvulas, para aislar los fluidos, del tratador a desconectar. Para desconectar el tratador 10, las válvulas 103 y 105 se accionan a la posición cerrada. Para desconectar el tratador 15, las válvulas 107 y 109 se accionan a la posición cerrada. Para desconectar el tratador 40, las válvulas 153, 155 y 237 se accionan a la posición cerrada. Para desconectar el tratador 45, las válvulas 157, 159 y 239 se accionan a la posición cerrada. Se contempla que los procesos de producción de poliolefinas pueden tener válvulas y/o tuberías en configuraciones diferentes a las que se muestran en la Figura 1, y el procedimiento particular para desconectar un tratador puede ser diferente a los descritos en el presente documento, aunque aún implica aislar el tratador de los fluidos del resto del proceso de producción de poliolefinas.

La preparación del tratador desconectado para la regeneración generalmente implica despresurizar el tratador desconectado y conectar por fluidos el tratador desconectado para recibir la corriente de reciclaje tratada y emitir las impurezas en una trayectoria de flujo que se recicla al tratador de reciclaje 40 y/o 45.

La despresurización del tratador desconectado generalmente implica liberar el contenido del tratador desconectado hasta que la presión del tratador alcance una presión adecuada, por ejemplo, aproximadamente 150 psig (1,03 MPa) o menos. El contenido del tratador desconectado puede liberarse a través de una corriente de depuración o una de las corrientes que se muestran en la Figura 1 para los tratadores 10, 15, 40 y 45.

Para conectar por fluidos el tratador de alimentación 10 que se desconecta para su regeneración, las válvulas 207 y 211 se accionan a la posición abierta de modo que el tratador de alimentación 10 desconectado se conecte por fluidos a la corriente de reciclaje tratada 160 (a través de las corrientes 200, 202 y 206) y a una trayectoria de flujo que es la corriente de efluente de regeneración (que, en la Figura 1, es la trayectoria de flujo definida por las corrientes 104, 210, 216 y 230). Para conectar por fluidos el tratador de alimentación 15 que se desconecta para su regeneración, las válvulas 205 y 213 se accionan a la posición abierta de modo que el tratador de alimentación 15 desconectado se conecte por fluidos a la corriente de reciclaje tratada 160 (a través de las corrientes 200, 202 y 204) y a una trayectoria de flujo que es la corriente de efluente de regeneración (que, en la Figura 1, es la trayectoria de flujo definida por las corrientes 108, 212, 216 y 230). Para conectar por fluidos el tratador de reciclaje 40 que se desconecta para su regeneración, las válvulas 261 y 221 se accionan a la posición abierta de modo que el tratador de reciclaje 40 desconectado se conecte por fluidos a la corriente de reciclaje tratada 160 (a través de las corrientes 200, 202 y 260) y a una trayectoria de flujo que es la corriente de efluente de regeneración (que, en la Figura 1, es la trayectoria de flujo definida por las corrientes 220 y 230). Para conectar por fluidos el tratador de reciclaje 45 que se desconecta para su regeneración, las válvulas 271 y 223 se accionan a la posición abierta de modo que el tratador de reciclaje 45 desconectado se conecte por fluidos a la corriente de reciclaje tratada 160 (a través de las corrientes 200, 202 y 270) y a una trayectoria de flujo que es la corriente de efluente de regeneración (que, en la Figura 1, es la trayectoria de flujo definida por las corrientes 222 y 230).

Después de desconectar el tratador 10, 15, 40 o 45, despresurizarlo y conectarlo por fluidos (a la corriente de reciclaje tratada 160 y a la trayectoria de flujo respectiva que es la corriente de efluente de regeneración, como se describió anteriormente para cada tratador 10, 15, 40 y 45), el proceso de regeneración del desecante puede comenzar. El proceso de regeneración del desecante puede dividirse en fases: una fase de calentamiento, una fase de enfriamiento, una fase de mantenimiento o combinaciones de las mismas.

La fase de calentamiento incluye tratar la corriente de reciclaje 150 del proceso de producción de poliolefinas en un tratador conectado (por ejemplo, uno o ambos de los tratadores de reciclaje 40 y 45 que están conectados) para producir la corriente de reciclaje tratada 160, calentar al menos una parte de la corriente de reciclaje tratada 160 para producir un gas regenerador, regenerar al menos una parte del desecante en el tratador desconectado (tratador de alimentación 10 o 15 que está desconectado y/o tratador de reciclaje 40 o 45 que está desconectado) con el uso del gas regenerador para producir una corriente de efluente de regeneración (descrita en más detalle a continuación), separar la corriente de efluente de regeneración en una corriente de impurezas 234 y una corriente de reciclaje de regeneración 232; y reciclar la corriente de reciclaje de regeneración 232 al tratador conectado (uno o ambos tratadores de reciclaje 40 y 45).

La etapa de tratamiento de la corriente de reciclaje 150 se realiza como se describió anteriormente para los tratadores de reciclaje 40 o 45. Cuando el tratador de reciclaje 40 está conectado, los componentes de reciclaje tratados fluyen en la corriente 154 a través de la válvula 155 y hacia la corriente de reciclaje tratada 160. Cuando el tratador de reciclaje 45 está conectado, los componentes de reciclaje tratados fluyen en la corriente 158 a través de la válvula 159 y hacia la corriente de reciclaje tratada 160.

En la etapa de calentamiento, una parte (por ejemplo, 1 % en peso a 99 % en peso, 10 % en peso a 90 % en peso o 20 % en peso a 80 % en peso) de la corriente de reciclaje tratada 160 fluye hacia el calentador 50 a través de la corriente 200 donde los componentes de reciclaje tratados se calientan a una temperatura en el intervalo de 400 °F (204 °C) a 600 °F (316 °C) para vaporizar dichos componentes para producir un gas regenerador. El gas regenerador puede ser los componentes de reciclaje tratados (por ejemplo, diluyente, monómero sin reaccionar, comonómero sin reaccionar o combinaciones de los mismos) en fase gaseosa. En realizaciones, el gas regenerador puede incluir además nitrógeno; alternativamente, el gas regenerador puede no incluir (excluir) nitrógeno. El gas regenerador puede fluir desde el calentador 50 en la corriente 202. El calentador 50 puede ser cualquier sistema de calentamiento conocido en la técnica, tal como un intercambiador de calor, un calentador eléctrico o una combinación de los mismos conectados en serie. Ejemplos de un sistema de calentamiento del calentador 50 se encuentran en las patentes de Estados Unidos núm. 2,625,915 y 3,585,971.

La etapa de regeneración puede incluir introducir el gas regenerador en el tratador desconectado que se regenera y eliminar una impureza (por ejemplo, de la una o más impurezas analizadas en el presente documento) del desecante en el tratador desconectado con el gas regenerador. En la etapa de regeneración, el gas regenerador puede fluir a través de la corriente 202 hacia uno del par de tratadores de alimentación 10 y 15 que se desconecta para su regeneración, hacia uno del par de tratadores de reciclaje 40 y 45 que se desconecta para su regeneración o ambos. Cuando el tratador de alimentación 10 se desconecta para su regeneración, el gas regenerador fluye a través de la corriente 202, la válvula 207 y la corriente 206 para su introducción al tratador de alimentación 10. Cuando el tratador de alimentación 15 se desconecta para su regeneración, el gas regenerador fluye a través de la corriente 202, la válvula 205 y la corriente 204 para su introducción al tratador de alimentación 15. Cuando el tratador de reciclaje 40 se desconecta para su regeneración, el gas regenerador fluye a través de la corriente 202, la válvula 261 y la corriente 260 para su introducción al tratador de reciclaje 40. Cuando el tratador de reciclaje 45 se desconecta para su regeneración, el gas regenerador fluye a través de la corriente 202, la válvula 271 y la corriente 270 para su introducción al tratador de reciclaje 45. En realizaciones, el gas regenerador pasa a través del desecante en el tratador desconectado que se regenera desde la parte inferior hasta la parte superior. Alternativamente, el gas regenerador puede fluir a través del tratador desconectado desde la parte superior hasta la parte inferior.

Durante la fase de calentamiento el gas regenerador pasa a través del desecante (por ejemplo, en uno o más lechos desecantes) del tratador desconectado que se regenera a medida que la temperatura aumenta hasta la temperatura de regeneración, por ejemplo, una temperatura en el intervalo de aproximadamente 400 °F (204 °C) a 600 °F (aproximadamente 316 °C) o aproximadamente 450 °F (aproximadamente 232 °C) a aproximadamente 600 °F (aproximadamente 316 °C). La presión del tratador desconectado puede aumentar a medida que aumenta la temperatura y la presión de regeneración incluye una presión en el intervalo de aproximadamente 600 psig (aproximadamente 4,14 MPa) a aproximadamente 850 psig (aproximadamente 5,86 MPa), aproximadamente 700 psig (aproximadamente 4,83 MPa) a aproximadamente 825 psig (aproximadamente 5,69 MPa) o aproximadamente 750 psig (aproximadamente 5,17 MPa) a aproximadamente 800 psig (aproximadamente 5,52 MPa). Alternativamente, la presión del tratador desconectado puede mantenerse a una presión de regeneración durante la fase de calentamiento, por ejemplo, para el tratador de alimentación 10, con el uso de la corriente 14 (por ejemplo, un vapor de suministro de presión) que tiene una válvula apropiada 13 para mantener la presión del tratador de alimentación 10. Del mismo modo, la corriente 18 (por ejemplo, una corriente de suministro de presión) que tiene una válvula apropiada 19 puede usarse para mantener la presión del tratador de alimentación 15 durante la fase de calentamiento, la corriente 44 (por ejemplo, un vapor de suministro de presión) que tiene la válvula apropiada 43 puede usarse para mantener la presión del tratador de reciclaje 40 durante la fase de calentamiento y la corriente 48 (por ejemplo, un vapor de suministro de presión) que tiene la válvula apropiada 49 puede usarse para mantener la presión del tratador de reciclaje 45 durante la fase de calentamiento. Para mantener la presión del tratador desconectado que se regenera, puede usarse gas nitrógeno presurizado.

El gas regenerador junto con una o más impurezas del desecante fluye desde el tratador desconectado que se regenera en una corriente de efluente de regeneración hacia un separador 60. Para el tratador de alimentación 10, la corriente de efluente de regeneración se define por las corrientes 104, 210, 216 y 230. Para el tratador de alimentación 15, la corriente de efluente de regeneración se define por las corrientes 108, 212, 216 y 230. Para el tratador de reciclaje 40, la corriente de efluente de regeneración se define por las corrientes 220 y 230. Para el tratador de reciclaje 45, la corriente de efluente de regeneración (como se ilustra en la Figura 1) es la trayectoria de flujo definida por las corrientes 222 y 230.

En la etapa de separación de la corriente de efluente de regeneración, el separador 60 separa los componentes de la corriente de efluente de regeneración en una corriente de impurezas 234 y una corriente de reciclaje de regeneración 232. El separador 60 puede ser un condensador configurado para enfriar los componentes de la corriente de efluente de regeneración de modo que al menos uno de los componentes se condensa y se separa para producir la corriente de impurezas y la corriente de reciclaje de regeneración.

Por ejemplo, en realizaciones donde la una o más impurezas en la corriente de efluente de regeneración incluyen agua, el diluyente gaseoso (opcionalmente también con monómero sin reaccionar, comonómero sin reaccionar o ambos) y el vapor de agua pueden condensarse en el separador 60 a la fase líquida de agua y la fase líquida de diluyente (opcionalmente también con monómero sin reaccionar, comonómero sin reaccionar o ambos). La fase líquida de agua y la fase líquida de diluyente pueden separarse en fases entre sí. Se contempla que otras impurezas pueden disolverse y separarse del diluyente con el agua. También se contempla que cualquier monómero sin reaccionar y cualquier

comonomero sin reaccionar pueden disolverse en la fase líquida de diluyente y separarse del agua con el diluyente líquido. En una realización, el separador 60 y el calentador 50 pueden incluir el mismo dispositivo que es un intercambiador cruzado que permite que los componentes gaseosos calientes de la corriente de efluente de regeneración calienten los componentes de reciclaje tratados que fluyen desde la corriente de reciclaje tratada 160 (y que los componentes de reciclaje tratados enfríen los componentes gaseosos de la corriente de efluente de regeneración). La una o más impurezas separadas en fases pueden fluir desde el separador 60 a través de la corriente 234 hacia un crisol de separación 80, donde las impurezas pueden quemarse a través de la corriente 240 o pueden fluir desde el crisol de separación 80 a través de la corriente 241 para la eliminación de los desechos (por ejemplo, eliminación de aguas residuales). Se puede incluir el equipo apropiado en la corriente de reciclaje de regeneración de modo que la temperatura y la presión del diluyente en fase líquida que fluye en la misma sean apropiadas para el flujo al tratador de reciclaje 40 y/o 45.

En otras realizaciones, el separador 60 puede separar la una o más impurezas que son más ligeras que el diluyente gaseoso mediante la condensación del diluyente en una fase líquida mientras que la una o más impurezas permanecen en la fase gaseosa. En otras realizaciones más, el separador 60 puede separar la una o más impurezas (por ejemplo, agua) que son más pesadas que el diluyente gaseoso mediante la condensación del vapor de agua a la fase líquida de agua mientras que el diluyente (opcionalmente, también cualquier monómero sin reaccionar y cualquier comonomero sin reaccionar) permanece en la fase gaseosa. En tales realizaciones, el diluyente en fase gaseosa puede condensarse, comprimirse, o ambos, en una fase líquida para su reciclaje a los tratadores de reciclaje 40 y/o 45, o el diluyente en fase gaseosa puede fluir al tratador de reciclaje 40 y/o 45 sin procesamiento con equipo adicional.

En la etapa de reciclaje, la fase gaseosa del diluyente (opcionalmente también monómero sin reaccionar, comonomero sin reaccionar o ambos) recuperado del separador 60 se recicla a uno o ambos tratadores de reciclaje 40 y 45 que están conectados. Por ejemplo, la trayectoria de flujo que es la corriente 232, la válvula 237, la corriente 236 y la corriente 152 define la corriente de reciclaje de regeneración que recicla los componentes recuperados del separador 60 al tratador de reciclaje 40. La trayectoria de flujo que es la corriente 232, la válvula 239, la corriente 238 y la corriente 156 define la corriente de reciclaje de regeneración que recicla los componentes recuperados del separador 60 al tratador de reciclaje 45. El reciclaje de los componentes usados para regenerar un tratador desconectado a uno o ambos tratadores de reciclaje 40 y 45 que están conectados elimina cualquier impureza residual que permanece en el diluyente líquido después de la separación en el separador 60. En tales realizaciones, el tratador de reciclaje 40 y/o 45 puede eliminar las impurezas residuales de los componentes de la corriente de reciclaje de regeneración que se introducen a dicho tratador de reciclaje 40 y/o 45.

En realizaciones, la fase de calentamiento puede realizarse en ausencia de nitrógeno.

Una vez que se alcanza la temperatura de regeneración en el tratador desconectado que se regenera, el método para regenerar el desecante en el tratador desconectado puede entrar a una fase de mantenimiento seguida de una fase de enfriamiento, el método puede entrar directamente a la fase de enfriamiento sin una fase de mantenimiento o el método puede entrar a la fase de enfriamiento seguida de una fase de mantenimiento.

En la fase de mantenimiento antes de la fase de enfriamiento, la temperatura del tratador desconectado que se regenera puede mantenerse a la temperatura de regeneración durante un período de tiempo. Por ejemplo, la temperatura puede mantenerse durante aproximadamente 0,25, 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 horas o más. Durante la fase de mantenimiento, el gas regenerador puede continuar su paso a través del desecante y fuera del tratador desconectado, o puede detenerse el flujo del gas regenerador a través del tratador desconectado. En las realizaciones de la fase de mantenimiento que continúan el flujo de gas regenerador a través del tratador desconectado, el calentamiento de los componentes de reciclaje tratados en el calentador 50 puede continuar para mantener la temperatura del tratador desconectado a la temperatura de regeneración.

En una fase de enfriamiento que se realiza directamente después de la fase de calentamiento o después de la fase de mantenimiento, el método para regenerar el tratador desconectado incluye el termosifonamiento del gas regenerador, nitrógeno, un diluyente libre de olefinas o combinaciones de los mismos en un circuito de convección cerrado del tratador desconectado para enfriar el tratador desconectado a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 150 °F (66 °C) a aproximadamente 400 °F (204 °C).

Para comenzar la fase de enfriamiento de regeneración del tratador desconectado, se detiene el flujo de gas regenerador, dicho tratador desconectado se bloquea y se abre el circuito de convección cerrado. Para detener el flujo de gas regenerador al tratador de alimentación 10 que está desconectado, la válvula 207 se acciona a la posición cerrada. Para bloquear el tratador de alimentación 10, la válvula 211 también se acciona a la posición cerrada, lo que hace que todas las válvulas en las corrientes que entran y salen del tratador de alimentación 10 se coloquen en la posición cerrada (las válvulas 103 y 105 se han cerrado previamente). Para abrir el circuito de convección cerrado 12 del tratador de alimentación 10, la válvula 27 se acciona a la posición abierta. El flujo de gas regenerador al tratador de alimentación 15 se detiene de manera similar mediante el accionamiento de la válvula 205 a la posición cerrada, dicho tratador de alimentación 15 se bloquea de manera similar mediante el accionamiento de la válvula 213 a la posición cerrada y el circuito de convección cerrado 16 del tratador de alimentación 15 se abre mediante el accionamiento de la válvula 21 a la posición abierta. Del mismo modo, el flujo de gas regenerador al tratador de reciclaje 40 se detiene mediante el accionamiento de la válvula 261 a la posición cerrada, dicho tratador de reciclaje 15 se bloquea mediante el accionamiento

ES 2 779 756 T3

de la válvula 221 a la posición cerrada y el circuito de convección cerrado 42 del tratador de reciclaje 40 se abre mediante el accionamiento de la válvula 23 a la posición abierta. Finalmente, el flujo de gas regenerador al tratador de reciclaje 45 se detiene de manera similar mediante el accionamiento de la válvula 159 a la posición cerrada, dicho tratador de reciclaje 45 se bloquea de manera similar mediante el accionamiento de la válvula 223 a la posición cerrada y el circuito de convección cerrado 46 del tratador de reciclaje 45 se abre mediante el accionamiento de la válvula 25 a la posición abierta.

Cada circuito de convección cerrado 12, 16, 42 y 46 del tratador 10, 15, 40 y 45 incluye un enfriador 11, 17, 41 y 47, respectivamente. En la realización ilustrada en la Figura 1, los enfriadores 11, 17, 41 y 47 son enfriadores de aire de aletas, aunque puede usarse cualquier enfriador aceptable de acuerdo con la presente descripción. Generalmente, cada circuito de convección cerrado 12, 16, 42 y 46 tiene un extremo conectado a la parte superior y un extremo conectado a la parte inferior del tratador 10, 15, 40 y 45, respectivamente. Cada enfriador 11, 17, 41, 47 se coloca en el circuito de convección cerrado 12, 16, 42, 46 cerca del extremo que está conectado a la parte superior del tratador 10, 15, 40, 45.

Para los tratadores de alimentación 10 y 15, el nitrógeno o el gas regenerador pueden usarse en el termosifonamiento cualquiera que sea el tratador de alimentación 10 o 15 desconectado. Con fines de eficiencia, el tratador de alimentación 10 se analiza con la intención de que la misma técnica de termosifonamiento se aplique al tratador de alimentación 15.

En realizaciones que usan nitrógeno para el termosifonamiento del tratador de alimentación 10, se añade nitrógeno al tratador de alimentación 10 a través de la corriente 14 (por ejemplo, una corriente de suministro de nitrógeno) y la válvula 13. En realizaciones que usan nitrógeno, el gas regenerador puede eliminarse previamente del tratador de alimentación 10 antes de bloquear el tratador de alimentación 10. El nitrógeno sale de la parte superior del tratador de alimentación 10 hacia el circuito de convección cerrado 12. El nitrógeno experimenta enfriamiento por convección en el enfriador 11 y la convección natural hace que el nitrógeno enfriado fluya más adentro del circuito de convección cerrado 12 hasta que el nitrógeno enfriado fluya de regreso a la parte inferior del tratador de alimentación 10. El desecante en enfriamiento calienta el nitrógeno enfriado que entra a la parte inferior del tratador de alimentación 10 desde el circuito de convección cerrado 12, lo que hace que el nitrógeno se caliente y se eleve a la parte superior del tratador de alimentación 10, donde se repite el flujo a través del circuito de convección cerrado 12. La circulación de nitrógeno a través del circuito de convección cerrado 12 ocurre debido a los gradientes de temperatura en el tratador desconectado 10. La circulación puede detenerse cuando la temperatura del tratador de alimentación 10 (por ejemplo, medida en el desecante o como la temperatura del nitrógeno en un punto en el tratador 10 o en el circuito de convección cerrado 12) alcanza una temperatura enfriada en el intervalo de 150 °F (66 °C) a 400 °F (204 °C). La presión del tratador de alimentación 10 (que está desconectado) puede mantenerse durante el termosifonamiento con nitrógeno mediante la presión de nitrógeno suministrada a través de la corriente 14 (por ejemplo, una corriente de suministro de presión de nitrógeno).

En realizaciones que usan el gas regenerador para el termosifonamiento del tratador de alimentación 10, el gas regenerador que permanece en el tratador de alimentación 10 después de detener el flujo de gas regenerador y bloquear el tratador de alimentación 10 sale de la parte superior del tratador de alimentación 10 hacia el circuito de convección cerrado 12. El gas regenerador experimenta enfriamiento por convección en el enfriador 11 y la convección natural hace que el gas regenerador enfriado fluya más adentro del circuito de convección cerrado 12 hasta que el gas regenerador enfriado fluya de regreso a la parte inferior del tratador de alimentación 10. El desecante en enfriamiento calienta el gas regenerador enfriado que entra a la parte inferior del tratador de alimentación 10 desde el circuito de convección cerrado 12, lo que hace que el gas regenerador se caliente y se eleve a la parte superior del tratador de alimentación 10, donde se repite el flujo a través del circuito de convección 12. La circulación del gas regenerador a través del circuito de convección cerrado 12 ocurre debido a los gradientes de temperatura en el tratador desconectado 10. La circulación puede detenerse cuando la temperatura del tratador de alimentación 10 (por ejemplo, medida en el desecante o como la temperatura del gas regenerador en un punto en el tratador 10 o en el circuito de convección cerrado 12) alcanza una temperatura enfriada en el intervalo de 150 °F (66 °C) a 400 °F (204 °C). En una realización, el uso del gas regenerador para el termosifonamiento del tratador de alimentación 10 puede ser en ausencia de nitrógeno.

Para los tratadores de reciclaje 40 y 45, el nitrógeno, el gas regenerador, el diluyente libre de olefinas o combinaciones de los mismos pueden usarse en la termosifonamiento cualquiera que sea el tratador de reciclaje 40 o 45 desconectado. Con fines de eficiencia, el tratador de reciclaje 40 se analiza con la intención de que la misma técnica de termosifonamiento se aplique al tratador de reciclaje 45.

En realizaciones que usan nitrógeno para el termosifonamiento del tratador de reciclaje 40, se añade nitrógeno al tratador de reciclaje 40 a través de la corriente 44 (por ejemplo, una corriente de suministro de nitrógeno) y la válvula 43. En realizaciones que usan nitrógeno, el gas regenerador puede eliminarse previamente del tratador de reciclaje 40 antes de bloquear el tratador de reciclaje 40. El nitrógeno sale de la parte superior del tratador de reciclaje de tratamiento 40 hacia el circuito de convección cerrado 42. El nitrógeno experimenta enfriamiento por convección en el enfriador 41 y la convección natural hace que el nitrógeno enfriado fluya más adentro del circuito de convección cerrado 42 hasta que el nitrógeno enfriado fluya de regreso a la parte inferior del tratador de reciclaje 40. El desecante en enfriamiento calienta el nitrógeno enfriado que entra a la parte inferior del tratador de reciclaje 40 desde el circuito de convección cerrado 42, lo que hace que el nitrógeno se caliente y se eleve a la parte superior del tratador de reciclaje 40, donde se repite el flujo a través del circuito de convección cerrado 42. La circulación de nitrógeno a través del circuito de convección cerrado 42 ocurre debido a los gradientes de temperatura en el tratador 40 desconectado. La circulación puede detenerse cuando la temperatura del tratador de reciclaje 40 (por ejemplo, medida en el desecante o como la temperatura del nitrógeno en un

punto en el tratador 40 o en el circuito de convección cerrado 42) alcanza una temperatura enfriada en el intervalo de 150 °F (66 °C) a 400 °F (204 °C). La presión del tratador de reciclaje 40 (que está desconectado) puede mantenerse durante el termosifonamiento con nitrógeno mediante la presión de nitrógeno suministrada a través de la corriente 44 (por ejemplo, una corriente de suministro de presión de nitrógeno).

5

En las realizaciones que usan el gas regenerador para el termosifonamiento del tratador de reciclaje 40, el gas regenerador que permanece en el tratador de reciclaje 40 después de detener el flujo de gas regenerador y bloquear el tratador de reciclaje 40 sale de la parte superior del tratador de reciclaje 40 hacia el circuito de convección cerrado 42. El gas regenerador experimenta enfriamiento por convección en el enfriador 41 y la convección natural hace que el gas regenerador enfriado fluya más adentro del circuito de convección cerrado 42 hasta que el gas regenerador enfriado fluya de regreso a la parte inferior del tratador de reciclaje 40. El desecante en enfriamiento calienta el gas regenerador enfriado que entra a la parte inferior del tratador de reciclaje 40 desde el circuito de convección cerrado 42, lo que hace que el gas regenerador se caliente y se eleve a la parte superior del tratador de reciclaje 40, donde se repite el flujo a través del circuito de convección cerrado 42. La circulación del gas regenerador a través del circuito de convección cerrado 42 ocurre debido a los gradientes de temperatura en el tratador 40 desconectado. La circulación puede detenerse cuando la temperatura del tratador de reciclaje 40 (por ejemplo, medida en el desecante o como la temperatura del gas regenerador en un punto en el tratador 40 o en el circuito de convección cerrado 42) alcanza una temperatura enfriada en el intervalo de 150 °F (66 °C) a 400 °F (204 °C). En una realización, el uso del gas regenerador para el termosifonamiento del tratador de reciclaje 40 puede ser en ausencia de nitrógeno.

10

15

20

En realizaciones que usan una combinación de nitrógeno, el gas regenerador y el diluyente libre de olefinas para el termosifonamiento, se realizan dos etapas. En primer lugar, el nitrógeno, el gas regenerador, o ambos, se usan para el termosifonamiento en el circuito de convección cerrado 42 del tratador de reciclaje 40 como se describió anteriormente para enfriar el tratador de reciclaje 40 a una primera temperatura de aproximadamente 350 °F (aproximadamente 177 °C). En segundo lugar, se introduce un diluyente libre de olefinas (por ejemplo, obtenido del sistema de recuperación de producto 30) en el tratador de reciclaje 40 y después se usa para el termosifonamiento en el circuito de convección cerrado 42 del tratador de reciclaje 40 de manera similar a la descrita anteriormente para el gas regenerador y el nitrógeno para enfriar el tratador de reciclaje 40 desde la primera temperatura hasta la segunda temperatura de aproximadamente 150 °F (aproximadamente 66 °C). En una realización de la segunda etapa, el gas regenerador y/o el nitrógeno usados en el termosifonamiento se eliminan de modo que el diluyente libre de olefinas sea el material de regeneración predominante (por ejemplo, mayor que 95, 96, 97, 98, 99 % en volumen o más del tratador 40) en el tratador de reciclaje 40 en la segunda etapa de la fase de enfriamiento.

25

30

En la fase de mantenimiento después de la fase de enfriamiento, la temperatura del tratador desconectado que se regenera puede mantenerse a la temperatura enfriada durante un período de tiempo. Por ejemplo, la temperatura puede mantenerse durante menos de 1 hora o durante aproximadamente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 horas o más.

35

La utilización de termosifonamiento en combinación con un enfriador en el circuito de convección cerrado reduce el tiempo de enfriamiento para la fase de enfriamiento.

40

La regeneración de los tratadores 10, 15, 40 y 45 reduce la cantidad de una o más impurezas en los tratadores 10, 15, 40 y 45. Las realizaciones contemplan que la cantidad de impurezas puede medirse y monitorizarse en la corriente 104 para el tratador de alimentación 10, en la corriente 108 para el tratador de alimentación 15, en la corriente 154 para el tratador de reciclaje 40 y en la corriente 158 para el tratador de reciclaje 45. El monitoreo y la medición de las impurezas permite la regeneración durante un tiempo suficiente para reducir las impurezas en la corriente de efluente de regeneración que pasa por la corriente 104, 108, 154 o 158 a un nivel deseado (por ejemplo, menos de 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 ppm o menos en función del peso de la corriente de efluente de regeneración). Los niveles de impurezas pueden medirse con el uso de técnicas conocidas en la técnica con la ayuda de esta descripción, por ejemplo, cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC), cromatografía de gases (GC) o espectroscopía Raman. Las impurezas pueden medirse en un aparato conectado a las corrientes 104, 108, 150 y/o 154, o puede extraerse una muestra de cualquiera de las corrientes 104, 108, 154 y/o 158 y posteriormente analizarse para determinar la concentración de impurezas.

45

50

Después de la regeneración, el tratador desconectado permanece en modo de espera hasta que el otro par de tratadores necesite regeneración. Alternativamente, después de la regeneración, el tratador desconectado se conecta sin espera alguna. Para conectar el tratador 10, las válvulas 103 y 105 se accionan a la posición abierta. Para conectar el tratador 15, las válvulas 107 y 109 se accionan a la posición abierta. Para conectar el tratador 40, las válvulas 153, 155 y 237 se accionan a la posición abierta. Para conectar el tratador 45, las válvulas 157, 159 y 239 se accionan a la posición abierta.

55

60

La utilización de al menos una parte de la corriente de reciclaje tratada como gas regenerador en al menos parte del proceso de regeneración (por ejemplo, en la fase de calentamiento, una fase de mantenimiento, la fase de enfriamiento o combinaciones de las mismas) de un tratador reduce la cantidad de nitrógeno necesaria para la regeneración y utiliza un suministro ya existente de material de regeneración (por ejemplo, los componentes de reciclaje tratados) para regenerar los tratadores. El uso de menos nitrógeno reduce la carga de suministro de nitrógeno necesaria para los procesos modernos de producción de poliolefinas, lo que ahorra costos y libera el suministro de nitrógeno para otros usos en el

65

proceso de producción de poliolefinas. Por otra parte, el uso de menos nitrógeno da como resultado menos emisiones de NO_x en el quemador ya que los componentes de reciclaje tratados (que se reciclan a los tratadores de reciclaje 40 y 45 y no se queman) pueden usarse en lugar de nitrógeno para la regeneración. La utilización adicional del suministro existente de componentes de reciclaje tratados para la regeneración elimina cualquier costo de obtención de materiales de regeneración.

Si bien se han mostrado y descrito las realizaciones preferidas de la invención, un experto en la técnica puede hacer modificaciones a las mismas sin apartarse de las enseñanzas de la invención. Las realizaciones descritas en el presente documento son solo ejemplares y no se pretende que sean limitantes. Son posibles muchas variaciones y modificaciones de la invención descrita en el presente documento y están dentro del alcance de la invención. Cuando los intervalos o limitaciones numéricas se indican expresamente, debe entenderse que dichos intervalos o limitaciones expresados incluyen intervalos o limitaciones iterativos de una magnitud semejante que se encuentran dentro de los intervalos o limitaciones indicados expresamente (por ejemplo, de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 incluye 2, 3, 4, etc.; mayor que 0,10 incluye 0,11, 0,12, 0,13, etc.). Se pretende que el uso del término "opcionalmente" con respecto a cualquier elemento de una reivindicación signifique que se requiere el elemento en cuestión, o alternativamente, que no se requiere. Se pretende que ambas alternativas estén dentro del alcance de la reivindicación. Debe entenderse que el uso de expresiones más amplias tales como comprende, incluye, que tiene, etc. incluyen expresiones más concisas tales como que consiste en, que consiste esencialmente en, que comprende sustancialmente, etc.

De acuerdo con esto, el alcance de la protección no está limitado por la descripción mostrada anteriormente, sino que solo está limitado por las reivindicaciones que siguen. Cada una y todas las reivindicaciones se incorporan en la memoria descriptiva como una realización de la presente invención. Así, las reivindicaciones son una descripción adicional y son una adición a las realizaciones preferidas de la presente invención. La discusión de una referencia en la descripción no implica que es técnica anterior con respecto a la presente invención, especialmente cualquier referencia que pueda tener una fecha de publicación posterior a la fecha de prioridad de la presente solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Un método para regenerar un desecante en un tratador desconectado (15, 45) de un proceso de producción de poliolefinas, el método comprende una fase de calentamiento seguida de una fase de enfriamiento, la fase de calentamiento comprende:
 5 tratar una corriente de reciclaje (150) del proceso de producción de poliolefinas en un tratador conectado (10, 40) para producir una corriente de reciclaje tratada (160), en donde el tratador conectado (10, 40) está configurado para eliminar el agua de la corriente de reciclaje (150);
 10 calentar al menos una parte de la corriente de reciclaje tratada (160) para producir un gas regenerador;
 regenerar al menos una parte del desecante en el tratador desconectado (15, 45) con el uso del gas regenerador para producir una corriente de efluente de regeneración;
 separar la corriente de efluente de regeneración en una corriente de impurezas (234) y una corriente de reciclaje de regeneración (232); y
 15 reciclar la corriente de reciclaje de regeneración (232) al tratador conectado (10, 40).
2. El método de la reivindicación 1, la fase de enfriamiento comprende:
 realizar el termosifonamiento del gas regenerador, nitrógeno o ambos en un circuito de convección cerrado (12, 16, 42, 46) del tratador desconectado (15, 45) para enfriar el tratador desconectado (15, 45) a una temperatura en el intervalo de 150 °F (66 °C) a 400 °F (204 °C).
3. El método de la reivindicación 1, la fase de enfriamiento comprende:
 realizar el termosifonamiento del gas regenerador, nitrógeno o ambos en un circuito de convección cerrado del tratador desconectado (15, 45) para enfriar el tratador desconectado (15, 45) a una primera temperatura de aproximadamente 350 °F (aproximadamente 177 °C); y
 25 realizar el termosifonamiento de un diluyente libre de olefinas en el circuito de convección cerrado (12, 16, 42, 46) del tratador desconectado (15, 45) para enfriar el tratador desconectado (15, 45) desde la primera temperatura hasta una segunda temperatura de aproximadamente 150 °F (aproximadamente 66 °C).
4. El método de la reivindicación 1, en donde el tratador desconectado (15, 45) alcanza una temperatura en el intervalo de 400 °F (204 °C) a 600 °F (316 °C) durante la fase de calentamiento.
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la etapa de regeneración comprende:
 introducir el gas regenerador en el tratador desconectado (15, 45); y
 35 eliminar una impureza del desecante del tratador desconectado (15, 45) con el gas regenerador.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la etapa de separación comprende:
 condensar la corriente de efluente de regeneración para producir la corriente de impurezas (234) y la corriente de reciclaje de regeneración (232).
- 40 7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la corriente de reciclaje (150) del proceso de producción de poliolefinas, la corriente de reciclaje tratada (160), el gas regenerador, la corriente de efluente de regeneración y la corriente de reciclaje de regeneración (232) comprenden cada una uno o más compuestos seleccionados del grupo que consiste en diluyente, monómero sin reaccionar, comonómero sin reaccionar y combinaciones de los mismos.
- 45 8. El método de la reivindicación 7, en donde el gas regenerador y la corriente de efluente de regeneración comprenden diluyente en una fase gaseosa, y/o en donde la corriente de reciclaje, la corriente de reciclaje tratada (160) y la corriente de reciclaje de regeneración (232) comprenden diluyente en una fase líquida.
- 50 9. El método de la reivindicación 7, en donde el diluyente es propano, butano, isobutano, pentano, isopentano, hexano, heptano o combinaciones de los mismos, y/o en donde el monómero sin reaccionar es etileno, propileno, octeno o combinaciones de los mismos, y/o en donde el comonómero sin reaccionar es hexeno, buteno o combinaciones de los mismos.
- 55 10. El método de la reivindicación 1, la fase de enfriamiento comprende:
 realizar el termosifonamiento de un gas regenerador, nitrógeno, un diluyente libre de olefinas o combinaciones de los mismos en un circuito de convección cerrado del tratador desconectado (15, 45) para enfriar el tratador desconectado (15, 45) a una temperatura en el intervalo de 150 °F (66 °C) a 400 °F (204 °C).
- 60 11. El método de la reivindicación 10, en donde la etapa de termosifonamiento comprende:
 realizar el termosifonamiento del gas regenerador, nitrógeno o ambos en el circuito de convección cerrado (12, 16, 42, 46) del tratador desconectado (15, 45) para enfriar el tratador desconectado (15, 45) a una primera temperatura de aproximadamente 350 °F (aproximadamente 177 °C); y
 65 realizar el termosifonamiento del diluyente libre de olefinas en el circuito de convección cerrado (12, 16, 42, 46) del tratador desconectado (15, 45) para enfriar el tratador desconectado (15, 45) desde la primera temperatura hasta una segunda temperatura de aproximadamente 150 °F (aproximadamente 66 °C).

12. El método de la reivindicación 2, 10 u 11, en donde el circuito de convección cerrado (12, 16, 42, 46) comprende un enfriador de aire de aletas (11, 17, 41, 47).
- 5 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 10, 11 o 12, en donde el gas regenerador de la fase de enfriamiento se obtiene al:
10 tratar una corriente de reciclaje (150) del proceso de producción de poliolefinas en un tratador conectado (10, 40) para producir una corriente de reciclaje tratada (160); calentar al menos una parte de la corriente de reciclaje tratada (160) para producir el gas regenerador; e introducir el gas regenerador al tratador desconectado (15, 45).
14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, que comprende, además:
mantener una presión del tratador desconectado (15, 45) durante la etapa de termosifonamiento.
- 15 15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en donde el tratador desconectado (15, 45) alcanza una temperatura en el intervalo de 400 °F (204 °C) a 600 °F (316 °C) durante la fase de calentamiento, que opcionalmente comprende además una fase de mantenimiento entre la fase de calentamiento y la fase de enfriamiento, en donde la fase de mantenimiento comprende: mantener el tratador desconectado (15, 45) a la temperatura en el intervalo de 400 °F (204 °C) a 600 °F (316 °C).

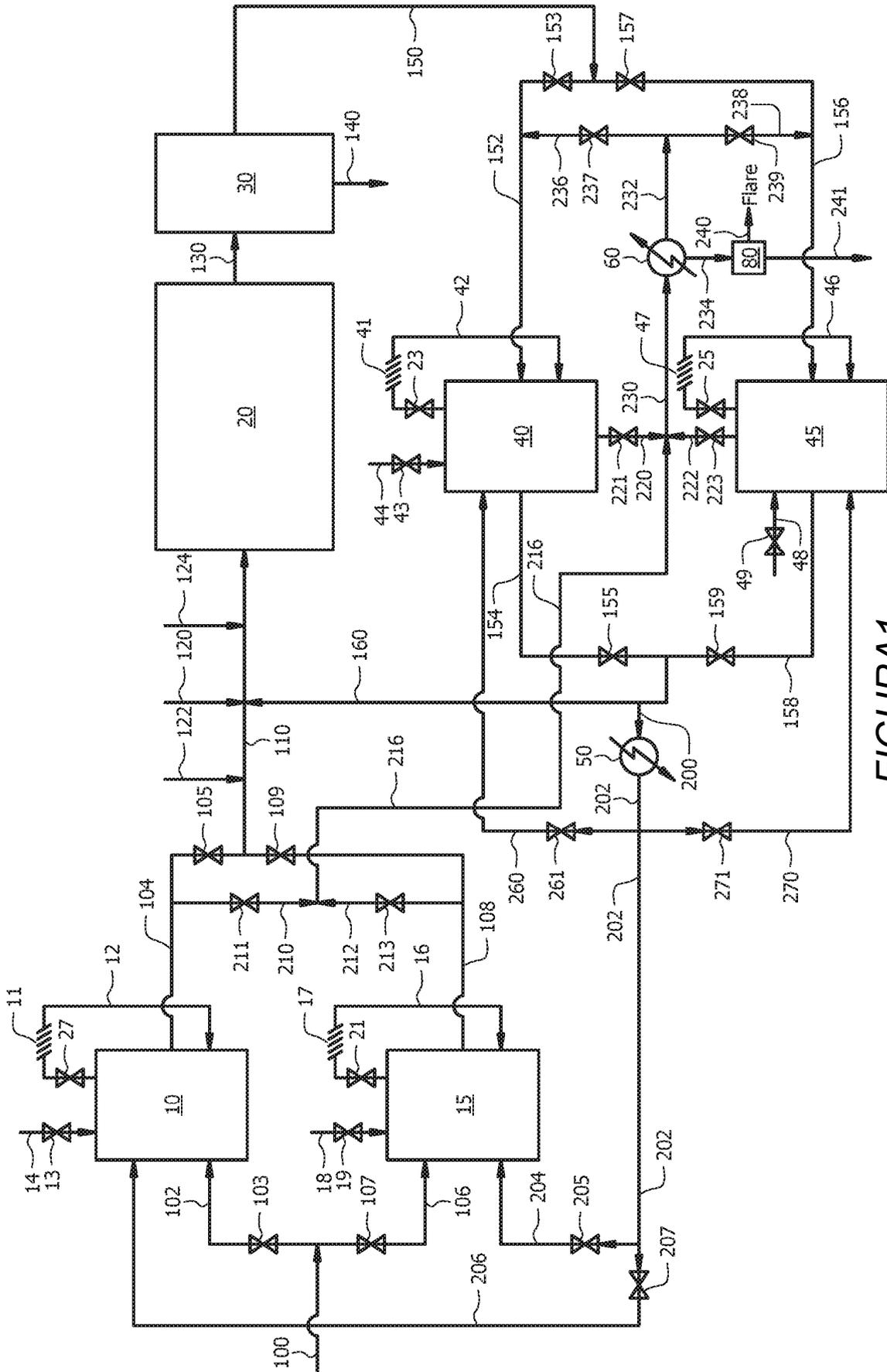


FIGURA 1