



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 832**

51 Int. Cl.:
C08F 10/00 (2006.01)
C08F 2/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08750254 .8**
96 Fecha de presentación : **13.05.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2148892**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.02.2010**

54 Título: **Polarización en fase de suspensión.**

30 Prioridad: **18.05.2007 EP 07252047**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.08.2011

73 Titular/es: **INEOS MANUFACTURING BELGIUM N.V.**
Scheldelaan 482
2040 Antwerpen, BE

72 Inventor/es: **Walworth, Brent R. y**
Parisel, Marc J.G.

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 363 832 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

Polarización en fase de suspensión

La presente invención se relaciona con un medio para transferir polímeros de olefina en fase de suspensión.

5 La polimerización en fase de suspensión de olefinas es bien conocida, en donde un monómero de olefina y opcionalmente un comonómero de olefina se polimerizan en presencia de un catalizador en un diluyente en el cual se suspende y transporta el producto polimérico sólido. No se utilizan típicamente dos o más reactores en tales polimerizaciones cuando se desea producir un producto multimodal, en el cual un polímero elaborado en un primer reactor es transferido a un segundo reactor, donde se elabora un segundo polímero que tiene diferentes propiedades a las del primer polímero, en presencia del primero. Sin embargo, también puede ser deseable conectar
10 dos reactores que elaboran polímeros monomodales con el propósito de crear una planta de balanceo monomodal/multimodal o para incrementar la flexibilidad de dos reactores pequeños que individualmente no tienen el tamaño para ser económicamente viables.

15 Las polimerizaciones en fase de suspensión se llevan a cabo típicamente a temperaturas en el rango de 50 - 125°C y a presiones en el rango de 1 - 100 bar. El catalizador utilizado puede ser cualquier catalizador típicamente utilizado para polimerización de olefina tal como óxido de cromo, catalizadores del tipo metaloceno o Ziegler-Natta. La suspensión del producto, que contiene al polímero y un diluyente y en la mayoría de los casos también catalizador, monómero de olefina y comonómero, puede ser descargada de cada reactor en forma intermitente o continua, utilizando opcionalmente dispositivos concentradores tales como hidrociclones o patas de sedimentación para minimizar la cantidad de fluidos retirados con el polímero.

20 Existen diferentes opciones para transferir la suspensión de polímero activo desde un reactor al otro. Sin embargo, particularmente en el caso donde los polímeros que están siendo elaborados en cada reactor son diferentes, la transferencia es a menudo difícil debido a que es deseable controlar la mezcla de polimerización en cada reactor en forma independiente y por lo tanto para remover de la corriente que sale del primer reactor cualquier componente que sea indeseable en el segundo reactor. Se han divulgado diferentes métodos en la literatura para operar tal
25 transferencia. Por ejemplo, US 2001/0018499 describe un proceso del cual la mayor parte del hidrógeno presente el primer reactor es removido aliviando la presión de la suspensión antes de enviarla al segundo reactor. La Patente Estadounidense No. 5.639.834 describe un proceso en donde una suspensión rica en comonómero formada en el primer reactor es retirada de este reactor por medio de patas de sedimentación, y se envía una suspensión concentrada al segundo reactor en el cual se ha reducido la cantidad de comonómero. La Patente Estadounidense
30 No. 4.692.501 describe un proceso en el cual se lava la suspensión formada en el primer reactor por medio de un líquido en contracorriente en una zona de intercambio antes de ser enviada al segundo reactor. US 2001/0018500 describe un proceso continuo de polimerización en donde se envía una suspensión de partículas de polietileno, retirada del primer reactor, a un separador tipo hidrociclón en donde es separada en una suspensión concentrada que es enviada al segundo reactor, y una corriente que contiene al diluyente que es parcialmente reciclada a la
35 primera zona de polimerización. No existe una divulgación de la ubicación exacta del separador tipo hidrociclón en la línea entre el primero y el segundo reactor.

Sin embargo, un problema adicional con tales transferencias se relaciona con la contaminación o la sedimentación en la línea de transferencia entre los dos reactores bajo el amplio rango de las condiciones de flujo por lo cual la línea debe ser diseñada. El riesgo de que se presenten tales problemas depende generalmente de la velocidad de la
40 suspensión que contiene al polímero y de la caída de presión asociada a través de la línea transferencia entre los reactores, que depende de las dimensiones y configuración de la línea así como del tipo de suspensión que está siendo transferida. En grandes plantas, donde puede ser deseable conectar dos reactores que están separados por una distancia significativa, la línea de transferencia puede tener que ser relativamente larga de tal manera que se incrementa el efecto de las variaciones en la caída de presión bajo diferentes flujos de transferencia. Como
45 resultado, se requiere de un cuidadoso diseño de la línea transferencia entre los reactores con el propósito de mantener un flujo confiable de polímero a través de todo el rango de condiciones de operación deseadas.

Una solución para el problema anterior es incrementar la velocidad de la corriente utilizando una línea del diámetro menor. Pero esto puede conducir a una caída de presión inaceptablemente alta lo largo de la línea. Hemos encontrado que los problemas con la sedimentación y la contaminación en la línea de transferencia entre un reactor
50 de polimerización y un recipiente corriente abajo, particularmente un segundo reactor, pueden ser reducidos por medio de una disposición en la cual se minimiza la longitud de la línea transferencia a través de la cual la velocidad de flujo de la suspensión es la misma que aquella que entrar al recipiente corriente abajo.

Por lo tanto en un primer aspecto la invención proporciona un proceso para transferir una corriente de una suspensión que contiene polímero a través de una línea transferencia desde un reactor de polimerización hasta un
55 recipiente corriente abajo, en donde antes de entrar al recipiente corriente abajo, la corriente de la suspensión se separa en dos flujos, siendo reciclado el primer flujo corriente arriba de la separación del flujo y siendo pasado el

segundo flujo dentro del recipiente corriente abajo, en donde la separación del flujo se ubica más allá de la mitad a lo largo de la línea transferencia entre el reactor y el recipiente corriente abajo.

5 Usualmente el recipiente corriente abajo es un segundo reactor de polimerización, y también se prefiere que el primer flujo sea reciclado corriente arriba de la separación de flujo pasándolo nuevamente al primer reactor. Sin embargo, si el primer reactor es uno entre una cantidad de reactores en serie, el primer flujo puede ser reciclado nuevamente al reactor anterior en la serie.

10 Desde luego, una consecuencia de la disposición anterior es que la velocidad del flujo de la masa de la suspensión que entra al recipiente corriente abajo es menor que aquella que sale del primer reactor, ya que parte del flujo ha sido desviado para ser reciclado corriente arriba. Hemos encontrado que por medio del empleo de una velocidad de flujo de masa más alta en la mayor parte de la línea y luego reduciéndola - por medio del desvío parcial del flujo - hasta la velocidad deseada antes de entrar en el recipiente corriente abajo, es posible operar la porción de la línea transferencia corriente arriba del desvío del flujo con una velocidad de flujo suficientemente alta para evitar o al menos reducir significativamente la contaminación y/o la aglomeración. En consecuencia, se reduce al mínimo la porción de la línea transferencia que opera con una velocidad de flujo relativamente baja donde pueden ser significativos los problemas de contaminación y/o de sedimentación.

15 Ubicando la separación del flujo más allá de la mitad a lo largo de la línea transferencia entre el reactor y el recipiente corriente abajo significa que la longitud de la línea transferencia entre el primer reactor y la ubicación de la separación del flujo es mayor que aquella entre el recipiente corriente abajo y la ubicación de la separación del flujo, y por lo tanto en el paso de la suspensión que contiene polímero desde el primer reactor hasta el recipiente corriente abajo, la separación del flujo se presenta después de la mitad. Por lo tanto menos de la mitad de la línea transferencia es sometida a la menor velocidad de flujo después de la separación del flujo, que está donde existe el mayor riesgo de contaminación o de sedimentación.

20 Se prefiere que la longitud de la línea transferencia entre el primer reactor y la ubicación de la separación del flujo (es decir corriente arriba del punto de separación del flujo) sea al menos dos veces aquella entre el recipiente corriente abajo y la ubicación de la separación del flujo (es decir corriente abajo del punto de separación del flujo), de tal manera que la separación del flujo se ubique efectivamente a dos tercios de la ruta a lo largo de la línea. Más preferiblemente la separación del flujo se presenta al 80% de la ruta a lo largo de la línea, de tal manera que la longitud de la línea transferencia corriente arriba del punto de separación del flujo sea al menos cuatro veces aquella corriente abajo del punto de separación del flujo. Lo más preferible es que la longitud de la línea de transferencia corriente arriba de la separación del flujo sea al menos diez veces aquella corriente abajo de la separación del flujo.

25 La principal ventaja de la invención es que la porción de la línea transferencia que tiene una velocidad de flujo y por lo tanto está en mayor riesgo de contaminación, pueda ser minimizada.

30 Una ventaja adicional de la invención es que mientras que la velocidad del flujo corriente abajo de la separación del flujo puede ser variada de acuerdo con la entrada requerida dentro del recipiente corriente abajo, por medio de la correspondiente variación de la cantidad de flujo de reciclaje, es posible minimizar la variación en la velocidad de flujo corriente arriba de la separación del flujo; por ejemplo, si se requiere que la entrada dentro del recipiente corriente abajo sea mayor, una reducción correspondiente en el flujo de reciclaje podría garantizar que la velocidad de flujo corriente arriba no requiere de cambio. Por lo tanto, en una modalidad preferida de la invención, la velocidad de flujo promedio durante un período cualquiera de 5 minutos corriente arriba de la separación del flujo varía en menos del 50%, preferiblemente en menos del 10%, en cualquier período de 4 horas, preferiblemente en cualquier período de 12 horas.

35 También se prefiere que la caída promedio de presión durante cualquier período de 5 minutos entre el primer reactor de polimerización y la separación del flujo varíe en menos del 30%, preferiblemente en menos del 15% en cualquier período de 4 horas, preferiblemente en cualquier período de 12 horas. En una modalidad de la invención, se recicla nuevamente el primer flujo en la línea de transferencia corriente arriba de la separación del flujo en vez de ser pasado nuevamente dentro del primer reactor. Esto crea efectivamente un bucle de reciclaje que tiene un tiempo de permanencia. Al igual que el resto de la línea transferencia, este bucle de reciclaje puede contener polímero activo, y se prefiere que la producción del polímero en el componente del bucle de reciclaje de la línea transferencia esté entre 0,2 y 5% en peso, preferiblemente menos del 2% en peso de aquel en el reactor de polimerización. El tiempo promedio de permanencia del polímero en el bucle de reciclaje, que es la masa de polímero en el bucle de reciclaje dividida por la velocidad de producción, está preferiblemente entre 15 segundos y 20 minutos, y más preferiblemente entre 30 segundos y 5 minutos. El tiempo de permanencia puede ser alargado por medio de la incorporación en el bucle de reciclaje de un tanque con agitación, que opcionalmente puede ser enfriado. El mismo bucle de reciclaje puede ser enfriado y pueden tener monómero adicional añadido a él para mantener actividad de polimerización. Usualmente no se añaden comonómero adicional o agentes de transferencia de cadena, lo cual significa que la polimerización continúa en el bucle de reciclaje consume lo que está presente, conduciendo a una reducción en la concentración de estos reactivos. Éste es uno de los beneficios de incorporar tan bucle de reciclaje.

- 5 Por lo tanto, un segundo aspecto de la invención proporciona un proceso para transferir una corriente de suspensión que contiene polímero a través de una línea transferencia desde un primer reactor de polimerización hasta un recipiente corriente abajo, en donde antes de entrar en el recipiente corriente abajo se mantiene la corriente de la suspensión bajo condiciones de polimerización para reducir la concentración de al menos uno de los reactivos presentes en la corriente al menos en un 50% en moles, preferiblemente al menos un 90% en moles mientras que el incremento de la masa del polímero presente en la corriente en no más de un 5% en peso, preferiblemente no más del 1% en peso, antes de la introducción dentro del recipiente corriente abajo, preferiblemente el recipiente de polimerización.
- 10 Se prefiere también en el primer aspecto de la invención que antes de la entrada en el recipiente corriente abajo la corriente de la suspensión sea mantenida bajo condiciones de polimerización para reducir la concentración de al menos uno de los reactivos presentes en la corriente en al menos un 50% en moles, preferiblemente al menos un 90% en moles mientras que incrementando la masa del polímero presente en la corriente en no más de un 5% en peso, preferiblemente no un más del 1% en peso, antes de la introducción dentro del recipiente corriente abajo, preferiblemente el recipiente de polimerización.
- 15 Preferiblemente se mantiene la polimerización en un recipiente agitado o en un bucle secundario: más preferiblemente se mantiene la polimerización en un bucle externo de reciclaje como se describe más arriba, que proporciona la agitación requerida y que opcionalmente también incluye enfriamiento para remover el calor de la polimerización.
- El tiempo de permanencia del polímero producido en este aspecto de la invención está preferiblemente entre 30 segundos y 20 minutos, y más preferiblemente entre 1 y 5 minutos.
- 20 Preferiblemente el reactivo cuya concentración se reduce es un agente de transferencia de cadena o comonomero. Se prefiere también que la polimerización se lleve a cabo a una presión de al menos 90% de aquella en el primer reactor de polarización.
- 25 En una modalidad preferida de la invención, se ubica un concentrador de sólidos, usualmente un concentrador centrífugo de sólidos y más preferiblemente un hidrociclón en el punto de separación del flujo en la línea transferencia. Cuando el concentrador de sólidos es un hidrociclón, el flujo dentro del recipiente corriente abajo constituye el flujo base del hidrociclón, y el flujo reciclado corriente arriba constituye el desagüe del hidrociclón. La función del hidrociclón es concentrar la corriente de la suspensión, y es la corriente concentrada que pasa a recipiente corriente abajo mientras que el exceso de diluyente se recicla corriente arriba, por ejemplo hacia el primer reactor. Esto provee un medio para reducir la concentración de los reactivos y del diluyente del reactor de polimerización en la alimentación para el recipiente corriente abajo: en el caso usual donde el recipiente corriente abajo es un segundo reactor, a menudo es deseable controlar independientemente las condiciones de reacción en cada sistema del reactor para poder tener la capacidad de minimizar el cruce de los reactivos de un reactor con los del otro. Cuando el reactor corriente abajo no es un reactor de fase de suspensión a menudo también es deseable reducir la cantidad de diluyente introducida dentro de él.
- 30
- 35 En otra modalidad preferida de la presente invención, se puede ubicar una bomba en la línea de transferencia corriente arriba del punto de separación del flujo. Esto puede permitir un incremento en la longitud total de la línea transferencia y/o una mayor presión en el segundo reactor. Alternativamente, se puede ubicar la bomba en la línea de reciclaje, entre la separación del flujo y el extremo de la línea de reciclaje.
- 40 Un tipo preferido de reactor utilizado para tales polimerizaciones es un reactor de bucle, que es una construcción tubular continua que contiene al menos dos, por ejemplo cuatro, secciones verticales y al menos dos, por ejemplo cuatro secciones horizontales. Típicamente se remueve el calor de la polimerización utilizando un intercambio indirecto con un medio de enfriamiento, preferiblemente agua, en chaquetas que recubren al menos parte del reactor de bucle tubular. El volumen de un reactor de bucle en un sistema de múltiples reactores puede variar pero está típicamente en el rango de 10 - 200 m³. Se prefiere que el reactor de polimerización utilizado en la presente invención sea un reactor de bucle. En tal caso, se prefiere que la corriente de la suspensión sea retirada del reactor de bucle dentro de la línea transferencia en un punto corriente abajo de la bomba principal en el bucle, y que el primer flujo que es retornado al reactor entre al bucle corriente arriba de la bomba.
- 45
- 50 Una entrada de diluyente puede ser ubicada corriente abajo de la separación del flujo, particularmente en el caso donde el recipiente corriente abajo es también un reactor de polimerización. Esto permite la adición de diluyente adicional con el propósito de incrementar la velocidad del flujo dentro del segundo reactor si fuera necesario, y también para uso en el segundo reactor.
- 55 En una modalidad se controla la separación del flujo por medio de una o más válvulas localizadas en el punto de separación del flujo, que pueden ajustar las velocidades relativas de los dos flujos después de la separación. Se emplea típicamente una válvula de tres vías. Si se desea, la válvula puede cortar completamente ya sea el flujo hacia el segundo reactor o el flujo reciclado hacia el primer reactor. Si se corta completamente el flujo hacia el

segundo reactor en cualquier momento, se puede introducir diluyente adicional a través de la entrada corriente abajo de la separación para enjuagar completamente cualquier suspensión residual.

5 Preferiblemente la entrada al recipiente corriente abajo está localizada a una elevación menor que el punto de separación del flujo de tal manera que el flujo desde el punto de separación del flujo dentro del recipiente corriente abajo se vea ayudado por la gravedad.

10 La presente invención es particularmente útil en casos en donde el contenido de sólidos de la suspensión está por encima del 20% en volumen, particularmente por encima del 30% en volumen, por ejemplo 20 - 40% en volumen, donde % en volumen se define como [(volumen total de la suspensión - volumen del medio suspendido) / (volumen total de la suspensión)] x 100. Es en tales casos que el riesgo de contaminación o de aglomeración en la línea transferencia es mayor.

15 Es importante que la velocidad de la suspensión en la esté por encima de la velocidad mínima de sedimentación para la suspensión. Preferiblemente la velocidad de la suspensión en la línea de transferencia corriente arriba de la separación del flujo es de 2 a 30 ms⁻¹, y más preferiblemente de 5 a 15 ms⁻¹. Corriente abajo de la separación del flujo la velocidad es preferiblemente de 6 a 20 ms⁻¹, y más preferiblemente de 8 a 15 ms⁻¹. Una alta velocidad provoca una gran caída de presión por unidad de longitud, que para líneas de transferencia largas obviamente implica una gran caída de presión absoluta a lo largo de la línea. Sin embargo una de las ventajas de la presente invención es que debido a que la longitud de la línea transferencia corriente abajo de la separación del flujo es relativamente pequeña, tales caídas de presión altas y velocidades altas en esa porción de la línea son en realidad posibles debido a que requieren una caída de presión absoluta relativamente baja a través de toda la línea. Esto puede no ser posible si fuera necesario tener tales velocidades a lo largo de toda la longitud de la línea transferencia, ya que implicaría una caída de presión absoluta mucho mayor. Este beneficio de la invención es particularmente útil en el caso donde se lleva a cabo la separación del flujo por medio de un concentrador de sólidos, de manera que el contenido de sólidos corriente abajo es muy alto.

25 La calidad total de presión entre el primero y el segundo reactor está típicamente entre 1 y 2 bar, aunque a menudo es deseable minimizarla. Se prefiere que 40 - 80% de la caída total de presión entre el primero y el segundo reactor ocurra entre el primer reactor y la separación del flujo, con el restante 20 - 60% ocurriendo entre la separación del flujo y el recipiente corriente abajo. Por lo tanto se prefiere que la caída de presión por unidad de longitud sea mayor corriente abajo de la separación del flujo de corriente arriba. La caída de presión absoluta corriente abajo de la separación del flujo es preferiblemente menor a 1 bar. Esto se puede lograr cambiando la geometría de la línea transferencia corriente abajo de la separación del flujo.

30 En el caso donde la suspensión contenga más de un 30% en volumen de sólidos, se prefiere que la línea de transferencia esté dispuesta de tal manera que la velocidad de la caída de presión a través de la línea transferencia con velocidades de producción P1 y P2, $dP1/dP2$ (donde dP1 es la caída de presión con una velocidad de producción P1 y dP2 es la caída de presión con una velocidad de producción P2, y P1 es mayor que P2) es menor a $(P1/P2)^2$ preferiblemente no mayor que la P1/P2, y lo más preferible no más de 1,5.

40 Uno de los principales beneficios de la presente invención es permitir el uso de líneas de transferencia más largas entre los reactores. La longitud total de la línea de transferencia entre los dos reactores puede estar entre 5 m y 500 m, pero son más típicas longitudes de 20 m a 200 m, y la longitud más preferida es menor a 100 m. Preferiblemente, la longitud de la línea de transferencia corriente abajo de la separación del flujo no es mayor a 20 m, preferiblemente no mayor a 10 m, y lo más preferible no mayor a 5 m.

Opcionalmente tanto la línea de transferencia como la línea de reciclaje pueden ser enfriadas. Esto puede ayudar a controlar cualquier polimerización que tenga lugar.

45 En un tercer aspecto, la invención provee un proceso para transferir una primera corriente de suspensión que contiene polímero a través de una línea transferencia desde un reactor de polimerización hasta un recipiente corriente abajo, en donde antes de entrar en el recipiente corriente abajo, se introduce una segunda corriente de suspensión que ha sido reciclada desde corriente abajo dentro de la primera corriente de suspensión, estando localizada la introducción de la segunda suspensión antes de la mitad del camino a lo largo de la línea transferencia entre el reactor y el punto de reciclaje corriente abajo.

50 La segunda corriente de suspensión es preferiblemente retirada del mismo recipiente corriente abajo, en cuyo caso el punto de reciclaje corriente abajo es el recipiente corriente abajo, y la longitud de la línea entre la segunda introducción de la suspensión y el punto de reciclaje corriente abajo es por lo tanto la longitud entre la segunda introducción de suspensión y el recipiente corriente abajo. Alternativamente, se puede retirar la segunda corriente de suspensión corriente abajo de la misma línea transferencia, en cuyo caso la longitud de la línea entre la segunda introducción de suspensión y el punto de reciclaje corriente abajo se calcula desde aquel punto de retiro corriente abajo. Es posible que la segunda corriente de suspensión sea alimentada desde ambos sitios, en cuyo caso la

longitud relevante para la invención es la distancia entre la segunda introducción de suspensión y el punto de retiro corriente abajo.

5 La segunda corriente de suspensión es preferiblemente retirada del mismo recipiente corriente abajo, en cuyo caso el punto de reciclaje corriente abajo es el recipiente corriente abajo, y la longitud de la línea entre la segunda introducción de la suspensión y el punto de reciclaje corriente abajo es por lo tanto la longitud entre la segunda introducción de la suspensión y el recipiente corriente abajo. Alternativamente, la segunda corriente de suspensión puede ser retirada corriente abajo de la línea de transferencia misma, en cuyo caso la longitud de la línea entre la segunda introducción de la suspensión y el punto de reciclaje corriente abajo se calcula a partir de ese punto de retiro corriente abajo. Es posible que la segunda corriente de suspensión se origine a partir de ambos sitios, en cuyo caso la longitud relevante para la invención es la distancia entre la segunda introducción de suspensión y el punto de retiro corriente abajo.

10 Se prefiere que la longitud de la línea de transferencia entre el primer reactor y la ubicación de la segunda introducción de la suspensión (es decir corriente arriba de la ubicación de la segunda introducción de la suspensión) sea menos de la mitad, preferiblemente menos de un cuarto, y lo más preferible menos de un decimo, de aquella entre el punto de reciclaje corriente abajo y la segunda introducción de la suspensión.

15 Este aspecto de la invención tiene una ventaja en relación con el primer aspecto en que por medio de la variación de la cantidad de suspensión reciclada introducida en la segunda introducción de la suspensión, se puede mantener en forma relativamente constante la velocidad de flujo corriente abajo de la segunda introducción de la suspensión, a pesar de cualquier variación en la velocidad de flujo corriente arriba de la separación del flujo. Por lo tanto, por ejemplo, si disminuye la salida del reactor de polimerización corriente arriba, un incremento correspondiente en la segunda corriente de la suspensión podría garantizar que la velocidad del flujo corriente abajo que entra al recipiente corriente abajo permanezca relativamente constante. Por lo tanto, en una modalidad preferida de la invención, la velocidad del flujo corriente abajo de la segunda introducción de la suspensión no varía en más de un 50%. También se prefiere que la caída de presión entre la segunda introducción de la suspensión y el recipiente corriente abajo no varíe en más de un 30%.

20 Si bien es posible manejar el bucle de reciclaje de la segunda corriente de la suspensión utilizando la caída de presión a través de una bomba de circulación del bucle del reactor corriente abajo (en el caso donde el recipiente corriente abajo sea un reactor de bucle), se prefiere que uno o ambos de los bucles de reciclaje corriente abajo y corriente arriba tengan bombas dedicadas.

25 30 Es importante que la velocidad de la suspensión en la línea transferencia esté por encima de la velocidad mínima de sedimentación para la suspensión. Preferiblemente la velocidad de la suspensión en la línea transferencia corriente abajo de la segunda introducción de la suspensión es de 2 a 30 ms^{-1} , y más preferiblemente de 5 a 15 ms^{-1} .

35 Preferiblemente la longitud de la línea de transferencia corriente arriba de la segunda introducción de la suspensión es no mayor a 20 m, preferiblemente no mayor a 10 m, y lo más preferible no mayor a 5 m. Preferiblemente la caída de presión en esta sesión de la línea es menor a 1 bar y/o la velocidad está preferiblemente entre 10 y 100 ms^{-1} , más preferiblemente entre 15 y 40 ms^{-1} .

También hemos encontrado que el riesgo de contaminación o de obstrucción en la línea transferencia se incrementa con la longitud de la línea, y por lo tanto se prefiere reducir lo más posible la longitud de la línea.

40 Un cuarto aspecto de la invención es similar a una combinación de características del primer aspecto de la invención y de características del tercer aspecto de la invención: corriente abajo de una separación del flujo como en el primer aspecto de la invención, se introduce una segunda corriente de la suspensión que ha sido reciclada desde corriente abajo dentro de la primera corriente de la suspensión como en el tercer aspecto de la invención. Por lo tanto, el cuarto aspecto de la invención provee un proceso para transferir una corriente de la suspensión que contiene polímero a través de una línea transferencia desde un reactor de polimerización hasta un recipiente corriente abajo, en donde antes de la entrada en el recipiente corriente abajo se separa la corriente de la suspensión en dos flujos, siendo reciclado el primer flujo corriente arriba de la separación del flujo a través de una línea de reciclaje y pasando el segundo flujo dentro del recipiente corriente abajo, y se introduce una tercera corriente de la suspensión que ha sido reciclada desde corriente abajo en el segundo flujo antes de su entrada en el recipiente corriente abajo.

45 50 Como en los aspectos previos de la invención, el recipiente corriente abajo es preferiblemente un segundo reactor de polimerización. Se prefiere que el primer flujo sea reciclado corriente arriba de la separación del flujo pasándolo nuevamente dentro del primer reactor, y también se prefiere que la tercera corriente de la suspensión sea retirada del mismo recipiente corriente abajo.

Como en el primer aspecto de la invención, se puede ubicar un concentrador de sólidos, usualmente un concentrador centrífugo de sólidos y más preferiblemente un hidrociclón, en el punto en la línea transferencia en donde se separa la corriente de la suspensión en un primero y en un segundo flujo.

- 5 En una modalidad de todos los aspectos de la invención, parte o toda(s) la(s) línea(s) de reciclaje y/o de transferencia se enfría(n), preferiblemente por medio de un medio de enfriamiento tal como agua que pasa a través de chaquetas que envuelven al menos parte de la línea. Esta característica es útil si se desea controlar la temperatura en la línea con el propósito de controlar cualquier polimerización continua que pueda presentarse, o si se requiere añadir un enfriamiento adicional a aquel del reactor corriente arriba (ya que la suspensión enfriada en la línea transferencia puede ser reciclada hasta el reactor corriente arriba).
- 10 En otra modalidad, se puede introducir catalizador en la línea de transferencia o de reciclaje. La inyección de catalizador por fuera del reactor minimiza el riesgo de obstrucción o aglomeración en o cerca del punto de inyección, particularmente si la línea en ese punto es enfriada por debajo de la temperatura de la(s) zona(s) de reacción, o en el caso cuando se emplea un concentrador de sólidos, el punto de inyección está en la corriente de reciclaje pobre en sólidos.
- 15 En aún otra modalidad, parte o todo de cualquiera de los suministros de reactivo, tales como el suministro principal de monómero, a uno o a todos los reactores es introducido en la línea de transferencia o de reciclaje. La introducción de reactivos por fuera del(los) reactor(es) permite una mejor dispersión de los reactivos dentro del bucle cerrado de reacción, y reducir al mínimo el potencial de obstrucción o de aglomeración en o cerca del punto de suministro por las mismas razones expuestas más arriba con relación a la inyección de catalizador.
- 20 Las modalidades preferidas de los diferentes aspectos de la invención son mostradas con más detalle en los dibujos.

25 El primer aspecto de la invención se muestra en la Figura 1. Un reactor de bucle 1 que tiene una bomba 3 produce una corriente de suspensión que contiene polímero que es retirada a través de la línea transferencia 5 para ser pasada dentro de un recipiente corriente abajo 7, que es usualmente un reactor adicional de bucle. El flujo de la corriente de la suspensión a lo largo de la línea transferencia se separa en el punto 9, desde donde parte de la corriente es reciclada a través de la línea 1 nuevamente dentro del reactor 1, corriente arriba de la bomba 3, y el resto de la corriente continúa a través de la línea 13 hasta el recipiente corriente abajo 7. Una parte clave de la invención es el posicionamiento del punto 9 a lo largo de la línea transferencia 5. Se prefiere que el punto 9 esté localizado de tal manera que la línea 5 sean significativamente más larga que la línea 13. Opcionalmente se puede colocar un hidrociclón en el punto 9, de tal manera que el flujo concentrado pase a través de la línea 13 hacia el

30 recipiente corriente abajo 7, y se recicle el desagüe del diluyente a través de la línea 11.

La Figura 2 muestra una variación sobre el primer aspecto de la invención, en que la línea de reciclaje 11 es retornada a la línea 5 en vez de ser conectada nuevamente al reactor 1.

35 La Figura 3 muestra un aspecto adicional alternativo de la invención en el cual antes de entrar en el recipiente corriente abajo se introduce una segunda corriente de la suspensión que ha sido reciclada desde corriente abajo dentro de la primera corriente de la suspensión. En el caso ilustrado en la Figura 3, la primera corriente de la suspensión sale del reactor de polimerización 20 a través de la línea de transferencia 22, que se une en el punto 24 por medio de una línea adicional 26 que contiene una corriente adicional de la suspensión que contiene polímero que ha sido reciclada desde corriente arriba. En este caso, la corriente adicional ha sido reciclada desde el

40 recipiente corriente abajo 28, que es un segundo reactor de polimerización. Las corrientes mezcladas continúan en la línea 30 hacia abajo hasta el segundo reactor 28. En este aspecto de la invención, se prefiere que el punto 24 esté localizado de tal manera que la línea 30 sea significativamente más larga que la línea 22.

45 La Figura 4 muestra el cuarto aspecto de la invención que combina el concepto de separación del flujo mostrado en la Figura 1 con el concepto de introducción del flujo mostrado en la Figura 3. Un reactor de bucle 41 que tiene una bomba 43 produce una corriente de la suspensión que contiene polímero que es retirado a través de la línea transferencia 45 para ser pasado al recipiente corriente abajo 47, que es un reactor adicional de bucle de polimerización. El flujo de la corriente de la suspensión a lo largo de la línea de transferencia es separada en el punto 49, desde donde parte de la corriente es reciclada a través de la línea 51 nuevamente hacia el primer reactor 41 corriente arriba de la bomba 43, y el resto de la corriente continúa a través de la línea 43 hacia el reactor corriente abajo 47. Corriente abajo del punto 49, la línea 45 se une en el punto 54 por medio de una línea adicional

50 56 que contiene una corriente de la suspensión que contiene polímero adicional que ha sido reciclada desde corriente arriba. En este caso, la corriente adicional ha sido reciclada desde el recipiente corriente abajo 47. Las corrientes mezcladas continúan línea abajo 60 hasta el segundo reactor 47. Debe observarse que en este aspecto de la invención, la ubicación de los puntos 49 y 54 es menos significativa que en las Figuras 1 y 3.

55 Todos los aspectos de la invención son particularmente aplicables a la polimerización continua de olefinas, preferiblemente mono olefinas alfa, en una zona de reacción de bucle tubular cerrado alargado. La(s) olefina(s)

es(son) continuamente añadida(s) a, y puesta(s) en contacto con, un catalizador en un diluyente hidrocarbonado. El(los) monómero(s) se polimeriza(n) para formar una suspensión de partículas sólidas poliméricas suspendidas en el medio o diluyente de la polimerización.

- 5 Típicamente, en el proceso de polimerización en suspensión del polietileno, la suspensión en el reactor contendrá al polímero de partículas, al(los) diluyente(s) hidrocarbonado(s), (co)monómero(s), catalizador, terminadores de cadena tales como hidrógeno y otros aditivos en el reactor. En particular la suspensión contendrá 20 - 75, preferiblemente 30 - 70 por ciento en peso con base en el peso total de la suspensión del polímero en partículas y 80 - 25, preferiblemente 70 - 30 por ciento en peso con base en el peso total de la suspensión del medio de suspensión, en donde el medio de suspensión es la suma de todos los componentes fluidos en el reactor e incluirá al diluyente, al monómero de olefina y a cualquiera de los aditivos; el diluyente puede ser un diluyente inerte o pueden ser un diluyente reactivo en particular un monómero líquido de olefina; donde el diluyente principal es un diluyente inerte, el monómero de olefina contendrá típicamente 2 - 20, preferiblemente 4 - 10 por ciento en peso de la suspensión.
- 10
- 15 La suspensión es bombeada alrededor del sistema de reacción de bucle de trayectoria sin fin relativamente llano con velocidades del fluido suficientes (i) para mantener al polímero en el medio en suspensión y (ii) para mantener una concentración aceptable por sección transversal y gradientes de carga de sólidos.
- El tamaño del reactor es típicamente hasta de 10 m^3 , usualmente hasta de 25 m^3 en particular hasta de 50 m^3 por ejemplo $75 - 200 \text{ m}^3$ preferiblemente en el rango de $100 - 175 \text{ m}^3$.
- 20 En estas y en otras modalidades de la presente invención que contienen un sistema múltiple de reactores en donde al menos el primero de los reactores es un reactor de bucle, el reactor de bucle puede tener una o más características del reactor de bucle como se expone aquí más arriba. El segundo reactor puede ser otro reactor de bucle o cualquier reactor para la polimerización de olefinas, por ejemplo un reactor de lecho fluido. Sin embargo, es preferible que el segundo reactor sea otro reactor de bucle.
- 25 El sistema de múltiples reactores puede ser utilizado para elaborar polímeros monomodales o multimodales, preferiblemente multimodales.
- En una modalidad de la invención, el polímero es un polímero multimodal de etileno que tiene una densidad superior a 940 kg/m^3 y un índice de fluidez MI_5 de 0,05 a 50 g/10 min, comprendiendo dicho polímero de etileno:
- de 30 a 70% en peso, con base en el peso total del polímero de etileno, de una primera fracción del polietileno que tiene una densidad de al menos 950 kg/m^3 y un índice de fluidez MI_2 de al menos 10 g/10 min, y
- 30 de 70 a 30% en peso, con base en el peso total del polímero de etileno multimodal, de una segunda fracción de polietileno que contiene unidades de etileno y opcionalmente hasta 5% en moles de al menos otra olefina alfa que contiene de 3 a 12 átomos de carbono, y un índice de fluidez MI_2 de menos de 10 g/10min.
- Un polímero alternativo es un polímero de etileno multimodal que tiene una densidad entre 900 y 930 kg/m^3 y un índice de fluidez MI_2 de 0,1 a 20 g/10 min, comprendiendo dicho polímero de etileno:
- 35 de 30 a 70% en peso, con base en el peso total del polímero de etileno, de una primera fracción del polietileno que tiene una densidad de menos de 950 kg/m^3 y un índice de fluidez MI_2 de al menos 10 g/10 min, y
- de 70 a 30% en peso, con base en el peso total del polímero de etileno multimodal, de una segunda fracción de polietileno que contiene unidades de etileno, de 0,1 hasta 20% en moles de una olefina alfa que contiene de 3 a 12 átomos de carbono, y un índice de fluidez MI_2 de menos de 10 g/10min.
- 40 La presión empleada en el bucle, o bucles será suficiente para mantener al sistema de reacción "completamente líquido" es decir no existe sustancialmente una fase gaseosa. Las presiones típicas utilizadas están entre 1 - 100 bar, preferiblemente entre 30 a 50 bar. En la polimerización de etileno la presión parcial del etileno estará típicamente en el rango de 0,1 a 5 MPa, preferiblemente de 0,2 a 2 MPa, más particularmente de 0,4 a 1,5 MPa. Las temperaturas seleccionadas son tales que sustancialmente todo el polímero producido está esencialmente (i) en una forma sólida particular no pegajosa y no aglomerativa y (ii) casi insoluble en el diluyente. La temperatura de polimerización depende del diluyente hidrocarbonado escogido y del polímero que está siendo producido. En la polimerización del etileno la temperatura está generalmente por debajo del 130°C , típicamente entre 50 y 125°C , preferiblemente entre 75 y 115°C . Por ejemplo, en la polimerización del etileno en el diluyente isobutano, la presión empleada en el bucle está preferiblemente en el rango de 30 - 50 bar, la presión parcial del etileno está preferiblemente en el rango de 0,2 - 2 MPa y la temperatura de polimerización está en el rango de $75 - 115^\circ\text{C}$. El rendimiento espacio - tiempo que es la tasa de producción de polímero por unidad de volumen del reactor de bucle
- 45
- 50

para el proceso de la presente invención está en el rango de 0,1 - 0,4 preferiblemente 0,2 - 0,35 toneladas/hora/m³. Donde hayan dos o más bucles, las condiciones de reacción pueden ser las mismas o diferentes en los diferentes bucles.

- 5 Las reacciones de polimerización que son relevantes para la presente invención incluye la preparación de composiciones que contienen polímeros de olefina (preferiblemente etileno) que pueden contener uno o una cantidad de homopolímeros de olefina y/o uno o una cantidad de copolímeros. Es particularmente adecuado para la fabricación de los polímeros de etileno y los polímeros de propileno. Los copolímeros de etileno contienen típicamente una olefina alfa en una cantidad variable que puede alcanzar un 12% en peso, preferiblemente de 0,5 a 6% en peso, por ejemplo aproximadamente 1% en peso.
- 10 Los monómeros de mono-olefina alfa generalmente empleados en tales reacciones son una o más 1-olefinas que tienen hasta 8 átomos de carbono por molécula y no tienen ramificaciones en los alrededores del doble enlace en la posición 4. Los ejemplos típicos incluyen etileno, propileno, buteno-1, penteno-1, hexeno-1 y octeno-1, y mezclas tales como etileno y buteno-1 o etileno y hexeno-1. Los comonómeros particularmente preferidos son buteno-1, penteno-1 y hexeno-1 para la copolimerización del etileno.
- 15 Los diluyentes típicos empleados en tales reacciones incluyen hidrocarburos que tienen de 2 a 12, preferiblemente de 3 a 8, átomos de carbono por molécula, por ejemplo alcanos lineales tales como propano, n-butano, n-hexano y n-heptano, o alcanos ramificados tales como isobutano, isopentano, isooctano y 2,2-dimetilpropano, o cicloalcanos tales como ciclopentano y ciclohexano o sus mezclas. En el caso de la polimerización del etileno, el diluyente es generalmente inerte con respecto al catalizador, al cocatalizador y al polímero producido (tal como hidrocarburos alifáticos líquidos, cicloalifáticos y aromáticos), a una temperatura tal que al menos 50% (preferiblemente al menos 70%) del polímero formado se ha insoluble allí. El isobutano es particularmente preferido como el diluyente para la polimerización del etileno.
- 20 Las condiciones de operación pueden también ser tales que los monómeros (por ejemplo de etileno, propileno) actúan como el diluyente como en el caso de los así llamados procesos de polimerización a granel. Se ha encontrado que los límites de concentración de la suspensión en porcentaje en volumen pueden ser aplicados independientemente del peso molecular del diluyente y de si el diluyente es inerte o reactivo, líquido o supercrítico. El monómero de propileno es particularmente preferido como el diluyente para la polimerización de propileno.
- 25 En plantas comerciales, se separan las partículas de polímero de diluyente en una forma tal que el diluyente no está expuesto a contaminación para permitir reciclarlo a la zona de polimerización si acaso con una purificación mínima. La separación de las partículas de polímero producidas por medio del proceso de la presente invención del diluyente, típicamente puede ser por medio de cualquier método conocido en el arte por ejemplo puede involucrar ya sea (i) el uso de patas de sedimentación verticales discontinuas de tal manera que el flujo de la suspensión a través de la abertura de las mismas proporcione una zona donde las partículas del polímero pueden sedimentar hasta cierto punto a partir del diluyente o (ii) el retiro continuo del producto a través de puertos múltiples o sencillos, cuya ubicación pueden estar en cualquier parte sobre el reactor de bucle pero no sea preferiblemente adyacente al extremo corriente abajo de una sección horizontal del bucle. Cualquiera de los puertos para retiro continuo tendrá típicamente un diámetro interno en el rango de 2 - 25, preferiblemente 4 - 15, especialmente 5 - 10 cm. Esta invención permite reactores de polimerización a gran escala para ser operados con requisitos bajos de recuperación de diluyente. La operación de reactores de gran diámetro con altas concentraciones de sólidos en la suspensión reduce al mínimo la cantidad de diluyente principal retirado del bucle de polimerización. El uso de dispositivos para concentración de la suspensión retirada de polímero, preferiblemente hidrociclones (individuales o en el caso de hidrociclones múltiples en paralelo o en serie), se mejora adicionalmente la recuperación del diluyente en una forma eficiente con relación al consumo de energía ya que se evita una reducción significativa de la presión y vaporización del diluyente recuperado.
- 30 La separación de las partículas de polímero producidas por medio del proceso de la presente invención del diluyente, típicamente puede ser por medio de cualquier método conocido en el arte por ejemplo puede involucrar ya sea (i) el uso de patas de sedimentación verticales discontinuas de tal manera que el flujo de la suspensión a través de la abertura de las mismas proporcione una zona donde las partículas del polímero pueden sedimentar hasta cierto punto a partir del diluyente o (ii) el retiro continuo del producto a través de puertos múltiples o sencillos, cuya ubicación pueden estar en cualquier parte sobre el reactor de bucle pero no sea preferiblemente adyacente al extremo corriente abajo de una sección horizontal del bucle. Cualquiera de los puertos para retiro continuo tendrá típicamente un diámetro interno en el rango de 2 - 25, preferiblemente 4 - 15, especialmente 5 - 10 cm. Esta invención permite reactores de polimerización a gran escala para ser operados con requisitos bajos de recuperación de diluyente. La operación de reactores de gran diámetro con altas concentraciones de sólidos en la suspensión reduce al mínimo la cantidad de diluyente principal retirado del bucle de polimerización. El uso de dispositivos para concentración de la suspensión retirada de polímero, preferiblemente hidrociclones (individuales o en el caso de hidrociclones múltiples en paralelo o en serie), se mejora adicionalmente la recuperación del diluyente en una forma eficiente con relación al consumo de energía ya que se evita una reducción significativa de la presión y vaporización del diluyente recuperado.
- 35 Se ha encontrado que se puede optimizar la concentración de la suspensión en el bucle del reactor controlando el tamaño promedio de partícula y/o la distribución del tamaño de partícula del polvo dentro del bucle del reactor. El determinante principal del tamaño promedio de partícula del polvo es el tiempo de permanencia en el reactor. La distribución del tamaño de partícula de polvo puede ser afectada por muchos factores incluyendo la distribución del tamaño de partícula del catalizador alimentado al reactor, la actividad inicial y promedio del catalizador, la robustez del soporte del catalizador y la susceptibilidad del polvo a fragmentarse bajo las condiciones de reacción. Se pueden utilizar dispositivos para separación de sólidos (tales como hidrociclones) sobre la suspensión retirada del bucle del reactor para ayudar adicionalmente en el control del tamaño promedio de partícula y la distribución del tamaño de partícula del polvo en el reactor. La localización del punto de retiro para el dispositivo de concentración y las condiciones de diseño y operación del sistema del dispositivo de concentración, preferiblemente al menos un bucle para reciclado del hidrociclón, también permite controlar el tamaño de partícula y la distribución del tamaño de partícula dentro del reactor. El tamaño promedio de partícula está preferiblemente entre 100 y 1500 micras, más preferiblemente entre 250 y 1000 micras.
- 40
- 45
- 50
- 55

Donde el reactor final del sistema de múltiples reactores es un reactor de bucle, se despresuriza la suspensión de polímero retirado, y preferiblemente concentrado, y opcionalmente calentado, antes de introducirla en un recipiente instantáneo primario. La corriente es preferiblemente calentada después de la despresurización.

5 El diluyente y cualquier vapor del monómero recuperado en el recipiente instantáneo primario son típicamente condensados, preferiblemente sin recomponer la presión y reutilizados en el proceso de polimerización. La presión del recipiente instantáneo primario es preferiblemente controlada para permitir la condensación con un medio de enfriamiento fácilmente disponible (por ejemplo agua de refrigeración) esencialmente de todo el vapor instantáneo antes de cualquier recomposición de la presión, típicamente tal presión en dicho recipiente instantáneo primario será de 4 - 25, por ejemplo 10 - 20, preferiblemente 15 - 17 bar. Los sólidos recuperados del recipiente instantáneo primario son preferiblemente pasados a un recipiente instantáneo secundario para remover volátiles residuales. Alternativamente, se puede pasar la suspensión a un recipiente instantáneo de menor presión que en el recipiente primario mencionado anteriormente de tal manera que se requiere una recomposición de la presión para condensar el diluyente recuperado. Se prefiere el uso de un recipiente instantáneo de alta presión.

15 El proceso de acuerdo con la invención es relevante para todos los sistemas catalizadores de polimerización de olefina, particularmente aquellos escogidos entre los catalizadores del tipo Ziegler, en particular aquellos derivados de titanio, circonio o vanadio y de sílice activada térmicamente o catalizadores inorgánicos de óxido de cromo soportado y de catalizadores de tipo metaloceno, siendo el metaloceno un derivado de ciclopentadienilo de un metal de transición, en particular de titanio o de circonio.

20 Ejemplos no limitantes de los catalizadores del tipo Ziegler son los compuestos que contienen un metal de transición escogido de los grupos IIIB, IVB, VB o VIB de la tabla periódica, magnesio y un halógeno obtenidos por mezcla de un compuesto de magnesio con un compuesto del metal de transición y un compuesto halogenado. El halógeno puede formar opcionalmente una parte integral del compuesto de magnesio o del compuesto de metal de transición.

Los catalizadores del tipo metaloceno pueden ser metalocenos activados ya sea por un alumoxano o por un agente ionizante como se describe, por ejemplo, en la Solicitud de Patente EP-500.944-A 1 (Mitsui Toatsu Chemicals).

25 Los catalizadores tipo Ziegler son los más preferidos. Entre estos, los ejemplos particulares incluyen al menos un metal de transición escogido de los grupos IIIB, IVB, VB o VIB, magnesio y al menos un halógeno. Se obtienen buenos resultados con aquellos que contienen:

de 10 a 30% en peso de metal de transición, preferiblemente de 15 a 20% en peso,

de 20 a 60% en peso de halógeno, preferiblemente de 30 a 50% en peso

30 de 0.5 a 20% en peso de magnesio, usualmente de 1 a 10% en peso,

de 0.1 a 10% en peso de aluminio, generalmente de 0,5 a 5% en peso,

el balance generalmente consiste de elementos derivados de los productos utilizados para su fabricación, tales como carbono, hidrógeno y oxígeno. El metal de transición y el halógeno son preferiblemente titanio y cloruro.

35 Las polimerizaciones, particularmente aquellas catalizadas con Ziegler, son típicamente llevadas a cabo en presencia de un cocatalizador. Es posible utilizar cualquier cocatalizador conocido en el arte, especialmente compuestos que contienen al menos un enlace químico aluminio - carbono, tal como compuestos de organoaluminio opcionalmente halogenados, que pueden contener oxígeno o un elemento del grupo I de la tabla periódica, y aluminóxanos. Ejemplos particulares serían compuestos de organoaluminio, de trialkilaluminios tales como trietilaluminio, triisobutilaluminios tales como triisopropenilaluminio, mono y dialcóxidos de aluminio tales como etóxido de dietilaluminio, alquilaluminios mono y dihalogenados tales como cloruro de dietilaluminio, mono y dihidruros de alquilaluminio tales como hidruro de dibutilaluminio y compuestos de organoaluminio que contienen litio tales como $\text{LiAl}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$. Compuestos de organoaluminio, especialmente aquellos que no están halogenados, se adaptan bien. Son especialmente ventajosos trietilaluminio y triisobutilaluminio.

45 Se prefiere que el catalizador con base en cromo conste de un catalizador soportado de óxido de cromo que tenga un soporte que contenga titanio, por ejemplo, un compuesto de sílice y soporte de titanio. Un catalizador con base en cromo particularmente preferido puede contener de 0,5 a 5% en peso de cromo, preferiblemente alrededor de 1% en peso de cromo, tal como 0,9% en peso de cromo con base en el peso del catalizador que contiene cromo. El soporte contiene al menos 2% en peso de titanio, preferiblemente alrededor de 2 a 3% en peso de titanio, más preferiblemente alrededor de 2,3% en peso de titanio con base en el peso del catalizador que contiene cromo. El catalizador con base en cromo puede tener un área de superficie específica de 200 a 700 m^2/g , preferiblemente de 400 a 550 m^2/g y una porosidad en volumen mayor a 2 cm^3/g , preferiblemente de 2 a 3 cm^3/g .

Los catalizadores de cromo soportados en sílice son típicamente sometidos a una etapa inicial de activación al aire a una temperatura de activación elevada. La temperatura de activación está preferiblemente en el rango de 500 a 850°C, más preferiblemente de 600 a 750°C.

Ejemplos

5 Los ejemplos que se presentan más abajo se basan en la disposición mostrada en la Figura 1, en la cual se descarga una suspensión que contiene polímero de un reactor que tiene una tasa de producción entre 8000 kg/h y 20.000 kg/h, una concentración de sólidos entre 25% en peso y 47% en peso, y una densidad de la suspensión de 446 kg/m³. Las condiciones aparecen indicadas en la Tabla 1 más abajo: la línea 5 es anterior a la separación del flujo, la línea 13 es después de la separación del flujo, y la línea 11 es la línea de reciclaje que regresa al reactor. La línea entre el reactor y el recipiente corriente abajo es de 60 m de largo. En los Ejemplos 1 a 4, la separación del grupo es de 86% a lo largo de la longitud de la línea. En el Ejemplo 5 la separación es del 57% a lo largo de la longitud de la línea, y en el Ejemplo 6 (comparativo) es del 37% a lo largo de la longitud de la línea.

15 El Ejemplo 1 puede ser considerado como un caso de referencia. Los Ejemplos 2, 3 y 4 demuestran la considerable flexibilidad de la presente invención; con la separación del flujo en la misma posición, es posible operar sobre un gran rango de velocidades de producción y de contenidos de sólidos. El Ejemplo 5 demuestra un punto de separación más lejos del recipiente corriente abajo. En Ejemplo 6 es un Ejemplo comparativo, donde la separación del flujo está antes de la mitad a lo largo de la línea.

Tabla 1

Ejemplo		1	2	3	4	5	6 (comp.)
Velocidad de producción	kg/h	10000	20000	8000	15000	10000	10000
Contenido de sólidos	% en peso	40	40	25	47	40	40
Velocidad de flujo línea 5	kg/h	75426	91195	77479	56106	75426	75426
Velocidad de flujo línea 11	kg/h	50426	41195	45479	24191	50426	50426
Velocidad de flujo línea 13	kg/h	25000	50000	32000	31915	25000	25000
Velocidad línea 13	m/s	6,26	12,53	8,82	7,62	6,26	6,26
Posición de separación	%	86	86	86	86	56	38
Caída de presión línea 13	bar	0,14	0,57	0,26	0,22	0,72	1,44
Longitud total de la línea	m	60	60	60	60	60	60

20 El Ejemplo comparativo 6 puede ser comparado directamente con los Ejemplos 1 y 5, todos los cuales operan a la misma velocidad de producción y de contenido de sólidos, con las mismas velocidades de flujo de masa en las tres líneas, y con la misma velocidad en la línea 13. La única diferencia es la ubicación de la separación del flujo, lo cual significa que en el caso del Ejemplo 6 el potencial para que ocurra contaminación o sedimentación es mucho mayor que en los otros dos casos. Debe observarse también que la caída de presión a lo largo de la línea 13 en el Ejemplo 6 es indeseable debido a que es mayor a 1 bar, mientras que es menor a 1 bar en los Ejemplos 1 y 5.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Proceso para transferir una corriente de una suspensión que contiene polímero a través de una línea transferencia desde un reactor de polimerización hasta un recipiente corriente abajo, en donde antes de entrar en el recipiente corriente abajo se separa la corriente de la suspensión en dos flujos, siendo el primer flujo reciclado corriente arriba de la separación del flujo y siendo el segundo flujo pasado al recipiente corriente abajo, en donde la separación del flujo se localiza más allá de la mitad a lo largo de la línea transferencia entre el reactor y el recipiente corriente abajo.
2. Proceso de acuerdo a la reivindicación 1, en donde el recipiente corriente abajo es un segundo reactor de polimerización.
- 10 3. Proceso de acuerdo a la reivindicación 1 ó 2, en donde la longitud de la línea transferencia entre el primer reactor y la localización de la separación del flujo es al menos del doble, preferiblemente al menos 4 veces y más preferiblemente al menos diez veces aquella entre el recipiente corriente abajo y la localización de la separación del flujo.
- 15 4. Proceso de acuerdo a cualquier reivindicación precedente, en donde la velocidad promedio del flujo durante cualquier período de 5 minutos corriente arriba de la separación del flujo varía en menos de un 50%, preferiblemente en menos de un 10% en cualquier período de 4 horas, preferiblemente en cualquier período de 12 horas.
5. Proceso de acuerdo a cualquier reivindicación precedente, en donde la caída promedio de presión durante cualquier período de 5 minutos entre el primer reactor de polimerización y la separación del flujo varía en menos de un 30%, preferiblemente en menos de un 15% en cualquier período de 4 horas, preferiblemente en cualquier período de 12 horas.
- 20 6. Proceso de acuerdo a cualquier reivindicación precedente, en donde parte o todo el primer flujo es reciclado nuevamente dentro de la línea transferencia corriente arriba de la separación del flujo para formar un bucle de reciclaje.
7. Proceso de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el primer flujo es reciclado corriente arriba de la separación del flujo nuevamente dentro del primer reactor.
- 25 8. Proceso de acuerdo a cualquier reivindicación precedente, en donde se localiza un concentrador de sólidos en el punto de separación del flujo en la línea de transferencia.
9. Proceso de acuerdo a la reivindicación 12, en donde el concentrador de sólidos es un hidrociclón, y el flujo dentro del recipiente corriente abajo constituye el flujo base concentrado del hidrociclón, y el flujo reciclado corriente arriba constituye el flujo rico en diluyente desaguado del hidrociclón.
- 30 10. Proceso para transferir una primera corriente de la suspensión que contiene polímero a través de una línea de transferencia desde un reactor de polimerización hasta un recipiente corriente abajo, en donde antes de entrar en el recipiente corriente abajo se introduce una segunda corriente de la suspensión que ha sido reciclada desde corriente abajo dentro de la primera corriente de la suspensión, estando la segunda introducción de la suspensión localizada antes de la mitad a lo largo de la línea transferencia entre el reactor y el punto de reciclaje corriente abajo.
- 35 11. Proceso de acuerdo a la reivindicación 10, en donde la segunda corriente de la suspensión es retirada del mismo recipiente corriente abajo y/o de la línea transferencia.
- 40 12. Proceso de acuerdo a la reivindicación 10 u 11, en donde la longitud de la línea de transferencia entre el primer reactor y la localización de la segunda introducción de la suspensión es antes de la mitad, preferiblemente antes de un cuarto, y lo más preferible antes de un décimo, de aquella entre el punto de reciclaje corriente abajo y la segunda introducción de la suspensión.
- 45 13. Proceso para transferir una corriente de la suspensión que contiene polímero a través de una línea transferencia desde un reactor de polimerización hasta un recipiente corriente abajo, en donde antes de entrar en el recipiente corriente abajo se separa la corriente de la suspensión en dos flujos, siendo el primer flujo reciclado corriente arriba de la separación del flujo a través de una línea de reciclaje y siendo pasado el segundo flujo dentro del recipiente corriente abajo, y se introduce una tercera corriente de la suspensión que ha sido reciclada desde corriente abajo dentro del segundo flujo antes de su entrada en el recipiente corriente abajo.
14. Proceso de acuerdo a cualquier reivindicación precedente, en donde un suministro o suministros de catalizador, y/o parte o todo de cualquiera de los suministros de reactivo a uno o a todos los reactores, es introducido dentro de la línea transferencia o de reciclaje.

- 5 15. Proceso de acuerdo a la reivindicación 1, en donde el primer flujo es reciclado nuevamente dentro de la línea transferencia corriente arriba de la separación del flujo, y antes de la entrada en el recipiente corriente abajo la corriente de la suspensión es mantenida bajo condiciones de polimerización para reducir la concentración de al menos uno de los reactivos presentes en la corriente en al menos un 50% en moles, preferiblemente al menos un 90% en moles mientras se incrementa la masa del polímero presente en la corriente en no más de un 5% en peso, preferiblemente en no más de un 1% en peso, antes de la introducción en el recipiente corriente abajo, preferiblemente un recipiente de polimerización.

Fig. 1

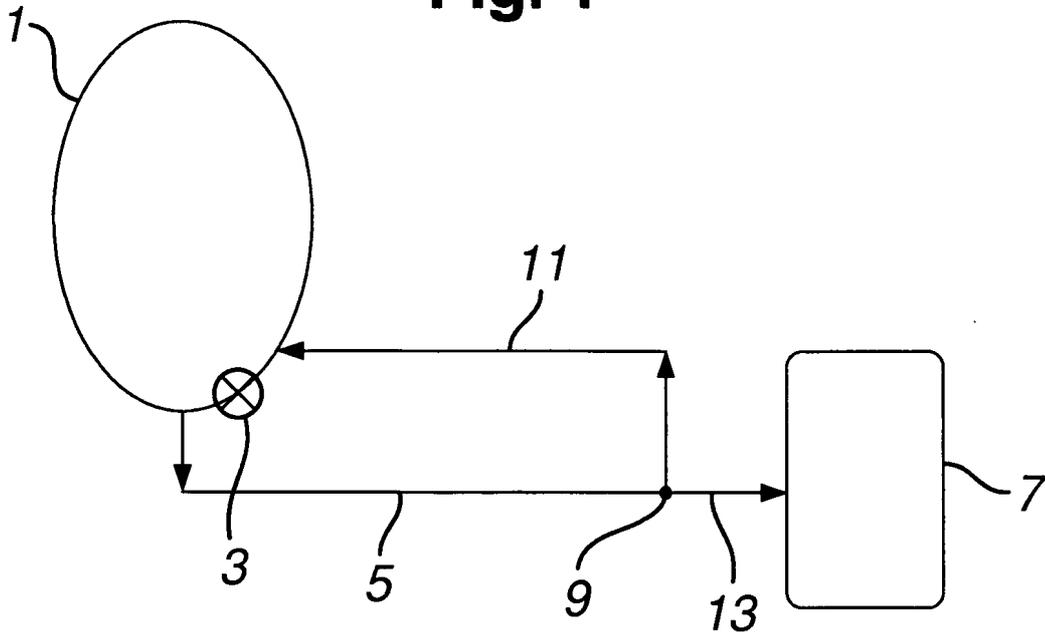


Fig. 2

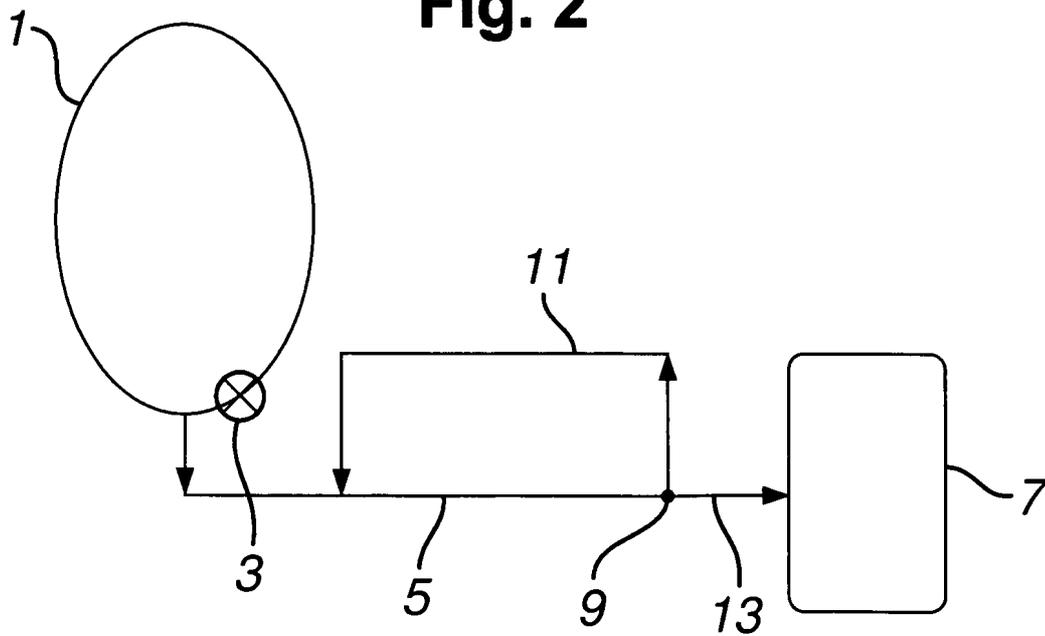


Fig. 3

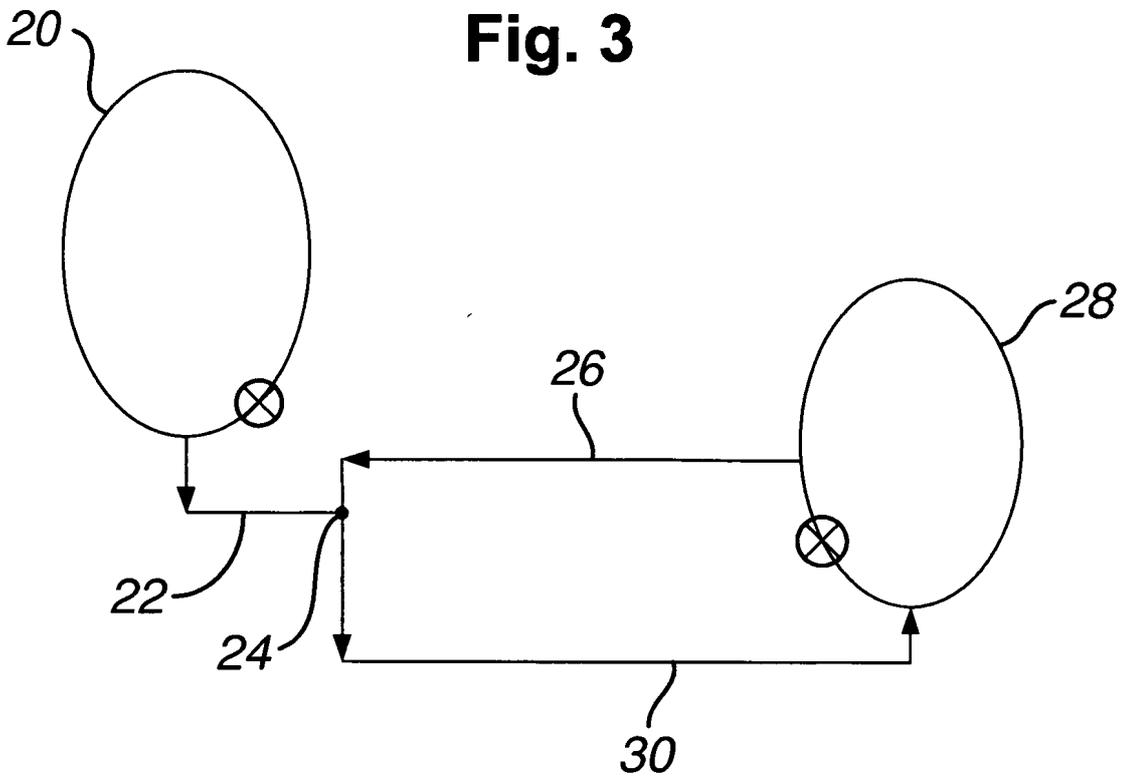
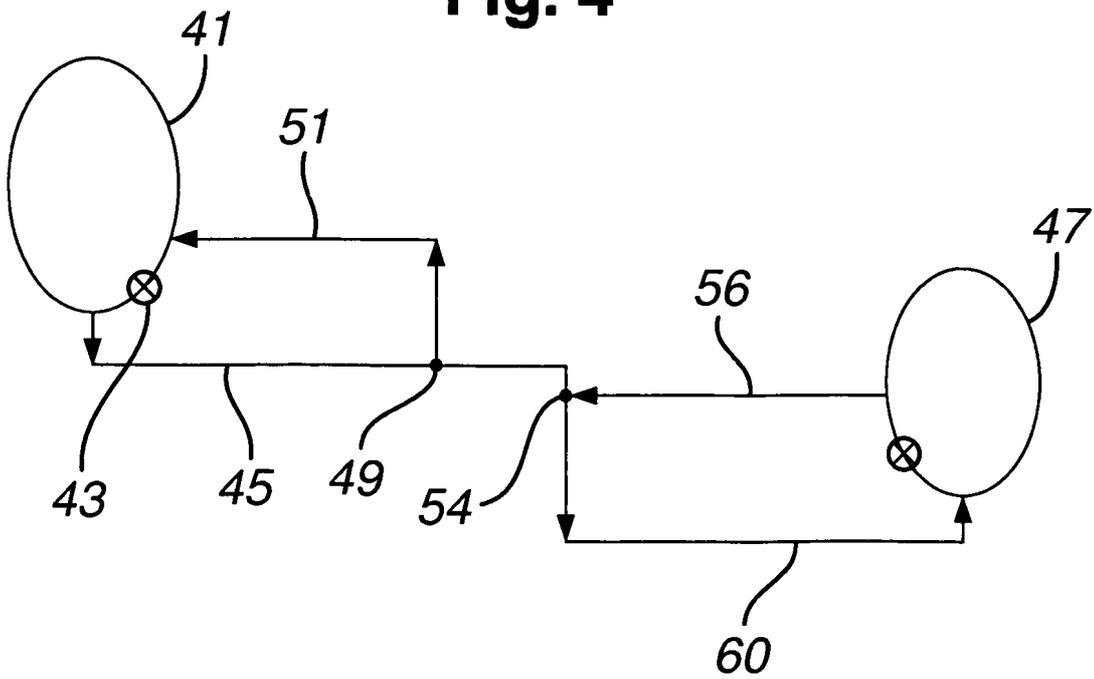


Fig. 4



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 Este listado de referencias citado por el solicitante es únicamente para conveniencia del lector. No forma parte del documento europeo de la patente. Aunque se ha tenido gran cuidado en la recopilación, no se pueden excluir los errores o las omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patente citados en la descripción

- 10
- US 20010018499 A [0004]
 - US 20010018500 A [0004]
 - US 5639834 A [0004]
 - EP 500944 A1 [0066]
 - US 4692501 A [0004]

15