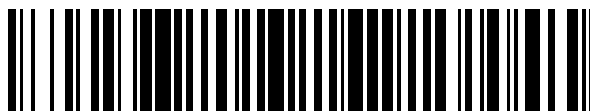


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 028**

51 Int. Cl.:

B01J 8/38	(2006.01)	C08F 110/06	(2006.01)
C08F 6/00	(2006.01)	C08F 210/16	(2006.01)
B01J 8/20	(2006.01)	C08F 10/02	(2006.01)
B01J 8/22	(2006.01)	C08F 10/06	(2006.01)
B01J 19/00	(2006.01)		
B01J 19/18	(2006.01)		
C08F 10/00	(2006.01)		
C08F 2/01	(2006.01)		
C08F 2/14	(2006.01)		
B01J 8/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2003 E 10177374 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2275452**

54 Título: **Aparato de bombeo mejorado y proceso para la polimerización en suspensión en reactores de bucle**

30 Prioridad:

17.09.2002 US 411612 P
16.09.2003 US 663322

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.11.2016

73 Titular/es:

CHEVRON PHILLIPS CHEMICAL COMPANY LP
(50.0%)
10001 Six Pines Drive
The Woodlands, TX 77380, US y
FLOWERVE MANAGEMENT COMPANY (50.0%)

72 Inventor/es:

HOTTOVY, JOHN;
ZELLERS, DALE;
FRANKLIN, ROBERT y
RUSSEL, DONALD PAUL

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 590 028 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

Aparato de bombeo mejorado y proceso para la polimerización en suspensión en reactores de bucle

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a polimerización en suspensión en un medio líquido. Más particularmente, la invención se refiere un aparato de bombeo mejorado y procesos para un reactor de bucle de gran volumen utilizado para la polimerización en suspensión.

Antecedentes de la invención

10 Las poliolefinas tales como polietileno y polipropileno pueden prepararse por polimerización en forma de partículas, también conocida como polimerización en suspensión. En esta técnica, las materias primas tal como monómero y catalizador son alimentadas a un reactor de bucle, y se extrae o se retira del reactor una suspensión de producto que contiene partículas de poliolefina sólidas en un medio líquido.

15 En una operación de polimerización de bucle, una suspensión fluida se hace circular alrededor del reactor de bucle utilizando una o más bombas, típicamente bombas de flujo axial que tienen impulsores dispuestos dentro del reactor. Las bombas proporcionan la fuerza motriz para la circulación fluida de la suspensión. A medida que el volumen del reactor y la concentración de sólidos de la suspensión fluida aumentan, también aumenta la demanda de bombas. En general, la tasa de flujo, presión, densidad, y viscosidad de la suspensión fluida se debe considerar en la selección y operación de las bombas del reactor de bucle.

20 El documento EP1195388 da a conocer un procedimiento para producir resinas bimodales de polietileno en dos reactores en serie. Además, el documento US 6239235 da a conocer un proceso de polimerización de olefina en el que el monómero, diluyente y catalizador se hacen circular en un reactor de bucle continuo y la suspensión de producto se recupera por medio de una extracción continua de productos.

25 La polimerización en suspensión en una zona de reacción de bucle ha demostrado ser un éxito comercial. La técnica de polimerización en suspensión ha tenido un éxito internacional con miles de millones de libras de polímeros de olefina siendo así producidos anualmente. Sin embargo, todavía es deseable diseñar y construir reactores más grandes. El tamaño de un reactor tiene un impacto significativo en los requerimientos de bomba, especialmente en cuanto a la altura manométrica (presión diferencial a través del impulsor de la bomba, expresada en pies de líquido) y flujo (velocidad multiplicada por el área en sección transversal de la tubería, expresada en galones por minuto o GPM) desarrollada por la bomba.

30 Hasta hace relativamente poco, las suspensiones líquidas de polímeros de olefinas en un diluyente estaban limitadas generalmente a concentraciones relativamente bajas de sólidos del reactor. Las patas de sedimentación se utilizaban para concentrar la suspensión que debía ser retirada, de manera que a la salida de las patas de sedimentación, la suspensión tendría una concentración de sólidos superior. Como su nombre lo indica, se produce la sedimentación en las patas de ajuste para aumentar la concentración de sólidos de la suspensión que debe ser retirada.

35 Además de la concentración de la suspensión, otro factor que afecta la concentración de sólidos en el reactor es la velocidad de circulación de la suspensión fluida. Una mayor velocidad de suspensión para un diámetro de reactor dado permite mayor contenido de sólidos, ya que la velocidad de suspensión afecta tales factores limitantes como la transferencia de calor e incrustación en el reactor debido a la acumulación de polímero en el reactor.

40 Al aumentar la altura manométrica y capacidad de flujo de la/s bomba/s de circulación del reactor de bucle, uno puede hacer circular un mayor porcentaje en peso de sólidos en el reactor. El uso de dos bombas en serie puede permitir una duplicación de la capacidad de bombeo de la altura manométrica y un incremento de los sólidos resultantes. Las dos bombas se pueden encontrar en diferentes segmentos del reactor y puede ser conveniente que cada bomba estés dedicada a un número par de patas.

Breve resumen de la invención

45 En un primer aspecto, se proporciona un aparato de reactor de bucle de acuerdo a la reivindicación 1. También se divulga un aparato de reactor de bucle que comprende una pluralidad de segmentos verticales, una pluralidad de segmentos horizontales superiores, y una pluralidad de segmentos horizontales inferiores. Cada uno de los segmentos verticales está conectado en un extremo superior a uno de los segmentos horizontales superiores, y está conectado en un extremo inferior a uno de los segmentos horizontales inferiores. Los segmentos verticales y horizontales forman una vía de flujo continuo adaptada para transportar una suspensión fluida. El aparato de reactor de bucle también incluye al menos dos bombas para impartir fuerza motriz a la suspensión fluida dentro del reactor. Cada bomba está operativamente conectada a un impulsor dispuesto en la vía de flujo continuo. Dos impulsores se enfrentan y giran en direcciones opuestas y los dos impulsores están espaciados suficientemente cerca de manera que uno de los impulsores se beneficia de la energía de rotación del otro de los impulsores. El aparato de reactor de

bucle también incluye medios para introducir un monómero de olefina en la vía de flujo continuo; medios para introducir un diluyente en la vía de flujo continuo; medios para introducir un catalizador de polimerización en la vía de flujo continuo; y medios para eliminar una porción de una suspensión fluida de la vía de flujo continuo.

5 También se divulga un aparato de reactor de bucle que comprende una pluralidad de segmentos principales y una pluralidad de segmentos menores. Cada uno de los segmentos menores conecta dos de los segmentos principales entre sí, por lo que los segmentos principales y menores forman una vía de flujo continuo. El aparato de reactor de bucle también incluye una alimentación de monómero unida a uno de los segmentos, una alimentación de catalizador unida a uno de los segmentos; y una extracción de producto unida a uno de los segmentos. El aparato de reactor de bucle también incluye una bomba corriente arriba y una bomba corriente abajo, en el que cada una de las bombas está unida a un impulsor dispuesto en el interior de la vía de flujo continuo. Las bombas están dispuestas de manera que los impulsores giran en direcciones opuestas y están suficientemente cerca de manera que la energía de rotación impartida por la bomba corriente arriba es al menos parcialmente recuperada por la bomba corriente abajo. Los impulsores están situados en al menos una sección alargada de uno de los segmentos. La sección alargada y los impulsores tienen diámetros mayores que el diámetro de los segmentos.

10 15 Cualquiera de estos aparatos de reactor de bucle también puede incluir dos impulsores dispuestos en el mismo segmento horizontal. Además, una porción de la vía de flujo continuo corriente arriba de al menos uno de los impulsores puede albergar al menos una paleta de guía dispuesta para impartir movimiento de rotación en una dirección opuesta al movimiento de rotación del impulsor.

20 También se divulga un aparato de reactor de bucle que comprende una pluralidad de segmentos principales y una pluralidad de segmentos menores. Cada uno de los segmentos menores conecta dos de los segmentos principales entre sí, por lo que los segmentos principales y menores forman una vía de flujo continuo. El aparato de reactor de bucle también incluye una alimentación de monómero unida a uno de los segmentos, una alimentación de catalizador unida a uno de los segmentos, y una extracción de producto unida a uno de los segmentos. El aparato de reactor de bucle también incluye al menos una paleta de guía dispuesta dentro de la vía de flujo continuo y una bomba corriente abajo de la paleta de guía. La bomba está unida a un impulsor dispuesto en el interior de la vía de flujo y el impulsor también está corriente abajo de la paleta de guía. La paleta de guía y el impulsor imparten movimiento de rotación sobre la vía de flujo en direcciones opuestas y están suficientemente cerca de manera que la suspensión es engranada en movimiento de rotación tras engranar la bomba corriente abajo.

25 30 Además se divulga un aparato de reactor de bucle que comprende un reactor de bucle de tubo adaptado para conducir un proceso de polimerización de olefina que comprende polimerizar al menos un monómero de olefina en un diluyente líquido para producir una suspensión fluida que comprende diluyente líquido y partículas poliméricas de olefina sólidas. El aparato de reactor de bucle también puede comprender una alimentación de monómero unida al reactor de bucle de tubo, una alimentación de catalizador unida al reactor de bucle de tubo, una extracción de producto unida al reactor de bucle de tubo, y al menos una bomba de flujo mixto dispuesta dentro del reactor de bucle de tubo.

35 Cualquiera de estos aparatos de reactor de bucle pueden tener un impulsor situado en una sección alargada de uno de los segmentos horizontal inferior o menores. La sección alargada y el/los impulsor/es tienen diámetros mayores que un diámetro de los segmentos horizontales inferiores. En general, cada impulsor tendrá un diámetro mayor que el diámetro promedio de los segmentos.

40 En un segundo aspecto, se proporciona un proceso de polimerización en suspensión de bucle de acuerdo a la reivindicación 1. También se divulga proceso de polimerización en suspensión de bucle que comprende introducir monómero, diluyente y catalizador a un reactor de bucle, polimerizar el monómero para formar una suspensión que comprende el diluyente y partículas de poliolefina sólidas, hacer circular la suspensión utilizando dos impulsores, impartir un primer movimiento de rotación a la suspensión con un primero de los impulsores, e impartir un segundo movimiento de rotación a la suspensión con un segundo de los impulsores. En el proceso mejorado, el segundo movimiento de rotación es opuesto al primer movimiento de rotación. El proceso también puede incluir someter a de turbulencia previa la suspensión corriente arriba del primer impulsor, en una dirección opuesta al primer movimiento de rotación del impulsor del primer impulsor. El proceso también puede incluir someter a de turbulencia posterior la suspensión corriente abajo de la segunda bomba para recuperar el movimiento vortical del segundo impulsor de bombeo y convertirlo en flujo y altura manométrica en la dirección axial de la bomba.

45 50 Además se divulga un proceso de polimerización en suspensión de bucle que comprende introducir monómero, diluyente y catalizador a un reactor de bucle, polimerizar el monómero para formar una suspensión que comprende el diluyente y partículas de poliolefina sólidas, hacer circular la suspensión utilizando al menos un impulsor, impartir un primer movimiento de rotación a la suspensión previo a que la suspensión llegue a los impulsor/es, e impartir un segundo movimiento de rotación a la suspensión con el/los impulsor/es. En el proceso mejorado, el segundo movimiento de rotación es en una dirección opuesta al primer movimiento de rotación. El primer movimiento de rotación es deseablemente impartido por paletas de turbulencia previa.

En cualquiera de estos procesos de polimerización en suspensión de bucle, uno puede minimizar el espacio libre entre al menos un impulsor y una porción del reactor de bucle que alberga el impulsor. En los procesos mejorados,

la suspensión puede tener una concentración mínima deseada de las partículas de poliolefina sólidas, por ejemplo al menos aproximadamente 45 por ciento en peso. La suspensión puede hacerse circular en un flujo de aproximadamente 20,000 galones por minuto ($76 \text{ m}^3/\text{min}$) a aproximadamente 100,000 galones por minuto ($379 \text{ m}^3/\text{min}$). El/los impulsor/es solos o juntos pueden lograr una altura manométrica de aproximadamente 120 pies (365 m) a aproximadamente 600 pies (183 m).

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 muestra un reactor de bucle del arte previo y sistema de recuperación de polímero.

La FIG. 2 es una vista en sección transversal del mecanismo impulsor.

La FIG. 3 muestra un reactor de bucle que tiene dos bombas dispuestas para hacer uso mejorado de la energía de rotación.

La FIG. 4 es una vista más cercana de la disposición de dos bombas de la FIG. 3.

La FIG. 5 muestra el reactor de bucle con paletas de guía.

La FIG. 6 es una vista diferente de las paletas de guía.

Descripción detallada de la invención

El presente proceso y aparato son aplicables a cualquier zona de reacción de bucle, que comprende una suspensión de sólidos poliméricos en un medio líquido, incluyendo suspensiones empleadas en los procesos de polimerización de olefinas. En particular, el presente proceso y aparato se aplican a reactores de bucle de gran volumen en los que se hace circular una suspensión fluida que tiene una alta concentración de sólidos.

Tal como se utiliza aquí, el término "suspensión" significa una composición en la que los sólidos y líquidos están presentes en fases separadas. El término "suspensión fluida" significa la suspensión que comprende sólidos poliméricos y medio líquido que circula en una zona de reacción de bucle. Los sólidos pueden incluir el catalizador y una olefina polimerizada, tal como polietileno. El medio líquido puede incluir un diluyente inerte, tal como isobutano, con monómero disuelto, comonómero, agentes de control de peso molecular, tales como hidrógeno, agentes antiestáticos, agentes antiincrustantes, barredores, y otros aditivos de proceso. Alternativamente, el medio líquido puede estar formado principalmente por monómero sin reaccionar, tal como en algunos procesos de polimerización de propileno. El término "suspensión de producto" significa la porción de suspensión retirada de la zona de reacción de bucle para la recuperación del producto de poliolefina.

No es fácil diseñar y construir una sola bomba que sea capaz de proporcionar la altura manométrica y capacidad de flujo necesarios para un gran volumen de reactor de bucle para la polimerización en suspensión, sobre todo si la suspensión tendrá una alta concentración de sólidos. Una mayor capacidad de flujo y altura manométrica son deseables debido a que permiten la operación del reactor a una concentración de sólidos superior. Una concentración de sólidos superior tiene varias ventajas. Por ejemplo, una concentración de sólidos mayor en el reactor generalmente significa que menos diluyente será eliminado como parte de la suspensión de producto. También, una concentración de sólidos más alta puede aumentar el rendimiento de polímero durante un período de tiempo (o aumentar el tiempo de residencia del polímero en la misma tasa de producción aumentando de ese modo la eficacia del catalizador).

En la patente de EE.UU. No. 6.239.235, algunos de los presentes inventores dieron a conocer un proceso y aparato en el que una bomba de alto contenido de sólidos y un accesorio de extracción continua permitieron aumentos significativos en las concentraciones de sólidos dentro del reactor. Las concentraciones mayores que el 40 por ciento en peso son posibles de acuerdo con este proceso y aparato. (A lo largo de la presente solicitud, el peso de catalizador no se tiene en cuenta ya que la productividad, en particular con óxido de cromo sobre sílice, es extremadamente alta.)

El presente proceso y aparato son apropiados para hacer circular una suspensión fluida que tiene una concentración mínima de sólidos de al menos 45 por ciento en peso, alternativamente al menos 46 por ciento en peso, alternativamente al menos 47 por ciento en peso, alternativamente al menos 48 por ciento en peso, alternativamente al menos 49 por ciento en peso, alternativamente al menos 50 por ciento en peso, alternativamente al menos 51 por ciento en peso, alternativamente al menos 52 por ciento en peso, alternativamente al menos 53 por ciento en peso, alternativamente al menos 54 por ciento en peso, alternativamente al menos 55 por ciento en peso, alternativamente al menos 56 por ciento en peso, alternativamente al menos 57 por ciento en peso, alternativamente al menos 58 por ciento en peso, alternativamente al menos 59 por ciento en peso, alternativamente al menos 60 por ciento en peso. El proceso y aparato también son apropiados para hacer circular una suspensión fluida que tiene una concentración máxima de sólidos de como mucho 75 por ciento en peso, alternativamente como mucho 74 por ciento en peso, como mucho 73 por ciento en peso, como mucho 72 por ciento en peso, como mucho 71 por ciento en peso, como mucho 70 por ciento en peso, como mucho 69 por ciento en peso, como mucho 68 por ciento en peso, como mucho

67 por ciento en peso, como mucho 66 por ciento en peso, como mucho 65 por ciento en peso, como mucho 64 por ciento en peso, como mucho 63 por ciento en peso, como mucho 62 por ciento en peso, como mucho 61 por ciento en peso. Los mínimos y máximos anteriores pueden ser mínimos o máximos absolutos o pueden ser los mínimos o máximos de la concentración de sólidos promedio. Cualquier cantidad mínima o cualquier cantidad máxima de concentración de sólidos, tal como se especifica anteriormente, se puede combinar para definir un rango de concentraciones de sólidos, siempre que el mínimo seleccionado sea menor que el máximo seleccionado.

Los presentes procesos y aparato son apropiados para la homopolimerización de etileno y la copolimerización de etileno y una 1-olefina superior, tal como buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno o 1-deceno. Un procedimiento preferido es la copolimerización de etileno y, como material de partida, una cantidad de comonómero en el intervalo de 0,01 a 10 por ciento en peso, preferentemente de 0,01 a 5 por ciento en peso, más preferentemente 0,1 a 4 por ciento en peso, en el que el comonómero se selecciona de las 1-olefinas superiores precedentes, y el porcentaje en peso está basado en el peso total de etileno y comonómero. Alternativamente, se puede utilizar suficiente comonómero como material de partida para dar un producto de poliolefina resultante que tiene una cantidad incorporada de comonómero en el intervalo de 0,01 a 10, preferentemente de 0,01 a 5, más preferentemente 0,1 a 4 por ciento en peso. Dichos copolímeros se siguen considerando polietileno.

Los diluyentes adecuados para su uso como medio líquido en los presentes procesos son bien conocidos en la técnica e incluyen hidrocarburos que son líquidos e inertes en condiciones de polimerización en suspensión. Los hidrocarburos adecuados incluyen isobutano, propano, n-pentano, i-pentano, neopentano y n-hexano, siendo el isobutano especialmente preferido.

Adicionalmente, se puede emplear la presente invención en la que el monómero sin reaccionar es el medio líquido para la polimerización. Por ejemplo, las presentes técnicas pueden utilizarse para la polimerización de propileno donde el propileno es el medio líquido y un diluyente inerte no está presente en ninguna cantidad sustancial. Un diluyente todavía se puede utilizar para el catalizador. Para ilustración, pero no como limitación, la presente invención se describirá en relación con un proceso de polietileno utilizando un diluyente inerte como medio líquido, pero se ha de entender que la presente invención también puede ser empleada donde se usa el monómero como medio líquido y tomaría el lugar del diluyente en las siguientes descripciones.

Los catalizadores adecuados son también bien conocidos en la técnica. Particularmente adecuado es el óxido de cromo sobre un soporte tal como sílice tal como se da a conocer ampliamente, por ejemplo, en la patente estadounidense No. 2.825.721. La referencia en este documento a la sílice se entiende que también abarca cualquier sílice conocida que contiene soporte tal como, por ejemplo, sílice-alúmina, sílice-titanía y sílice-alúmina-titanía. También puede ser utilizado cualquier otro soporte conocido tal como fosfato de aluminio. La invención es también aplicable a polimerizaciones utilizando catalizadores organometálicos incluyendo los mencionados con frecuencia en la técnica como catalizadores de Ziegler y catalizadores de metaloceno.

Los detalles adicionales con respecto al aparato de reactor de bucle y procesos de polimerización se pueden encontrar, por ejemplo, en las patentes estadounidenses No. 4.674.290; 5.183.866; 5.455.314; 5.565.174; 6.045.661; 6.051.631; 6.114.501; y 6.262.191.

Las bombas se utilizan para la polimerización en suspensión en un reactor de bucle para proporcionar la fuerza motriz para la circulación de la suspensión fluida que contiene partículas de polímero sólidas en un diluyente. Pueden emplearse bombas que tienen impulsores dispuestos en el reactor o en la zona de reacción. Tales bombas de flujo axial pueden hacer circular la suspensión fluida a una velocidad. A medida que la velocidad de suspensión aumenta, mejora la transferencia de calor desde el reactor a las camisas de enfriamiento (o sistemas de climatización), y se puede hacer circular un mayor nivel de sólidos. El aumento de la velocidad de suspensión, sin embargo, requiere más energía suministrada por el motor de bombeo, mayor altura manométrica, y más eje, cojinete, sello y fuerza del impulsor. Por tanto, es conveniente enfatizar la eficiencia de la bomba, detalles de construcción y detalles de especificación de la bomba. Un número de técnicas están disponibles para enfatizar estos puntos y facilitar el bombeo en gran volumen de suspensión de polimerización con una alta concentración de sólidos a una velocidad alta.

En primer lugar, se puede emplear una disposición de bomba dual en la que las bombas están dispuestas de modo que la energía de rotación impartida por la bomba corriente arriba es al menos parcialmente recuperada por la bomba corriente abajo. Por Ejemplo, dos bombas se pueden organizar en un segmento horizontal o un segmento menor simple. Las dos bombas se pueden colocar en codos de reactor de bucle adyacentes, de manera que la energía de rotación impartida en la suspensión por la primera bomba (la bomba corriente arriba) sea recuperada parcialmente en la segunda bomba (bomba corriente abajo) que está girando su impulsor en una dirección opuesta. Esta disposición mejora la altura manométrica y el flujo de la suspensión y de este modo la eficiencia de bombeo para las dos bombas en serie. Las FIGS. 3 y 4 demuestran esta técnica. En otras situaciones, los impulsores no tienen que estar dispuestos en el mismo segmento, con tal de que estén lo suficientemente cerca para que el impulsor corriente abajo se beneficie de la energía de rotación del impulsor de corriente arriba. Aún en otras situaciones, se pueden encontrar beneficios sustanciales mediante la colocación de bombas y / o impulsores en una disposición asimétrica.

En segundo lugar, se pueden emplear paletas de guía (también denominadas aquí paletas de turbulencia previa o de turbulencia posterior) u otro medio para rotar de forma pasiva la suspensión, para impartir rotación en la suspensión. Las paletas de turbulencia previa pueden impartir una rotación en la suspensión antes de que llegue al impulsor. Las paletas de guía pueden impartir una rotación en la dirección opuesta de la rotación impartida por el impulsor, de modo que la bomba tiene una velocidad de rotación relativa aumentada y la suspensión tiene una mayor velocidad de descarga y flujo. Esto produce una mejorada eficiencia de bomba. Las paletas de turbulencia posterior pueden impartir una rotación a la suspensión después de que la misma pasa el impulsor. La rotación impartida desde las paletas de turbulencia posterior puede ser igual u opuesta a la impartida por la rotación del impulsor, según el efecto deseado. Las paletas de turbulencia posterior se pueden incorporar en el diseño de los puntales que soportan un cojinete o carcasa de sellado para el eje de la bomba. También si hay dos o más impulsores en un eje que rota en la misma dirección, se puede colocar una paleta de guía entre los impulsores para redirigir el movimiento de rotación en el movimiento axial o contrarrotación para mejorar la eficiencia, capacidad de la bomba y la altura manométrica diferencial de la bomba. La FIG. 5 ilustra la colocación de las paletas de turbulencia previa o paletas de guía en relación con el impulsor de bombeo para la práctica de esta técnica. Dichas paletas de turbulencia previa pueden aumentar la eficiencia de bombeo en al menos 2%, alternativamente al menos 3%, alternativamente al menos 4% alternativamente al menos 5%, alternativamente al menos 6%, alternativamente al menos 7%, alternativamente al menos 8%, alternativamente al menos 9%, alternativamente al menos 10%. En algunas situaciones, los valores anteriores son aproximados.

En tercer lugar, se puede reducir al mínimo el espacio libre entre un impulsor de bombeo y un tubo de reactor que alberga el impulsor. El impulsor y la pared del reactor en la que el impulsor está dispuesto (situado) definen un espacio libre. La reducción al mínimo de este espacio libre reduce la retro circulación de la descarga de la bomba (alta presión) a la succión de la bomba (baja presión). Esto mejora el flujo de la bomba y la altura manométrica. Sin embargo, debe alcanzarse un equilibrio con una mayor tendencia a romper los sólidos para generar partículas más pequeñas o polvos finos. El espacio libre puede ser 1/72 pulgada (0,35 mm) o menos, 1/64 pulgada (0,40 mm) o menos, 1/48 pulgada (0,53 mm) o menos, 1/32 pulgada (0,75 mm) o menos, 1/24 pulgada (1,06 mm) o menos, 1/16 pulgada (1,6 mm) o menos, o 1/8 pulgada (3,2 mm) o menos. Los valores del espacio libre anterior pueden ser aproximados en algunas situaciones.

En cuarto lugar, el impulsor de bombeo del reactor se puede fabricar de aluminio, titanio o acero utilizando la técnica de fabricación de mecanizado en una fresadora controlada por computadora de 6 ejes. Esto permite la fabricación a partir de masas sólidas de metal que pueden ser comprobados en cuanto a vacíos con antelación. Esto evita segmentos impulsores débiles debido a vacíos, y el espesor de una sección del impulsor puede ser estrechamente controlada para impartir la resistencia necesaria para soportar los requerimientos de funcionamiento de flujo y alta altura manométrica de un reactor de bucle en una concentración de sólidos superior.

En quinto lugar, se puede emplear un impulsor de bombeo que tenga un diámetro mayor que el diámetro del reactor de bucle (como se muestra en la FIG. 2 en el presente documento y en la FIG. 8 de la Patente Estadounidense No. 6.239.235). Por ejemplo, para un reactor de bucle de polietileno de 24 pulgadas (610 mm) de diámetro, uno puede utilizar un impulsor que tiene un diámetro de 26 pulgadas (660 mm) o más. Alternativamente, uno puede utilizar un impulsor que tiene un diámetro de 28 pulgadas (711 mm) o más. Alternativamente, uno puede utilizar un impulsor que tiene un diámetro de 30 pulgadas (762 mm) o más. Uno también puede utilizar una bomba de circulación de reactor de bucle de polietileno con una velocidad (RPM) de 180 a 18.000 para lograr una bomba de circulación de reactor con una altura manométrica de bombeo de 120 a 600 pies (36.5-183 m) de altura manométrica y 20.000 a 100.000 GPM (76-379 m³/min) con un reactor de bucle de polietileno de 24 pulgadas (610 mm) de diámetro (nominal). Otros intervalos son apropiados para los reactores de bucle de otros tamaños.

En sexto lugar, se puede emplear una bomba de flujo radial o mixto. En una bomba de flujo radial o mixto, las paletas impulsoras imparten una mayor cantidad de velocidad y energía en el flujo de la suspensión al ponerse en contacto con la suspensión que las bombas axiales convencional. Por lo tanto, las bombas radiales o mixtas generan una mayor altura manométrica de flujo y velocidad para atender mejor las necesidades de presión de los reactores más grandes. Esto cambia el carácter de la bomba de flujo axial a uno más como la bomba radial o bomba centrífuga típica en la que el flujo de fluido sale del impulsor en la dirección radial después de entrar en la bomba en una dirección axial. En una bomba de flujo mixto, el flujo de fluido sale del impulsor con un vector que tiene componentes radiales y axiales. Este vector puede tener un ángulo de 0 grados a 90 grados, donde 0 grados indica que un vector deja la bomba en la dirección axial y 90 grados indica que un vector deja la bomba en la dirección radial.

Cualquiera o todas las técnicas anteriores se pueden utilizar en conjunción con un procedimiento de polimerización que emplea extracción continua, patas de sedimentación, calentador/es de evaporación, un sistema de evaporación instantánea para la separación de diluyente del polímero por vaporización, y reciclaje directo de diluyente al reactor en un proceso nuevo o de bucle de retromontaje para la producción de poliolefina. El presente aparato y proceso pueden emplear extracción continua para obtener un aumento adicional de la concentración de sólidos del reactor, como se describe en la patente estadounidense No. 6.239.235. Alternativamente o adicionalmente, el presente aparato y proceso pueden emplear patas de sedimentación para incrementar la eficiencia de sedimentación. El término "eficiencia de sedimentación" se define como libras/hora de polímero retirado de una pata de sedimentación

(o extracción continua) dividido por el total de libras/hora de polímero más libras/hora de diluyente isobutano retirado durante el mismo tiempo de esa pata de sedimentación (o extracción continua).

Haciendo referencia ahora a los dibujos, la FIG. 1 muestra un típico reactor de bucle 10 que tiene segmentos verticales 12, segmentos horizontales superiores 14 y segmentos horizontales inferiores 16. Estos segmentos horizontales superiores e inferiores 14 y 16 definen las zonas superior e inferior del flujo horizontal. Un impulsor está ubicado en el reactor de bucle 14 para hacer circular la suspensión. Cada segmento vertical 12 está conectado a otro segmento vertical a través de un correspondiente segmento horizontal 14. El segmento vertical 12 puede incluir camisas de intercambio de calor (o camisas de enfriamiento) 18. Los segmentos verticales 12 y segmentos horizontales 14 definen una zona de reacción de bucle. La zona de reacción de bucle puede incluir más o menos segmentos verticales 12 y los correspondientes segmentos horizontales 14 como se muestra en la FIG. 1. Además, la zona de reacción de bucle puede estar orientada verticalmente u horizontalmente. Además, algunos o todos los segmentos horizontales 14 pueden ser miembros curvados que conectan los segmentos verticales. De hecho, los segmentos de conexión 14 pueden ser cualquier forma o modalidad que conecta los segmentos verticales 12 y permite que el líquido fluya entre los mismos.

El reactor es enfriado por medio de intercambiadores de calor formados por segmentos verticales 12 y camisas de enfriamiento 18. Como se mencionó más arriba, cuanto mayor es la velocidad de la suspensión a través de los tubos 12, mejor es la transferencia de calor del reactor de bucle 10 a las camisas de enfriamiento 18 y de este modo una mayor concentración de sólidos en la suspensión fluida. Cada segmento está conectado al siguiente segmento por una curva suave o codo 20 proporcionando así una vía de flujo continuo sustancialmente libre de obstrucciones internas. La suspensión se hace circular por medio del impulsor 22 (que se muestra en la Fig. 2) accionado por el motor 24. El monómero, y diluyente de relleno se introducen a través de las líneas 26 y 28, respectivamente, que pueden entrar en el reactor de bucle 10 directamente en uno o una pluralidad de lugares o se puede combinar con la línea de reciclaje de diluyente condensado 30 como se muestra. El comonómero también puede ser introducido al reactor por estas líneas. El monómero y comonómero pueden ser alimentados al reactor de bucle 10 por cualquiera de las técnicas adecuadas, tales como una simple apertura al reactor, una boquilla, un rociador, u otro aparato de distribución.

El catalizador se introduce a través del medio de introducción del catalizador 32 que proporciona una zona (localización) para la introducción del catalizador. Puede emplearse cualquier método adecuado para introducir catalizador al reactor de bucle. Por ejemplo, el proceso y aparato descrito en la patente estadounidense No. 6.262.191 para la preparación de un lodo catalizador y proporcionar una zona de reacción de bucle (polimerización) puede utilizarse con el presente proceso y aparato.

El accesorio hueco alargado para la extracción continua de una suspensión de producto intermedio se designa en general por el carácter de referencia 34. El mecanismo de extracción continua 34 está situado en o adyacente a un extremo corriente abajo de uno de los segmentos horizontales inferiores 16 y adyacente a o en un codo de conexión 20. El reactor de bucle puede tener uno o más accesorios de extracción continua.

En el aparato que se muestra en la FIG. 1, la suspensión de producto se hace pasar por el conducto 36 a una cámara de evaporación instantánea de alta presión 38. El conducto 36 incluye un conducto circundante 40, que está provisto con un fluido calentado, que proporciona calentamiento indirecto al material de suspensión en el conducto de la línea de evaporación instantánea 36. El diluyente evaporado sale de la cámara de evaporación instantánea 38 a través del conducto 42 para su posterior procesamiento, que incluye la condensación por el intercambio de calor simple utilizando un condensador de reciclaje 50, y vuelve al sistema, sin necesidad de compresión, a través de una línea de diluyente de reciclaje 30. El condensador de reciclaje 50 puede utilizar cualquier fluido de intercambio de calor adecuado conocido en la técnica en cualquiera de las condiciones conocidas en la técnica. Sin embargo, normalmente se emplea un fluido a una temperatura que se puede proporcionar económicamente (como vapor). Un intervalo de temperatura apropiado para este fluido de intercambio de calor es de 40 grados F a 130 grados F (54 ° C).

Las partículas de polímero se retiran de la cámara de evaporación instantánea de alta presión 38 a través de la línea 44 para más técnicas de procesamiento conocidas en la técnica. Las mismas se pueden pasar a la cámara de evaporación instantánea de baja presión 46 y a partir de entonces recuperarse como producto polimérico a través de la línea 48. Una cámara de suciedad (no mostrada) puede estar dispuesta entre la cámara de evaporación instantánea de alta presión 38 y la cámara de evaporación instantánea a baja presión 46 para facilitar el mantenimiento de la diferencia de presión entre las cámaras de evaporación instantánea. El diluyente separado pasa a través del compresor 47 al conducto 42. Este diseño de evaporación instantánea de dos etapas se describe en términos generales en Hanson et al. Patente estadounidense No. 4.424.341.

Se puede emplear cualquier número de segmentos verticales 12 o "patas" además de los ocho representados en la FIG. 1. Se contempla que un reactor de doce patas puede beneficiar las técnicas descritas en el presente documento. La longitud de flujo de la zona de reacción de bucle es generalmente mayor que 900 pies (274 m), alternativamente mayor que 1000 pies (305 m), alternativamente mayor que 1100 pies (335 m), alternativamente mayor que 1200 pies (366 m), alternativamente mayor que 1300 pies (396 m), alternativamente mayor que 1400 pies

(427 m), alternativamente mayor que 1500 pies (457 m), alternativamente mayor que 1600 pies (488 m), alternativamente mayor que 1700 pies (518 m), alternativamente mayor que 1800 pies (549 m), alternativamente mayor que 1900 pies (579 m), alternativamente mayor que 2000 pies (610 m). Las longitudes anteriores pueden ser aproximadas en algunas situaciones.

5 El presente proceso y aparato son particularmente útiles para reactores de 30,000 galones (114 m³) o más, alternativamente aproximadamente 33,000 galones (125 m³) o más, alternativamente 35,000 galones (132 m³) o más, alternativamente 36,000 galones (136 m³) o más, alternativamente 40,000 galones (151 m³) o más, alternativamente 42,000 galones (159 m³) o más, alternativamente 44,000 galones (167 m³) o más, alternativamente 46,000 galones (174 m³) o más, alternativamente 48,000 galones (182 m³) o más, alternativamente 50,000 galones
 10 (189 m³) o más, alternativamente 60,000 galones (227 m³) o más, alternativamente 70,000 galones (265 m³) o más, alternativamente 80,000 galones (303 m³) o más, alternativamente 90,000 galones (341 m³) o más, alternativamente 100,000 galones (379 m³) o más, porque utilizan de manera eficiente el equipo de bombeo para generar un rendimiento superior. Los volúmenes anteriores pueden ser aproximados. La presente técnicas pueden hacer deseable conectar dos reactores de bucle que estaban previamente separados. En efecto, por un costo
 15 relativamente bajo de capital, dos reactores de 18.000 galones (68 m³) pueden combinarse para formar un reactor de 36.000 galones (136 m³) utilizando las mismas dos bombas, pero con más de dos veces la productividad.

El reactor de bucle 10 puede ser operado para generar un diferencia de presión de al menos 18 psig (124 KPa), alternativamente al menos 20 psig (137 KPa), alternativamente al menos 22 psig (152 KPa), alternativamente al menos 24 psig (165 KPa), alternativamente al menos 26 psig (179 KPa), alternativamente al menos 28 psig (193
 20 KPa), alternativamente al menos 30 psig (207 KPa), entre los extremos corriente arriba y corriente abajo de una o más bombas en un reactor 24 pulgadas (610 mm) de diámetro nominal. En general, el reactor de bucle 10 se hace funcionar a fin de generar una altura manométrica, expresada como una pérdida de presión por unidad de longitud de reactor, de al menos 0,07, caída de presión de altura de suspensión en pies (m) por pie (m) de longitud del reactor para un reactor de 24 pulgadas (610 mm) de diámetro nominal. La referencia a un diámetro nominal de dos
 25 pies (o 24 pulgadas) (610 mm) significa un diámetro interno de aproximadamente 21.9 pulgadas (556 mm). Para diámetros más grandes, se necesita una mayor velocidad de la suspensión y mayor caída de presión por unidad de longitud del reactor. Esto supone que la densidad de la suspensión en general es aproximadamente 0,5-0,6.

Se puede lograr mayor diferencia de presión o altura manométrica mediante la utilización de una o más de las técnicas descritas en este documento. Por ejemplo, la diferencia de presión se puede mejorar mediante el control de la velocidad de rotación del impulsor de bombeo, reduciendo el espacio libre entre las paletas impulsoras y la pared interior de la tubería, o utilizando un diseño de impulsor más agresivo. La diferencia de presión o altura manométrica también puede ser aumentada por el uso de al menos una bomba adicional.

La FIG. 2 muestra el impulsor 22 para mover continuamente la suspensión a lo largo de una vía de flujo. El impulsor 22 tiene paletas 74 y está montado sobre un eje 78 conectado al motor 24. La Tubería 21 tiene un segmento vertical 12 y aun segmento horizontal inferior 16 que se interconectan en un codo 20. El motor 24 gira el eje 78, y de ese modo las paletas 74, de manera tal que el impulsor 22 empuja la suspensión en la dirección de la flecha A al codo 20 y arriba del segmento vertical 12. Como puede observarse, el impulsor 22 está ubicado en una sección alargada 66 de la tubería 21 que sirve como la zona de propulsión 70. La sección alargada 66 de la tubería 21 tiene un diámetro mayor que el resto de la tubería 21. A modo de ejemplo solamente, el diámetro de la tubería 21 es 24 pulgadas (610 mm). A modo de ejemplo solamente, el diámetro de sección alargada 66 es mayor que 24 pulgadas (610 mm). Por
 35 ello, el impulsor 22 tiene un diámetro medido a través de las paletas 74 que es más grande que el diámetro de tubería 21. A modo de ejemplo solamente, el diámetro de impulsor 22 medido a través de las paletas 74 es mayor que 24 pulgadas (610 mm). Debido a que la sección alargada 66 permite el uso de un impulsor más grande en la tubería 21, el impulsor 22 empuja la suspensión a una velocidad mayor a través de la tubería 21. El impulsor más grande 22 también aumenta la altura manométrica incrementando la presión en la suspensión en la descarga. A modo de ejemplo solamente, para un reactor de 24 pulgadas (610 mm), el impulsor más grande 22 genera 20.000 a 100.000 galones (76-379 m³/min) por minuto de suspensión y 120 a 600 pies (36.5-183 m) de altura. De ese modo, el impulsor más grande 22 también genera más transferencia de calor en las camisas de enfriamiento 18 (Fig. 1) de manera tal que reactor de bucle 10 (Fig.1) produce mayores niveles de sólidos.

50 Alternativamente, en lugar de aumentar el diámetro del impulsor 22, un impulsor más pequeño 22 puede ser operado a una velocidad de 180 a 18,000 RPM para lograr una altura manométrica de 120 a 240 pies (36.5-73 m) y un flujo de 20.000 a 50.000 GPM (76-189 m³/min) con un reactor de bucle de diámetro de 24 pulgadas (610 mm) (nominal).

La FIG. 3 muestra dos bombas 100 y 102 posicionadas en extremos opuestos de un segmento horizontal inferior 16 de la tubería 21. Para mayor claridad, se omite otro aparato que se muestra en la FIG. 1 pero se utilizaría en un sistema de polimerización en funcionamiento. Como se muestra, las bombas 100 y 102 dirigen el flujo de la suspensión en la dirección de la flecha A a través del reactor de bucle 10.

La FIG. 4 muestra las dos bombas 100 y 102 y la tubería 21 en mayor detalle. La bomba 100 incluye el impulsor 22a, que tiene paletas 74a y está montado en el eje 78a conectado al motor 24a. La bomba 102 incluye un impulsor 22b, que tiene paletas 74b y está montado en el eje 78b conectado al motor 24b. La tubería 21 tiene dos segmentos

5 verticales paralelos 12a y 12b y un segmento horizontal inferior 16 que interconecta los segmentos verticales 12a y 12b en los codos 20a y 20b, respectivamente. El motor 24a gira el eje 78a, y de ese modo las paletas 74a del impulsor 22a, en una primera dirección de rotación, y el motor 24b gira el eje 78b, y de ese modo las paletas 74b del impulsor 22b, en una segunda dirección de rotación opuesta. A modo de ejemplo solamente, el impulsor 22a gira en una dirección en sentido horario y el impulsor 24b gira en una dirección en sentido antihorario. La suspensión fluye a través del tubo 21 en la dirección de la flecha A primero a través de la bomba 102 y después a través de la bomba 100.

10 La suspensión fluye de frente contra el impulsor 22b en general paralelo al eje 78b. Como la suspensión fluye más allá de las paletas 74b del impulsor 22b, las paletas 74b descargan la suspensión tangencialmente en ángulo respecto del eje 78b y hacia la pared interior de tubería 21. La suspensión se descarga en una dirección particular en un ángulo particular en función de la dirección de rotación del impulsor 22b. El impulsor 22a se coloca lo suficientemente cerca del impulsor 22b de manera tal que la suspensión siga fluyendo en dichos ángulos tangenciales cuando la suspensión se acerca al impulsor 22a. La suspensión acopla la paletas 74a del impulsor 22a y, debido a que el impulsor 22a gira en la dirección opuesta a la rotación del impulsor 22b, es desviada por las paletas 74a de manera tal que la suspensión se descarga del impulsor 22b haciendo el recorrido en la dirección de la flecha A en una orientación esencialmente paralela al eje 78a. Por lo tanto, el impulsor 22a "endereza" el camino direccional de la suspensión y descarga la suspensión en una alineación axial esencialmente paralela al eje 78a. La suspensión entonces fluye al codo 20a y arriba del segmento vertical 12a. Adicionalmente, debido a que la suspensión acopla las paletas 74a en un ángulo, la suspensión se desliza más allá de las paletas en ángulo 74a con resistencia reducida.

15 Debido a que la suspensión está fluyendo en una alineación axial en general paralela al eje 78a al ser descargada por el impulsor 22a, la suspensión se desplaza a una velocidad mayor después de pasar a través de la bomba 100 que si la suspensión fluyera a través de la única bomba 102. La suspensión descargada desde la bomba 102 se desplaza a una velocidad más lenta debido a que la suspensión fluye en ángulos hacia la pared interna de la tubería 21 y por lo tanto es desviada y ralentizada por la pared interna. Además, debido a que la suspensión se desliza más allá de las paletas 74a con menos resistencia, menos energía es requerida por el impulsor 22 para acoplar la suspensión. Por ello, mediante la colocación en forma cercana de dos bombas que giran en sentidos opuestos 100 y 102 en una serie, la energía de rotación impartida sobre la suspensión por la bomba 102 es recuperada parcialmente en la bomba 100 de manera tal que la suspensión fluye a través de tubería 21 más eficientemente y sale de la bomba 100 a una velocidad mayor. De ese modo, las dos bombas 100 y 102 producen una mejora en los niveles de sólidos.

20 Una bomba de dos etapas podría ser utilizada como un sustituto de las dos bombas separadas 100 y 102. La bomba de dos etapas incluye dos impulsores en la misma bomba alineados uno al lado del otro y que giran en direcciones opuestas.

25 La FIG. 5 muestra la bomba 100 y paletas de guía 114 en la tubería 21. Las paletas de guía 114 están situadas corriente arriba de la bomba 100 a medida que la suspensión fluye a través de tubería 21 en la dirección de la flecha A. Como tal, estas paletas de guía son paletas de turbulencia previa. Las paletas de guía 114 se extienden desde la pared interna de la tubería 21 hacia la bomba 100. Las paletas de guía 114 todas curvadas radialmente hacia adentro en el mismo ángulo desde la pared interna. La suspensión se acerca a las paletas de guía 114 en la dirección de la flecha A en una orientación recta generalmente paralela al eje 78. Como la suspensión acopla las paletas de guía 114, las paletas de guía 114 imparten una rotación angular o remolino a la suspensión de manera tal que la suspensión fluye hacia la pared interna de la tubería 21 en un ángulo respecto del eje 78. Dependiendo en qué dirección las paletas de guía 114 se curvan de la pared interior de la tubería 21, las paletas de guía 114 hacen que la suspensión gire en un sentido horario o en sentido antihorario. A modo de ejemplo solamente, las paletas de guía 114 son orientadas para crear una rotación en sentido antihorario de la suspensión.

30 La suspensión se aleja de las paletas de guía 114 y fluye en contacto con el impulsor 22 en un ángulo respecto del eje 78. Preferentemente, el impulsor 22 gira en la dirección opuesta de la rotación de la suspensión generada por las paletas de guía 114. El impulsor puede girar en la misma dirección que la rotación de suspensión generada por las paletas de guía. A modo de ejemplo solamente, el impulsor 22 gira en una dirección en sentido horario. Debido a que la suspensión acopla las paletas 74 en un ángulo y está girando en una dirección opuesta a las paletas 74, la suspensión se desliza más allá de las paletas en ángulo 74 con resistencia reducida que si la suspensión fluyera a las paletas 74 directamente de frente. Por lo tanto, la velocidad de la suspensión que fluye más allá del impulsor 22 se ve impedida menos por las paletas 74, y la velocidad de rotación del impulsor 22 se ve impedida menos por la suspensión. Por lo tanto, se necesita menos potencia para aumentar la velocidad de la suspensión, a media que se aparta del impulsor 22, y el impulsor 22 requiere menos potencia del motor 24 para acoplar y empujar la suspensión.

35 Adicionalmente cuando el impulsor 22 gira en la dirección opuesta la rotación de la suspensión después de pasar las paletas de guía 114, las paletas 74 desvían la suspensión de manera tal que la suspensión es descargada del impulsor 22 haciendo el recorrido en la dirección de la flecha A en una orientación esencialmente paralela al eje 78. De este modo, el impulsor 22 "endereza" el camino direccional de la suspensión y descarga la suspensión en una alineación esencial axial paralela al eje 78. La suspensión fluye más rápido cuando se descarga en paralelo al eje 78

que cuando se descarga en ángulo respecto del eje 78 hacia la pared interior de tubería 21 debido a que la pared interna resiste y desvía el flujo de la suspensión.

La FIG. 6 proporciona una vista diferente de las paletas de guía 110. En esta vista, las paletas de guía 110 se muestran saliendo de una tubería 21, que no está conectada con el resto del reactor.

5 Por ello, el uso de paletas de guía con la bomba 100 mejora la eficiencia de movimiento de la suspensión a través del reactor de bucle 10 (FIG. 1) incrementando la velocidad de la suspensión a medida que la suspensión se aleja de la bomba 100 y reduciendo la energía necesaria para girar el impulsor 22. De ese modo, el uso de paletas de guía con impulsor 22 produce una mejora en los niveles de sólidos.

10 En una bomba axial convencional utilizada en los reactores, las paletas impulsoras tienen un intervalo limitado de paso, o ángulo respecto del eje. Por lo tanto, la suspensión descargada de las paletas de la bomba axial se traslada predominantemente en la dirección axial generalmente paralela al eje del impulsor. Sin embargo, debido al paso limitado de las paletas, las paletas interfieren con el flujo de la suspensión, y por lo tanto la suspensión se ralentiza al contacto con las paletas. Por lo tanto, se requiere una cantidad significativa de energía para aumentar la velocidad de la suspensión con la bomba axial.

15 La bomba mixta o radial se puede utilizar en combinación con cualquiera de los otros aspectos que se deben utilizar con reactores en bucle que están descritos en este documento, incluyendo: la disposición de doble bomba, paletas de guía, espacio libre minimizado entre la cuchilla del impulsor y las tuberías, técnicas de fabricación, y el impulsor con un diámetro mayor que el diámetro de la tubería.

20 Regresando a la FIG. 2, las paletas 74 del impulsor 22 tienen puntas 88 que se extienden cerca de la pared interna de la sección alargada 66 sin tocar la pared interna. La distancia entre las puntas 88 y la pared interna es la distancia de espacio libre. Durante la operación, algo de la suspensión circula hacia atrás sobre las puntas 88 de las paletas 74 corriente arriba del impulsor 22 después de ser descargada corriente abajo de impulsor 22. De este modo, el impulsor 22 a menudo tiene que volver a acoplar la suspensión que ya ha acoplado una vez. El reprocesamiento de la suspensión requiere más energía para el impulsor 22 y ralentiza el proceso de bombeo. Por lo tanto, la suspensión de recirculación conduce a un reactor de bucle menos eficiente con una velocidad de suspensión reducida.

25 Cuanto menor es la distancia del espacio libre, menos probable es que la suspensión circule hacia atrás sobre las puntas de las paletas 88 corriente arriba del impulsor 22 después de haber sido descargada corriente abajo del impulsor 22. La distancia de espacio libre preferida en la FIG. 2 es 1/64 de una pulgada (0,40 mm) o menos. Al llevar las puntas 88 de las paletas 74 dentro de 1/64 de una pulgada (0,40 mm) o menos de las paredes interiores de tubería 21, el impulsor 22 reduce la recirculación, aumentando la velocidad y la presión de la suspensión en la descarga y mejorando así el flujo y la altura manométrica de la suspensión. Una mejora en la altura manométrica, velocidad y flujo de la suspensión más allá del impulsor 22 da como resultado una mejora en los niveles de sólidos en la suspensión de producción.

35 Finalmente, la fabricación del impulsor 22 a partir de aluminio, titanio, o acero produce un impulsor más fuerte que es más durable y que dura más tiempo. Las bombas comerciales para utilidades tales como hacer circular los reactivos en un reactor de bucle cerrado son probadas de manera rutinaria por sus fabricantes y se deben determinar las presiones necesarias para evitar la cavitación. La fabricación del impulsor 22 en una fresadora controlada por computadora de 6 ejes permite la fabricación del impulsor 22 a partir de masas sólidas de metal que pueden ser examinadas en cuanto a huecos de fundición que puedan poner en peligro la integridad estructural del impulsor 22. Además, la fresadora controlada por computadora de 6 ejes puede utilizarse para controlar de cerca el espesor del impulsor 22 y asegurar que el impulsor 22 tenga la fuerza total necesaria para soportar una mayor velocidad, altura manométrica, y requisitos de flujo y así mejorar la eficiencia y producción de sólidos del reactor de bucle 10 (FIG. 1).

45 El aumento de la altura manométrica, velocidad, y flujo de la suspensión mediante la aplicación de las técnicas descritas anteriormente da como resultado que se produzca un mejor nivel de sólidos El aumento de la velocidad de la suspensión a medida que fluye a través del reactor de bucle causa una mayor transferencia de calor de la suspensión a las camisas de enfriamiento. Una mejora en la transferencia de calor da como resultado un proceso de polimerización más eficiente y por lo tanto un mayor rendimiento de los sólidos en la suspensión de la producción

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de reactor de bucle que comprende:
 - una pluralidad de segmentos principales;
 - una pluralidad de segmentos menores, donde cada uno de los segmentos menores conecta dos de los segmentos principales entre sí, por lo que los segmentos principales y menores forman una vía de flujo continuo para transportar la suspensión;
 - una alimentación de monómero unida a uno de los segmentos;
 - una alimentación de catalizador unida a uno de los segmentos;
 - una extracción de producto unida a uno de los segmentos;
- 10 una bomba dentro de una caja de bomba arqueada, donde la caja de bomba está posicionada en uno de los segmentos, teniendo la bomba al menos un impulsor montado en un eje, donde el impulsor tiene paletas que están orientadas en un ángulo entre 0 a 90 grados respecto del eje, teniendo la bomba una posición saliente a lo largo del eje próximo a al menos un impulsor, de manera tal que una vía de flujo curvada está definida entre la saliente y la caja de bomba, donde vía de flujo está dispuesta de manera tal que la suspensión fluye por la paletas es redirigida fuera de la caja de bomba por la vía de flujo;
- 15 y en el que el aparato de reactor de bucle además incluye paletas de guía situadas a lo largo de la vía de flujo para redirigir el flujo de rotación de la suspensión tras la descarga del impulsor.
2. El aparato de reactor de bucle de acuerdo a la reivindicación 1 en el que paletas de guía son puntales que proporcionan soporte mecánico dentro de vía de flujo.
- 20 3. El aparato de reactor de bucle de la reivindicación 1 en el que el reactor de bucle tiene un volumen de al menos 30,000 galones (113,6 m³).
4. El aparato de reactor de bucle de la reivindicación 1 en el que el reactor de bucle está configurado para hacer circular la suspensión fluida con una concentración de sólidos de 45 por ciento en peso a 75 por ciento en peso de sólidos en la suspensión fluida.
- 25 5. El aparato de reactor de bucle de la reivindicación 1 en el que la bomba es una bomba mixta que tiene al menos dos impulsores.
6. El aparato de reactor de bucle de la reivindicación 1 en el que el impulsor y el segmento que alberga el impulsor definen un espacio libre y el espacio libre es de 1/16 pulgada (1,59 mm) o menos.
- 30 7. Un proceso de polimerización en suspensión de bucle llevado a cabo utilizando el aparato de cualquier reivindicación precedente.
8. El proceso de polimerización en suspensión de bucle de la reivindicación 7, en el que la suspensión tiene una concentración de sólidos de 45 por ciento en peso a 75 por ciento en peso de sólidos en la suspensión fluida.
9. Un proceso de polimerización en suspensión de bucle de la reivindicación 7, en el que la suspensión se hace circular en un flujo de 20.000 galones/minuto (1,26 m³/2) a 100.000 galones/minuto (6,30 m³/2).
- 35 10. Uso de un aparato de reactor de bucle de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 1-6 para la polimerización en suspensión en un medio líquido.

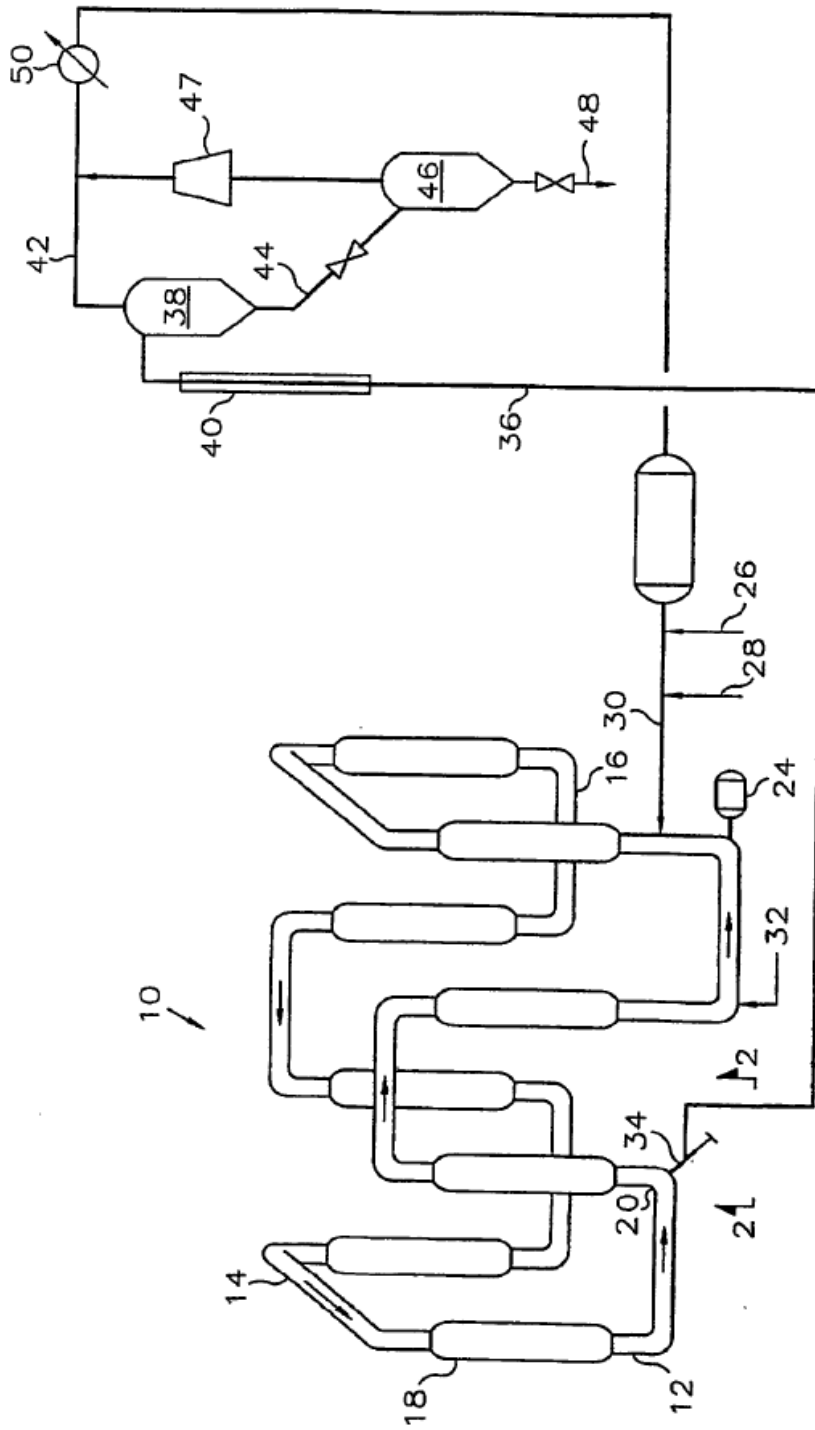


Fig. 1

Técnica Anterior

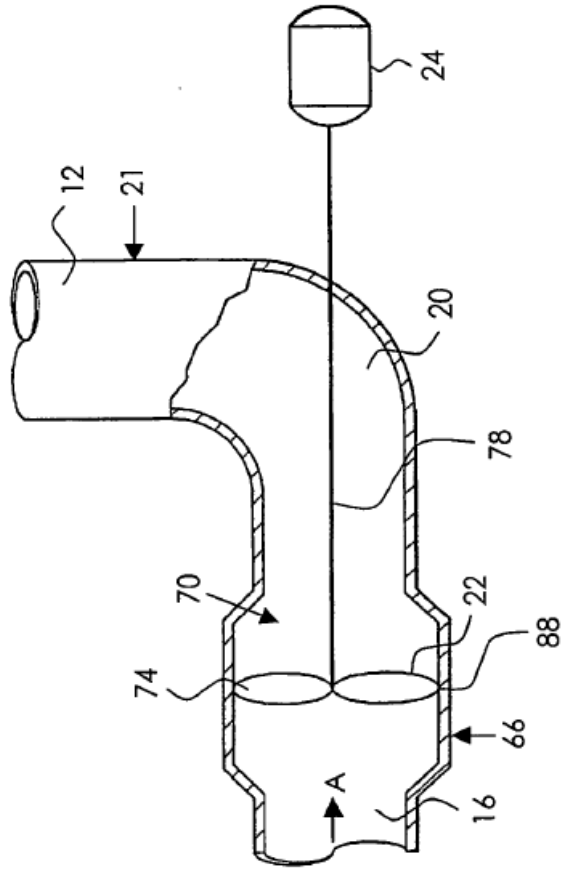


Fig. 2

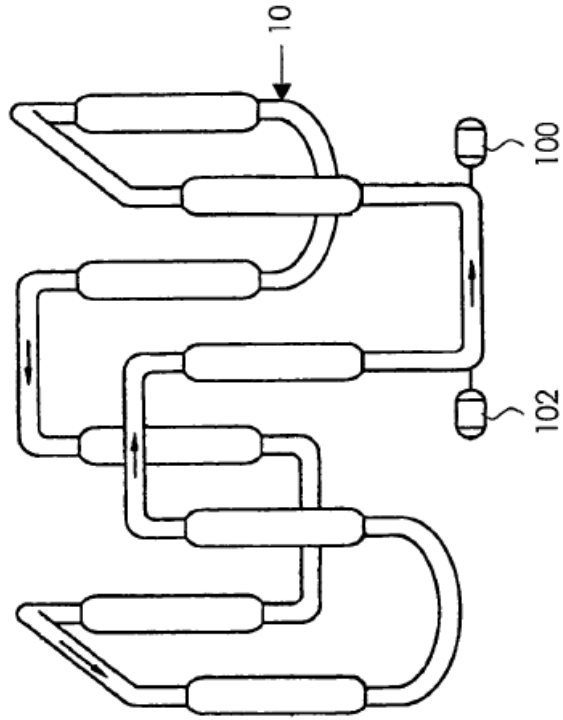


Fig. 3

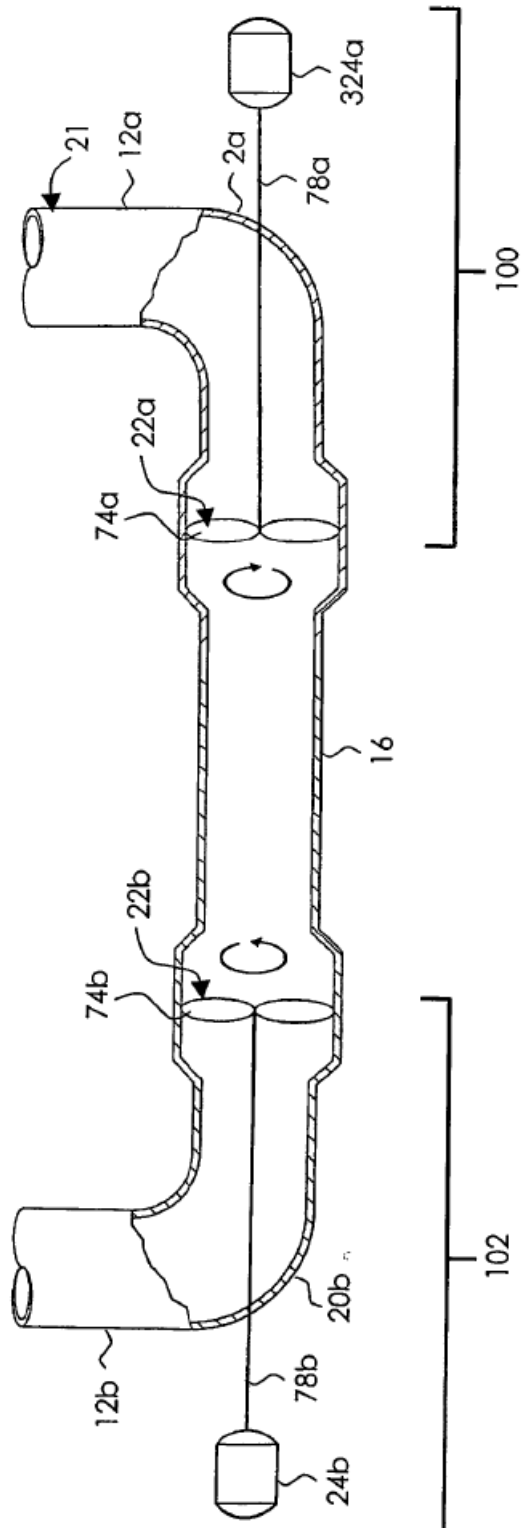


Fig. 4

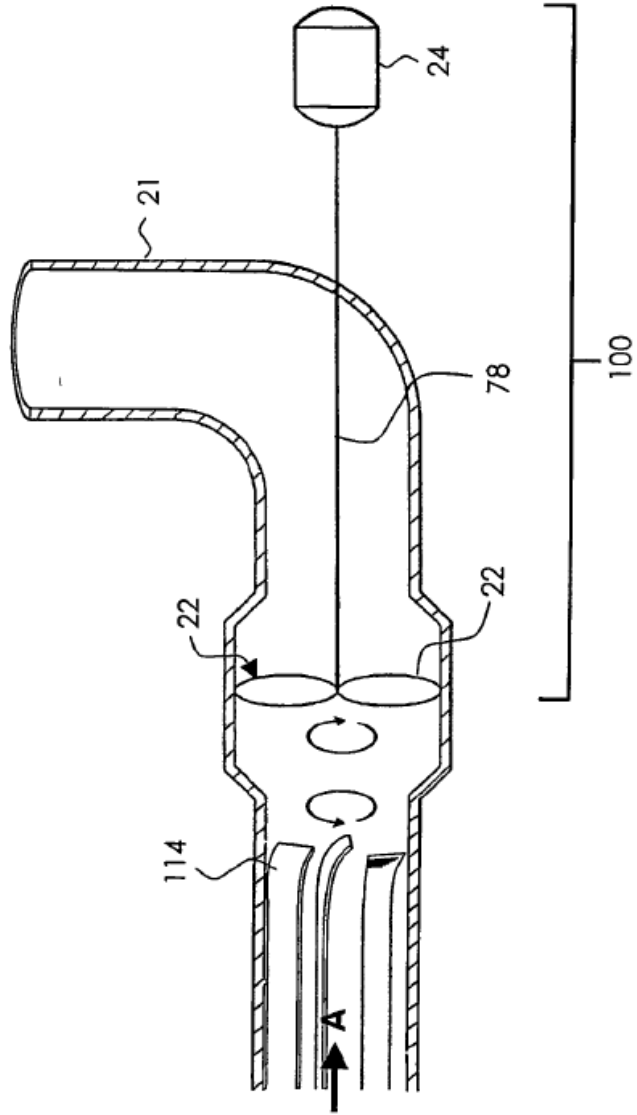


Fig. 5

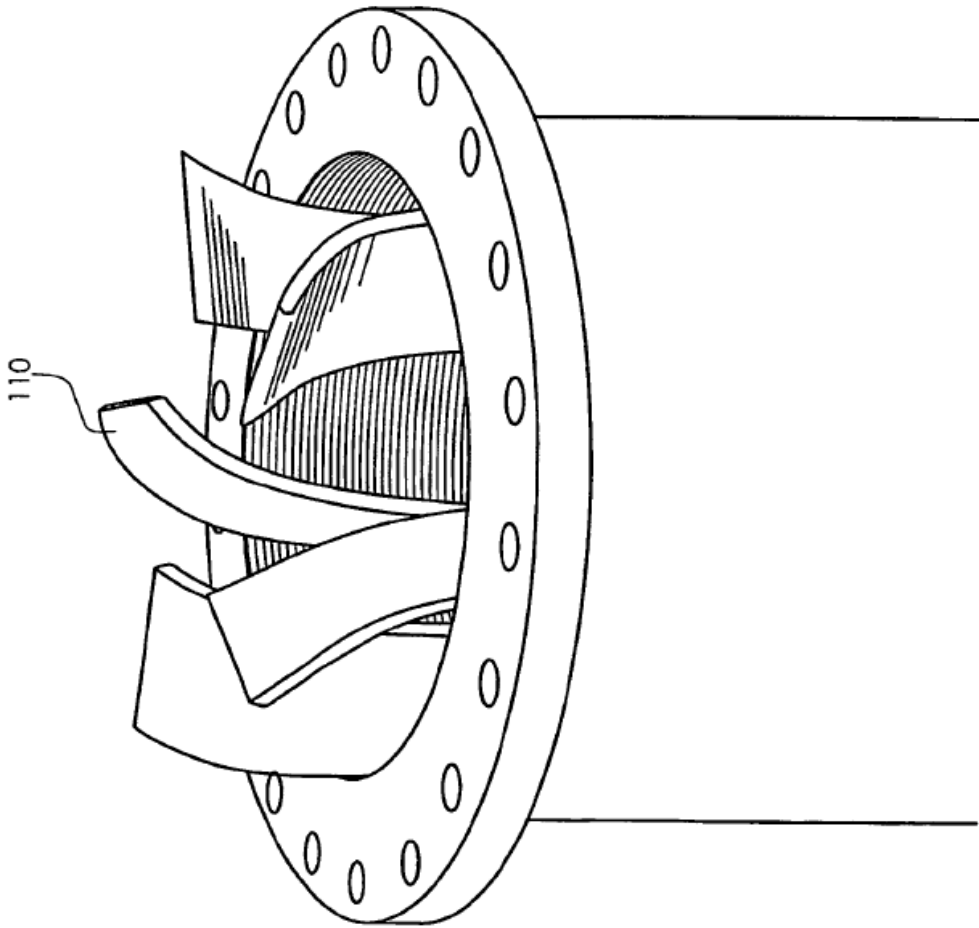


Fig. 6