



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 342 932**

51 Int. Cl.:

B01J 8/00 (2006.01)

C08F 2/00 (2006.01)

B01J 19/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03754707 .2**

96 Fecha de presentación : **15.09.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1556160**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.07.2005**

54 Título: **Dispositivo de alimentación de una suspensión de catalizador para un reactor de polimerización.**

30 Prioridad: **16.09.2002 US 410982 P**
15.09.2003 US 662264

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.07.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.07.2010

73 Titular/es:
CHEVRON PHILLIPS CHEMICAL COMPANY L.P.
10001 Six Pines Drive
The Woodlands, Texas 77380, US

72 Inventor/es: **Verser, Donald, W. y**
Burns, David, H.

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 342 932 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

Dispositivo de alimentación de una suspensión de catalizador para un reactor de polimerización.

5 **Campo de la invención**

El presente proceso y aparato se refieren a preparar y proporcionar una suspensión de catalizador a un reactor de polimerización. Más particularmente, el presente proceso y aparato proporcionan técnicas para alimentar en forma continua y confiable una suspensión de catalizador a un reactor de polimerización de bucle.

10 **Antecedentes de la invención**

Las poliolefinas tales como polietileno y polipropileno pueden prepararse mediante polimerización de formación de partículas, también denominada polimerización en suspensión. En esta técnica, los materiales de alimentación tales como monómero, catalizador y diluyente se introducen a un reactor de polimerización, por ejemplo un reactor de bucle, y se extrae o se saca una suspensión de producto intermedio que contiene partículas sólidas de poliolefina en un medio líquido.

En los reactores de bucle continuo, los diversos materiales de alimentación pueden introducirse a la zona de reacción de bucle de diversas maneras. Por ejemplo, el monómero y catalizador pueden mezclarse con cantidades variables de diluyente antes de la introducción a la zona de reacción. En la zona de reacción de bucle, el monómero y catalizador se dispersan en la suspensión fluida. A medida que circulan a través de la zona de reacción de bucle en la suspensión fluida, el monómero reacciona en el sitio del catalizador en una reacción de polimerización. La reacción de polimerización produce partículas sólidas de poliolefina en la suspensión fluida.

Se proporciona un catalizador al reactor de polimerización para catalizar el proceso de polimerización. En los procesos convencionales de reacción en bucle de polietileno, el catalizador seco y sólido se combina con diluyente libre de olefina en un recipiente no agitado conocido como cámara de lodo. El catalizador se asienta dentro del diluyente para formar un lodo catalítico. Después de que se prepara el lodo catalítico, se alimenta en un tubo de entrada mediante un alimentador esférico de retención ubicado en la parte inferior de la cámara de lodo catalítico. El tubo de entrada después alimenta el lodo catalítico (o suspensión de catalizador si se ha agitado suficientemente) al reactor de bucle.

El alimentador esférico de retención descarga el lodo catalítico de la cámara de lodo catalítico en forma intermitente. El alimentador esférico de retención incluye un cilindro unido a una leva rotatoria. El cilindro posee un extremo superior abierto y contiene una bola que se desliza hacia arriba y abajo dentro del cilindro. En operación, el cilindro está vertical con el extremo superior debajo de la cámara de lodo catalítico y la bola está ubicada cerca del extremo superior. La cámara de lodo catalítico vierte el lodo catalítico en el cilindro a través del extremo superior con tal fuerza que la bola es empujada hacia un extremo inferior del cilindro, y el lodo catalítico rellena el cilindro por encima de la bola. El brazo de leva después gira el cilindro de manera tal que el extremo superior del cilindro mira hacia abajo y está alineado por encima del tubo de entrada. El lodo catalítico después sale del cilindro al tubo de entrada, y la bola cae de vuelta a la posición cercana al extremo superior del cilindro. El brazo de leva después gira el cilindro de vuelta de manera que el extremo superior del cilindro esté nuevamente bajo la cámara de lodo catalítico para recibir más lodo catalítico. De este modo, el lodo catalítico se alimenta en el reactor de bucle en una serie de cargas discretas.

El alimentador esférico de retención y la cámara de lodo catalítico adolecen de varios inconvenientes. Primero, la cantidad de lodo catalítico administrado por el alimentador esférico de retención puede variar con cada rotación. Por ejemplo, el cilindro puede llenarse sólo a la mitad con suspensión de catalizador proveniente de la cámara de lodo catalítico. En otras ocasiones, el cilindro puede recibir principalmente diluyente líquido con muy poco catalizador de la cámara de lodo catalítico. También, si el alimentador esférico de retención no se sella adecuadamente, el diferencial de presión entre la cámara de lodo catalítico y el reactor puede hacer que el catalizador pase el alimentador esférico de retención y vaya al reactor, lo que puede llevar a que se alimente una cantidad excesiva de catalizador en el reactor. La falta de consistencia en el suministro del lodo catalítico puede hacer difícil determinar cuánto catalizador se está alimentando en el reactor de bucle en cualquier momento dado. Por ello, un operador que utiliza el alimentador esférico de retención no puede, en el curso regular de la operación, monitorear exactamente la cantidad de catalizador que se está administrando al reactor.

La velocidad de alimentación de catalizador puede deducirse del número de veces que el catalizador es descargado fuera del alimentador esférico de retención por unidad de tiempo. Sin embargo, debido a la inconsistencia en las cantidades de catalizador de cada descarga (según lo discutido más arriba), este método puede ser inexacto. También, si los operadores reducen o aumentan la cantidad de catalizador que se alimenta en el reactor cambiando la velocidad del alimentador, el cambio en la velocidad del alimentador en general no es con seguridad proporcional a la velocidad de alimentación de catalizador. La velocidad de alimentación de catalizador también puede deducirse de la cantidad de polimerización que se produce en el reactor. Sin embargo, dicho método se produce después de que ya se ha alimentado demasiado o demasiado poco catalizador en el reactor. Demasiado o demasiado poco lodo catalítico alimentado en el reactor de bucle puede afectar desfavorablemente el proceso de polimerización. Por ello, la inconsistencia y falta de previsibilidad del alimentador esférico de retención y cámara de lodo catalítico aumentan la posibilidad de que el proceso de polimerización en el reactor de bucle no se realice en las condiciones deseadas.

Otro problema con el alimentador esférico de retención es que el lodo catalítico asentado en general no posee una relación en peso de catalizador a diluyente homogénea. Debido a que la cámara de lodo catalítico no agita la mezcla suspensión de catalizador/diluyente, el catalizador se asienta dentro de la mezcla para formar una capa de lodo catalítico debajo de una capa de diluyente. Esta capa de lodo catalítico posee una mayor concentración de catalizador en la parte inferior que en la parte superior. Por ello, la concentración del lodo catalítico alimentado en el reactor es mayor cuando la cámara de lodo se activa primero, y la concentración se reduce a medida que la cámara de lodo se vacía. Una suspensión de catalizador no homogénea puede llevar a que se alimente demasiado o demasiado poco catalizador en el reactor de bucle, lo que nuevamente puede afectar desfavorablemente el proceso de polimerización. También, el alimentador esférico de retención puede perder suspensión de catalizador en el tubo de entrada entre las rotaciones, por lo que por momentos puede alimentarse suspensión de catalizador extra en el reactor de bucle.

La Patente Estadounidense 5.098.667 revela un procedimiento para controlar el flujo de sólidos catalíticos particulados al reactor, formando primero una suspensión pesada en un tanque de almacenamiento, después transfiriendo la suspensión pesada a un tanque de mezclado, donde la suspensión pesada se diluye y se bombea continuamente al reactor con un caudal deseado. La Patente Estadounidense 2.917.465 se refiere a un proceso para controlar la concentración de un catalizador sólido en una suspensión, midiendo la capacitancia eléctrica de la suspensión.

Se han desarrollado otros aparatos y procesos para suministrar catalizador a un reactor de polimerización. Sin embargo, sigue existiendo el deseo de obtener un sistema que administre en forma continua y confiable suspensión de catalizador a un reactor de bucle.

Compendio de la invención

La presente invención proporciona un aparato mejorado para preparar y alimentar una suspensión de catalizador a un reactor de polimerización. El aparato posee un tanque de mezclado para formar una suspensión de catalizador a partir de un catalizador sólido y un medio líquido, y un tanque de almacenamiento para mantener la suspensión de catalizador. El tanque de almacenamiento está conectado fluidamente a y recibe la suspensión de catalizador del tanque de mezclado. (El tanque de almacenamiento a veces se denomina tanque de circulación). El aparato también incluye una bomba para suministrar la suspensión de catalizador al reactor de polimerización mediante un pasaje de fluidos y un caudalímetro dispuesto a lo largo del pasaje de fluidos. El caudalímetro mide el flujo de la suspensión de catalizador en el pasaje de fluidos. El aparato también incluye un controlador que recibe una señal de flujo del caudalímetro indicativa del flujo de la suspensión de catalizador. El controlador dirige a la bomba para aumentar o reducir el flujo de la suspensión de catalizador al reactor de polimerización en base a la señal de flujo.

El aparato incluye un tanque de mezclado y un tanque de almacenamiento que poseen, cada uno, un agitador, tal como un propulsor u otro dispositivo de mezclado, para agitar la suspensión de catalizador de manera tal que la suspensión de catalizador posea una relación en peso sólido a líquido esencialmente homogénea, lo que significa que sea homogénea o con pequeñas variaciones que no tengan ningún efecto considerable sobre el proceso de polimerización. El tanque de mezclado puede estar más elevado que el tanque de almacenamiento, de manera que la suspensión de catalizador fluya desde el tanque de mezclado al tanque de almacenamiento al menos parcialmente debido a la gravedad, evitando de ese modo la necesidad de una bomba entre el tanque de mezclado y el tanque de almacenamiento. Alternativamente, la suspensión de catalizador puede moverse entre los tanques sin una bomba o una diferencia en la elevación manteniendo un diferencial de presión entre el tanque de mezclado y el tanque de almacenamiento. El aparato puede incluir al menos un tanque de almacenamiento adicional que esté fluidamente conectado para recibir la suspensión de catalizador del tanque de mezclado y esté conectado fluidamente para proporcionar la suspensión de catalizador al reactor de polimerización.

El aparato puede incluir un indicador de nivel que detecta el nivel de la suspensión de catalizador en el tanque. El aparato también puede incluir un segundo tanque de almacenamiento de suspensión, que también puede tener un agitador y un indicador de nivel. El aparato también incluye una bomba para recibir la suspensión de catalizador de al menos uno de los tanques de almacenamiento y suministrar la suspensión de catalizador a un reactor de polimerización. De esta manera, el controlador puede hacer que la suspensión de catalizador esté disponible continuamente de un tanque de almacenamiento o el otro. Por ejemplo, el segundo tanque de almacenamiento puede servir como tanque suplementario o de transición. El segundo tanque de almacenamiento puede utilizarse cuando el primer tanque de almacenamiento está funcionando defectuosamente o cuando un nuevo tipo de catalizador necesita ser introducido al reactor. Alternativamente, un controlador puede recibir señales de los indicadores de nivel para determinar qué tanque de almacenamiento debe proporcionar la suspensión de catalizador al reactor. Se proporciona un tanque de mezclado antes de los tanques de almacenamiento para mezclar la suspensión de catalizador. El controlador también puede determinar qué tanque de almacenamiento posee un nivel insuficiente de suspensión y debe recibir suspensión adicional del tanque de mezclado.

El aparato también incluye un pasaje de fluidos que se extiende desde la bomba al reactor de polimerización y un caudalímetro dispuesto en el pasaje de fluidos que mide el flujo de la suspensión de catalizador hacia el reactor de polimerización. El controlador puede recibir una señal que indica el flujo medido del caudalímetro y ordena por señales a la bomba que ajuste el flujo de la suspensión de catalizador hacia el reactor de polimerización.

El aparato anterior de suspensión de catalizador puede emplearse como parte de un aparato de polimerización y puede utilizarse para alimentar la suspensión de catalizador a las alimentaciones de catalizador de un reactor de polimerización en suspensión.

La presente invención también proporciona un proceso para preparar una suspensión de catalizador y proporcionar la suspensión de catalizador a un reactor de polimerización. El proceso incluye formar una suspensión de catalizador a partir de un catalizador seco y un medio líquido en un tanque de mezclado que comprende un agitador, mantener la suspensión de catalizador en una relación sólido a líquido esencialmente homogénea, enviar la suspensión de catalizador desde el tanque de mezclado a un tanque de almacenamiento para mantener la suspensión de catalizador, donde el tanque de almacenamiento comprende un agitador, bombear la suspensión de catalizador desde el tanque de almacenamiento a un reactor de polimerización, medir el flujo de la suspensión de catalizador bombeada al reactor, y alterar el flujo de la suspensión de catalizador alimentada al reactor de polimerización al menos parcialmente en respuesta al flujo medido. El proceso también puede incluir agitar continuamente la suspensión de catalizador para mantener la suspensión de catalizador en una relación sólido a líquido esencialmente homogénea, y bombear continuamente la suspensión de catalizador o un medio líquido al reactor. La alimentación a la bomba puede conmutarse automáticamente para proporcionar medio líquido al reactor en lugar de la suspensión de catalizador.

El proceso también puede incluir determinar la cantidad del catalizador alimentado al reactor de polimerización durante un período seleccionado. Un operador puede determinar la velocidad de alimentación de catalizador utilizando un caudalímetro según lo mencionado más arriba. Adicional o alternativamente, un operador puede determinar la velocidad de alimentación de catalizador midiendo la pérdida del nivel de la suspensión en el tanque de almacenamiento, convirtiendo el cambio de nivel en un cambio de masa, y dividiendo después la cantidad de masa por el intervalo de tiempo para llegar a una velocidad de alimentación calculada. La velocidad de alimentación calculada puede utilizarse después para alterar el flujo de la suspensión de catalizador al reactor al menos parcialmente en respuesta a la cantidad calculada. El proceso también puede incluir introducir un catalizador seco y un diluyente líquido en un tanque de mezclado para formar una suspensión de catalizador, agitar la suspensión de catalizador en el tanque de mezclado para mantener una relación sólidos a líquido homogénea, alimentar la suspensión de catalizador del tanque de mezclado en un tanque de almacenamiento, agitar continuamente la suspensión de catalizador en el tanque de almacenamiento para mantener la suspensión de catalizador en una relación sólidos a líquido esencialmente homogénea, alimentar continuamente la suspensión de catalizador del tanque de almacenamiento a una bomba, y/o bombear continuamente la suspensión de catalizador al reactor de polimerización. El proceso también puede incluir operar el reactor de polimerización para producir partículas sólidas de polímero.

El proceso también puede comprender monitorear la cantidad de suspensión de catalizador bombeada al reactor de polimerización, y alterar el caudal de la suspensión de catalizador bombeada al reactor de polimerización en respuesta a la cantidad monitoreada. La cantidad puede monitorearse continuamente y el caudal puede alterarse continuamente. El proceso también puede incluir agitar la suspensión de catalizador con propulsores en el tanque de mezclado para mantener la suspensión de catalizador en una relación sólidos a líquido esencialmente homogénea.

40 Breve descripción del dibujo

La Fig. 1 ilustra un ensamblaje mejorado de alimentación de suspensión de catalizador.

La Fig. 2 ilustra un aparato y método para el traslado de catalizador hacia el interior o exterior de un tanque de mezclado de catalizador.

Descripción detallada de la invención

Los procesos y aparatos son particularmente aplicables a polimerizaciones de olefinas en un medio líquido. Los monómeros de olefina apropiados son 1-olefinas que poseen hasta 8 átomos de carbono por molécula y ninguna ramificación más cercana al doble enlace que la posición 4. Los presentes procesos y aparatos pueden utilizarse con un reactor de bucle para la copolimerización de etileno y una 1-olefina superior tal como buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno y 1-deceno. Por ejemplo, pueden utilizarse los presentes procesos y aparatos para polimerizar etileno y 0,01 a 10 por ciento en peso de olefina superior, alternativamente 0,01 a 5 por ciento en peso de olefina superior, alternativamente 0,1 a 4 por ciento en peso de 1-olefina superior, en base al peso total de etileno y comonómero. Alternativamente puede utilizarse suficiente comonómero para dar las cantidades de incorporación de comonómero descritas más arriba en el polímero.

El medio líquido puede ser un diluyente para las partículas de polímero sólido que está separado de los monómeros sin reaccionar y además para éstos. Los diluyentes apropiados para los presentes procesos son bien conocidos en la técnica e incluyen hidrocarburos que sean inertes y líquidos o sean fluidos supercríticos en las condiciones de polimerización en suspensión. Los hidrocarburos apropiados incluyen isobutano, propano, n-pentano, i-pentano, neopentano y n-hexano, siendo especialmente preferible el isobutano. Alternativamente, el medio líquido puede ser el propio monómero sin reaccionar. Por ejemplo, los presentes procesos y aparatos también pueden adaptarse a la polimerización de propileno en los reactores de bucle. En el caso de polimerización a granel de propileno, no hay diluyente separado con respecto al monómero, debido a que el monómero (propileno) sirve como medio líquido. Por supuesto, la concentración del monómero de olefina será mucho más elevada que cuando un diluyente líquido también está presente. Sin embargo, se utilizará un medio líquido que sea diluyente para el catalizador para la preparación de la suspensión de

catalizador en el presente proceso y aparato. También, en el caso de la polimerización de propileno, el comonomero puede ser etileno y/u otro comonomero.

En las polimerizaciones de polietileno que utilizan un reactor de bucle, el diluyente es típicamente reciclado después de ser separado del polímero sólido. El diluyente reciclado que ha sido procesado para quedar libre de olefina puede combinarse con un catalizador seco para formar una suspensión de catalizador. Alternativamente, el diluyente fresco (libre de olefina) puede utilizarse para formar una suspensión de catalizador. La suspensión de catalizador se introduce en el reactor de bucle para catalizar el proceso de polimerización.

La Fig. 1 ilustra un aparato de polimerización 10 que incluye un ensamblaje de alimentación de suspensión de catalizador como un ejemplo de la presente invención. La Fig. 1 no está dibujada a escala; ciertos elementos están agrandados para claridad de la ilustración. En la Fig. 1, el aparato de polimerización 10 incluye un tanque de mezclado 14 donde se mezcla un lote de catalizador con diluyente para preparar la suspensión de catalizador para un reactor de polimerización 42. A modo de ejemplo (pero no como limitación) el reactor de polimerización puede ser un reactor de bucle. El tanque de mezclado 14 está conectado fluidamente a tanques de almacenamiento (o tanques de circulación) 18 por los primeros conductos 22. Los primeros conductos 22 pueden tener válvulas 44. Los tanques de almacenamiento 18 están cada uno conectados fluidamente a una bomba 26 mediante un segundo conducto 30 y cada bomba 26 está a su vez fluidamente conectada al reactor de polimerización 42 mediante un tubo de entrada 34 que es un pasaje de fluidos al reactor 42. Los tubos de entrada 34 están conectados operativamente con caudalímetros 38 dispuestos a lo largo del tubo de entrada 34 ubicado entre las bombas 26 y el reactor de polimerización 42. El tanque de mezclado 14 recibe catalizador seco y diluyente libre de olefina como medio líquido. Sólo a modo de ejemplo, el tanque de mezclado 14 posee una capacidad de 17.034 litros (4.500 galones).

Los catalizadores apropiados para polimerizaciones de olefinas en suspensión son bien conocidos en la técnica. El óxido de cromo es particularmente apropiado en un soporte tal como sílice. La referencia a la sílice en la presente memoria tiene como objeto también abarcar cualquier soporte conocido que contiene sílice, incluyendo, sin limitación, sílice-alúmina, sílice-titanio y sílice-alúmina-titanio. Pueden utilizarse catalizadores de Ziegler, metalocenos y otros catalizadores para poliolefinas bien conocidos, así como los co-catalizadores. Además, los diluyentes apropiados para dichos catalizadores son bien conocidos en la técnica. Los hidrocarburos apropiados incluyen isobutano, n-butano, propano, n-pentano, i-pentano, neopentano, n-hexano y n-heptano. El catalizador y diluyente se añaden al tanque de mezclado 14 en las proporciones necesarias como para lograr un porcentaje en peso de catalizador deseado en diluyente. Sólo a modo de ejemplo, el catalizador y diluyente se añaden en el tanque de mezclado 14 en proporciones tales que la mezcla resultante tenga aproximadamente 8 por ciento en peso de catalizador en el diluyente.

El tanque de mezclado 14 típicamente es más grande que los tanques de almacenamiento 18 y se utiliza para hacer grandes lotes de suspensión de catalizador. El tanque de mezclado 14 incluye un agitador 50 que agita la suspensión de catalizador. En la Fig. 1, el agitador 50 es un propulsor. Los propulsores 50 pueden tener diferentes tamaños y formas. Los propulsores 50 pueden mantener la suspensión de catalizador en una relación en peso catalizador a diluyente esencialmente homogénea (o relación en peso sólido a líquido) a lo largo del tanque de mezclado 14. Crear un lote homogéneo de suspensión de catalizador en el tanque de mezclado 14 después de que se añade el catalizador al diluyente puede demandar sólo segundos, pero llenar el tanque de mezclado 14 con diluyente puede demandar algo de tiempo, por ejemplo una hora. Sólo a modo de ejemplo, el tanque de mezclado 14 puede tener dimensiones adecuadas para mantener un lote de 600 kilogramos de catalizador, lo que será suficiente para alimentar el reactor durante aproximadamente 30 a 40 horas.

Los primeros conductos 22 se extienden fuera del tanque de mezclado 14 y suministran la suspensión de catalizador a los tanques de almacenamiento 18. Los primeros conductos 22 pueden tener entradas 58 que están ubicadas cerca de la parte inferior del tanque de mezclado 14 de manera tal que los primeros conductos 22 aún pueden extraer la suspensión de catalizador del tanque de mezclado 14 cuando el nivel de la suspensión de catalizador está bajo dentro del tanque de mezclado 14. Los propulsores pueden estar ubicados próximos a la tangente inferior del tanque de mezclado 14 para producir una suspensión de catalizador homogénea aún en bajos niveles de tanque. También, las entradas 58 de los primeros conductos 22 pueden estar ubicadas en puntos del tanque de mezclado 14 próximos al propulsor 50 a fin de que los primeros conductos 22 extraigan la suspensión de catalizador que es esencialmente homogénea. La suspensión de catalizador en el tanque de mezclado 14 puede someterse a una presión más alta o puede ubicarse en una elevación más alta que la suspensión de catalizador en los tanques de almacenamiento 18 de manera tal que la suspensión de catalizador sea empujada desde el tanque de mezclado 14 a los tanques de almacenamiento 18 a través de los primeros conductos 22.

Cada primer conducto 22 lleva la suspensión de catalizador pasando por la válvula 44 a un tanque de almacenamiento 18. Sólo a modo de ejemplo, los tanques de almacenamiento 18 tienen, cada uno, una capacidad de 4.732 litros (1.250 galones). Mientras el tanque de mezclado 14 está en el proceso de crear un lote de suspensión de catalizador, la válvula 44 puede estar cerrada de manera que ninguna suspensión de catalizador fluya desde el tanque de mezclado 14 al tanque de almacenamiento 18. El tanque de almacenamiento 18 puede incluir un indicador de nivel 90 que está conectado eléctricamente a la válvula 44 (a través de un ordenador u otro controlador) y mide el nivel de la suspensión de catalizador en el tanque de almacenamiento 18. Cuando el nivel de la suspensión de catalizador 14 en el tanque de almacenamiento 18 es bajo, el indicador de nivel 90 puede ordenar por señales a la válvula 44 que abra el primer conducto 22. La suspensión de catalizador después fluye al tanque de almacenamiento 18 hasta que el tanque de almacenamiento 18 contenga el nivel deseado de suspensión de catalizador. El indicador de nivel 90 después puede ordenar

ES 2 342 932 T3

por señales a la válvula 44 que cierre el primer conducto de manera tal que ninguna suspensión más de catalizador ingrese en el tanque de almacenamiento 18. Por ello, entre los mezclados por lotes de la suspensión de catalizador en el tanque de mezclado 14, puede extraerse un lote lo suficientemente grande de suspensión de catalizador del tanque de mezclado 14 al tanque de almacenamiento 18 de manera tal que el tanque de almacenamiento 18 no se quede sin suspensión de catalizador durante el tiempo (por ejemplo, de 4 a 6 horas) que el tanque de mezclado 14 está fabricando un nuevo lote de suspensión de catalizador.

Una vez que los tanques de almacenamiento 18 han recibido un lote de suspensión de catalizador desde el tanque de mezclado 14, los tanques de almacenamiento 18 pueden agitar la suspensión de catalizador con los propulsores 54, similares a los utilizados en el tanque de mezclado 14, o con otro medio de agitación. El propulsor 54 puede emplearse para agitar constantemente la suspensión de catalizador de manera tal que la suspensión de catalizador posea una relación en peso catalizador a diluyente (o relación en peso sólido a líquido) esencialmente homogénea a lo largo del tanque de almacenamiento 18.

Los segundos conductos 30 se extienden fuera de los tanques de almacenamiento 18 y suministran un flujo continuo de la suspensión de catalizador a las bombas 26. Cada segundo conducto 30 puede tener una entrada 62 que está ubicada cerca de la parte inferior de un tanque de almacenamiento 18 de manera tal que el segundo conducto 30 aún puede extraer la suspensión de catalizador del tanque de almacenamiento 18 cuando el nivel de la suspensión de catalizador dentro del tanque de almacenamiento 18 es bajo. Los propulsores 54 pueden estar ubicados próximos a la tangente inferior del tanque de almacenamiento 18 para producir una suspensión de catalizador esencialmente homogénea aún en niveles bajos de tanque. También, la entrada 62 de cada segundo conducto 30 puede estar ubicada en un punto del tanque de almacenamiento 18 próximo a un propulsor 54 a fin de que el segundo conducto 30 extraiga la suspensión de catalizador que está completamente homogeneizada, de los tanques de almacenamiento 18.

Los segundos conductos 30 permiten un flujo continuo de la suspensión de catalizador a las bombas 26 que elevan la presión sobre la suspensión de catalizador y empujan la suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42 a través de los tubos de entrada 34. Las bombas 26 pueden ser bombas de desplazamiento positivo con, a modo de ejemplo, tres cabezales o pueden ser otro tipo de bomba de fluidos. En las bombas de tres cabezales, cada cabezal posee un émbolo conectado a un pistón que empuja la suspensión de catalizador hacia adelante hacia el reactor de polimerización 42. Cuando el pistón retrocede después de empujar el émbolo (y de ese modo la suspensión de catalizador) hacia el reactor de polimerización 42, el pistón retrocede de manera tal que la presión se reduce y el flujo de la suspensión de catalizador en el cabezal se reduce. Sin embargo, con tres cabezales funcionando al mismo tiempo en la misma bomba 26, al menos un pistón está empujando la suspensión de catalizador hacia el reactor de polimerización 42 esencialmente todo el tiempo de manera que el retroceso y la pérdida de presión de los otros pistones no interrumpa la presión casi continua y flujo de la suspensión de catalizador a través de la bomba 26. Al bombear el flujo del catalizador continuamente, es menor la posibilidad de que la bomba 26 cree y se obstruya por bolsas de gas en la suspensión de catalizador.

Cuando las bombas 26 proporcionan la suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42 en un flujo básicamente continuo, los caudalímetros 38 pueden utilizarse para medir el flujo de la suspensión de catalizador que ingresa a los tubos de entrada 34. Alternativamente, los caudalímetros 38 pueden utilizarse para medir el flujo menos continuo de la suspensión de catalizador generada mediante una bomba que posee un único cabezal (o cualquier tipo de bomba). Alternativa o adicionalmente, los caudalímetros 38 pueden utilizarse para medir la concentración de catalizador dentro de la suspensión de catalizador. Los caudalímetros 38 preferiblemente son caudalímetros de masa tipo coriolis, aunque puede utilizarse cualquier medio de medición de flujo apropiado capaz de medir el flujo de la propia suspensión de catalizador o el flujo del catalizador dentro de la suspensión a medida que la suspensión de catalizador pasa por los caudalímetros 38.

Una cantidad deseada de suspensión de catalizador se alimenta al reactor de polimerización 42 para contribuir efectivamente al proceso de polimerización. Los caudalímetros 38 están conectados eléctricamente a un controlador, por ejemplo un ordenador o sistema distribuido de control (DCS) 92, y a las bombas 26 de manera tal que el flujo o cantidad de la suspensión de catalizador que fluye a través de los caudalímetros 38 exceda la cantidad deseada, el controlador 92 ordena por señales a las bombas 26 que reduzcan o interrumpan el flujo o cantidad de suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42. El controlador 92 puede calcular la cantidad de catalizador alimentado al reactor durante un tiempo seleccionado, por ejemplo, en base al flujo medido y la concentración de catalizador en la suspensión de catalizador.

Alternativamente, el controlador 92 puede ordenar por señales a las bombas 26 que aumenten o reinicien el flujo de la suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42 cuando el flujo o cantidad de suspensión de catalizador que fluye por los caudalímetros 38 no es suficiente para satisfacer la cantidad predeterminada o calculada de catalizador requerida en el reactor de polimerización 42. De ese modo, el ensamblaje de alimentación de catalizador puede proporcionar un flujo continuo de suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42 que puede medirse mediante los caudalímetros 38 y reducirse, interrumpirse, aumentarse o reiniciarse mediante los caudalímetros 38 y las bombas 26. Alternativamente, las válvulas 32 en las líneas de suministro 30 pueden abrirse o cerrarse (totalmente o parcialmente) para reducir, interrumpir, aumentar o iniciar el flujo de suspensión al reactor de polimerización 42.

Alternativamente, el controlador 92 puede medir la cantidad de la suspensión de catalizador alimentado al reactor de polimerización 42 durante un período seleccionado de tiempo. El controlador 92 puede medir la pérdida en el nivel

de suspensión de catalizador en el tanque de almacenamiento 18, convertir el cambio de nivel a un cambio de masa y después dividir el cambio de masa por el intervalo de tiempo para llegar a una velocidad de alimentación calculada. La velocidad de alimentación calculada después puede compararse con una velocidad de suspensión de catalizador predeterminada necesaria para una cantidad de producción de polímero específica. El controlador 92 después puede

5 alterar el flujo de la suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42 de la misma manera. Este procedimiento calculado es un soporte de los caudalímetros 38 que mejora la confiabilidad del sistema de alimentación de la suspensión de catalizador.

Alternativamente, el controlador 92 puede medir la cantidad de suspensión de catalizador en un tanque de almacenamiento 18 con el indicador de nivel 90 y ordenar por señales a la válvula 44 que se abra de manera tal que el tanque de almacenamiento 18 sea reabastecido de suspensión de catalizador desde el tanque de mezclado 14.

Un reactor puede tener sólo una alimentación de catalizador o, alternatively, puede tener una pluralidad de alimentadores de catalizador espaciados en un reactor de polimerización para facilitar inclusive la distribución de catalizador en la suspensión fluida. Por ejemplo, en la Fig. 1, los dos tubos de entrada 34 están dispuestos simétricamente

15 alrededor del reactor para facilitar inclusive la distribución del catalizador en la suspensión fluida. Además, en base a las lecturas de los caudalímetros 38, el controlador 92 puede calcular con qué frecuencia un nuevo lote de suspensión de catalizador deberá fabricarse y cuánta suspensión deberá fabricarse en el lote. Alternativamente, los tubos de entrada 34 pueden alimentarse en el mismo punto del reactor de polimerización 42.

El uso del tanque de mezclado 14 con el/los tanque(s) de almacenamiento 18 separa eficientemente las tareas de preparación de la suspensión de catalizador y de suministro de la suspensión de catalizador en un flujo continuo. El tanque de mezclado 14 mezcla la suspensión de catalizador en un estado homogéneo. El tanque de almacenamiento 18 se llena con suficiente suspensión de catalizador para suministrar continuamente la suspensión de catalizador durante

20 un período de tiempo deseado. Por ello, el tanque de mezclado 14 y el tanque de almacenamiento 18 pueden realizar una tarea separada para asegurar que el reactor de polimerización 42 esté alimentado continuamente con la suspensión de catalizador.

Sin embargo, para algunos sistemas, un ensamblaje de alimentación de suspensión puede incluir dos tanques de circulación y no incluye tanques de almacenamiento y mezclado separados. En esos sistemas, los tanques de circulación en general serán más grandes que los tanques de almacenamiento de sistemas que incluyen un tanque de mezclado, porque cada tanque de circulación se utilizará para mezclar grandes lotes de suspensión de catalizador a medida que lo hace el tanque de mezclado 14. En estos sistemas, mientras el primer tanque de circulación mezcla un nuevo lote de suspensión de catalizador, el segundo tanque de circulación suministra continuamente un flujo de

30 suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42. Cuando el primer tanque de circulación ha terminado de fabricar un nuevo lote de suspensión de catalizador y el segundo tanque de circulación ha suministrado la mayor parte o toda su suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42, el primer tanque de circulación después comienza a suministrar un flujo continuo de suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42 mientras que el segundo tanque de circulación comienza a mezclar un nuevo lote de suspensión de catalizador. Los dos tanques de circulación de ese modo alternan el mezclado y suministro de la suspensión de catalizador para asegurar que se proporciona un flujo continuo de la suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42. Sin embargo, mediante el uso de tanques de circulación paralelos para realizar ambas tareas de mezclado y suministro, el ensamblaje de alimentación de la suspensión de catalizador, hasta cierto punto, pierde el beneficio de una segunda línea con una bomba de apoyo según lo explicado más abajo. Por ello, un sistema de dos tanques de circulación puede tener dos bombas y dos líneas

35 separadas a fin de tener capacidad superabundante.

El ensamblaje de alimentación de la suspensión de catalizador puede operar con uno o ambos segundos conductos 30 funcionando. Si las bombas 26 están funcionando constantemente, pueden tender a gastarse y romperse más frecuentemente. Por ello, es deseable una bomba de apoyo o redundante para un ensamblaje de alimentación de suspensión de catalizador. Una forma de utilizar una bomba de apoyo es utilizar solamente una línea de alimentación con una tubería de contingencia que desvíe la suspensión de catalizador del segundo conducto 30 a la bomba de apoyo y después de vuelta a la línea de alimentación en el tubo de entrada 34. Cuando se rompe la bomba principal en la única

40 línea de alimentación 26, la suspensión de catalizador puede ser alimentada a la bomba de apoyo a través de la tubería de contingencia con poca pérdida de tiempo o producción. Sin embargo, debido a que la tubería de contingencia se desvía y se reintegra a la línea de alimentación, contiene curvas y codos extra. De ese modo, es más probable que los sólidos de la suspensión de catalizador obstruyan la tubería de contingencia y reduzcan el flujo de la suspensión de catalizador. La bomba de apoyo puede incorporarse en el ensamblaje de alimentación de la suspensión de catalizador utilizando una segunda línea de alimentación completamente separada de maneja que si una bomba 26 se rompe e inhabilita una línea, la segunda bomba 26 de la segunda línea puede operar para suministrar la suspensión de catalizador con menos pérdida de tiempo y producción.

Alternativa o adicionalmente, para ciertos procesos de polimerización, se utilizan dos o más tipos de catalizador. Por ejemplo, un tipo de catalizador puede mezclarse en el tanque de mezclado 14 para formar una primera suspensión de catalizador, que después se alimenta a un primer tanque de almacenamiento 18. Un segundo tipo de catalizador

45 puede mezclarse en el tanque de mezclado 14 para formar una segunda suspensión de catalizador, que después se alimenta a un segundo tanque de almacenamiento 18 o, alternatively, el segundo tipo de catalizador puede mezclarse en un segundo tanque de mezclado 14 y alimentarse al segundo tanque de almacenamiento 18. El primer tanque de almacenamiento 18 alimenta la primera suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42, y el segundo tanque

de almacenamiento 18 después alimenta la segunda suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42. Además, el ensamblaje de alimentación de suspensión puede tener solamente una línea de alimentación o tener más de dos líneas de alimentación. Alternativamente, ambos tipos de catalizador pueden alimentarse al reactor de polimerización 42 simultáneamente desde el primer y segundo tanques de almacenamiento 18.

El ensamblaje de alimentación de suspensión de catalizador proporciona varias ventajas. En primer lugar, el ensamblaje de alimentación de suspensión proporciona un flujo predecible, controlable y continuo de suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42. La suspensión de catalizador alimentada al reactor puede monitorearse y mantenerse en un porcentaje especificado, por ejemplo aproximadamente 8% en peso. Al proporcionar (alimentar) continuamente la suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42 en vez de introducir cantidades separadas de suspensión de catalizador en pulsos o lotes u otras formas discontinuas, los caudalímetros 38 pueden monitorear mejor y reducir o aumentar el flujo de la suspensión de catalizador según lo deseado para suministrar la cantidad apropiada de suspensión de catalizador al reactor de polimerización 42. El sistema de monitoreo también puede permitir que los operadores conozcan cuánta suspensión de catalizador se ha añadido al reactor y calcular cuánta suspensión de catalizador está en el reactor. El ensamblaje de alimentación de suspensión de catalizador también puede reducir o eliminar escapes impredecibles de suspensión de catalizador en los tubos de entrada 34 debido a que la suspensión de catalizador se almacena a baja presión y es bombeada al reactor. De ese modo, se reduce la posibilidad de que se añada demasiada suspensión de catalizador al proceso de polimerización. Además, el uso de propulsores 54 en los tanques de almacenamiento 18 facilita mantener la suspensión de catalizador en una relación en peso catalizador a diluyente esencialmente homogénea antes de ser bombeada al reactor de polimerización 42. Cuando la suspensión de catalizador es esencialmente homogénea, se reduce la posibilidad de que se añada demasiado o demasiado poco catalizador al proceso de polimerización. De ese modo, el ensamblaje de alimentación de suspensión de catalizador da como resultado una velocidad de reacción estable y consistente.

La Fig. 2 ilustra un aparato y proceso para el traslado de un catalizador hacia el interior y exterior de un tanque de mezclado, tal como el tanque de mezclado 14 que se muestra en la Fig. 1. En la Fig. 2, el catalizador inicialmente se lleva a la planta de polimerización y se ingresa a un recipiente de traslado de catalizador 102. El catalizador es trasladado desde el recipiente de traslado de catalizador 102 a un tanque de pesaje de catalizador 104 a través de una línea de transporte 106. El tanque de pesaje de catalizador 104 es un recipiente elevado, de manera que el catalizador puede fluir por gravedad al tanque de mezclado de catalizador 114. Alternativamente, el catalizador podría transferirse desde el recipiente de traslado de catalizador 102 a un recipiente de lodo catalítico tradicional para la alimentación directa a un reactor.

En la Fig. 2, se utiliza un sistema de traslado neumático para transferir el recipiente de traslado de catalizador 102 al tanque de pesaje de catalizador 104. Puede proporcionarse un filtro 108 para retirar el catalizador. Opcionalmente puede proporcionarse un ciclón (no se muestra) en vez de o además del filtro, aunque actualmente se prefiere omitir dicho ciclón por simplicidad.

El sistema neumático de traslado utiliza una transferencia de fase densa con una relación sólido a gas relativamente alta. El recipiente de traslado de catalizador 102 se presuriza con nitrógeno. El tanque de pesaje de catalizador 104 (o recipiente de lodo catalítico) se aísla del filtro 108 a baja presión. La fuente de presión se aísla del recipiente de traslado de catalizador 102, después el recipiente de traslado de catalizador presurizado 102 se iguala con el tanque de pesaje de catalizador 104 abriendo una válvula de bloqueo automatizada entre los dos recipientes. A medida que las presiones se igualan entre los dos recipientes, el catalizador es llevado al recipiente de destino (por ejemplo, el tanque de pesaje de catalizador 104). Después de que se iguala la presión (en otras palabras, los dos recipientes tienen igual presión), la línea del tanque de pesaje de catalizador 104 (o recipiente de lodo catalítico) se ventea a través de un orificio restrictivo a los filtros. Estas etapas se repiten varias veces para asegurar que se retire todo el catalizador del recipiente de traslado de catalizador 102.

Las ventajas del sistema de traslado neumático incluyen la capacidad de transferir catalizador del recipiente de traslado de catalizador al tanque de pesaje de catalizador muy rápidamente y en una alta relación sólidos a gas. También el catalizador se traslada completamente dejando cantidades mínimas en el recipiente de traslado de catalizador, reduciendo o minimizando de ese modo la pérdida de catalizador. Además, este sistema de traslado posee menor arrastre de catalizador a los filtros, lo que reduce la cantidad de catalizador perdido. También el catalizador se transfiere sin dañar las partículas de catalizador por ruptura que produce partículas finas (que son partículas pequeñas de catalizador).

Los procesos y aparatos anteriores también confieren varios beneficios inesperados. Primero, utilizar el ensamblaje de alimentación de suspensión de catalizador con el reactor de polimerización puede facilitar mayor producción de sólidos de polimerización debido a la alimentación consistente y controlable de catalizador al reactor de polimerización y de ese modo un proceso mas consistente a lo largo del reactor de polimerización completo. El ensamblaje de alimentación de suspensión de catalizador también puede proporcionar una mejor calidad de producto mejorando la medición y control de la cantidad de catalizador alimentado al reactor de polimerización y mejorando de ese modo el control del reactor. También, el uso del ensamblaje de alimentación de suspensión de catalizador puede contribuir a la confiabilidad en la operación del reactor de polimerización debido a que el catalizador alimentado en el reactor de polimerización se monitorea para impedir que el catalizador en exceso ingrese al reactor de polimerización e induzca una reacción adversa. Por ejemplo, el uso de las válvulas, caudalímetros y bombas en el ensamblaje de alimentación de suspensión reduce la posibilidad de que una cantidad extra de catalizador se escurra involuntariamente al reactor de polimerización.

ES 2 342 932 T3

El catalizador también se mantiene en el ensamblaje de alimentación de suspensión de catalizador a una presión más baja que en el reactor. En caso de que sucediera algún escape en el ensamblaje de alimentación de suspensión de catalizador, el catalizador no fluiría al reactor debido a que el reactor está más altamente presurizado que los recipientes de alimentación de catalizador. De ese modo, se reduce la posibilidad de que un exceso de catalizador sea
5 añadido involuntariamente al reactor por mal funcionamiento del aparato (tal como escapes de válvulas y disposiciones incorrectas de válvulas que eran frecuentes con el uso del alimentador esférico de retención).

Si bien la invención se ha descrito con referencia a ciertas realizaciones, los expertos en la técnica entenderán que pueden realizarse diversos cambios y pueden sustituirse equivalentes sin apartarse del alcance de la invención.
10 Además, pueden realizarse muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la invención sin apartarse de su alcance. Por ello, se tiene como objetivo que la invención no se limite a la realización particular revelada, sino que la invención incluya todas las realizaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones anexadas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para preparar, medir y alimentar una suspensión de catalizador a un reactor de polimerización, donde el aparato comprende:

un tanque de mezclado para mezclar una suspensión de catalizador que comprende un catalizador sólido en un medio líquido, donde el tanque de mezclado comprende un agitador;

un tanque de almacenamiento para mantener la suspensión de catalizador, donde el tanque de almacenamiento comprende un agitador y está fluidamente conectado para recibir la suspensión de catalizador desde el tanque de mezclado;

una bomba para suministrar la suspensión de catalizador desde el tanque de almacenamiento a un reactor de polimerización a través de un pasaje de fluidos;

un caudalímetro adaptado para medir el flujo de la suspensión de catalizador a través del pasaje de fluidos; y

un controlador que recibe una señal de flujo del caudalímetro indicativa del flujo de la suspensión de catalizador, donde el controlador ordena a la bomba que ajuste el flujo de la suspensión de catalizador en base a la señal de flujo.

2. El aparato de la reivindicación 1, donde el tanque de mezclado está en una elevación más alta que el tanque de almacenamiento de manera que la suspensión de catalizador fluye desde el tanque de mezclado al tanque de almacenamiento al menos parcialmente debido a la gravedad.

3. El aparato de la reivindicación 1, que comprende un segundo tanque de almacenamiento, donde el segundo tanque de almacenamiento está fluidamente conectado para recibir la suspensión de catalizador desde el tanque de mezclado y está conectado fluidamente para proporcionar la suspensión de catalizador al reactor de polimerización.

4. El aparato de la reivindicación 1, que comprende un indicador de nivel para medir el nivel de la suspensión de catalizador en el tanque de almacenamiento, donde el controlador está adaptado para recibir una señal indicativa del nivel medido de la suspensión de catalizador en el tanque de almacenamiento y, cuando el nivel de la suspensión de catalizador en el tanque de almacenamiento está por debajo de un nivel predeterminado, el controlador dirige la suspensión de catalizador al tanque de almacenamiento desde el tanque de mezclado.

5. Un aparato de polimerización que comprende:

un reactor de polimerización en suspensión que posee al menos una alimentación de catalizador;

un tanque de mezclado para mezclar una suspensión de catalizador que comprende un catalizador sólido en un medio líquido donde el tanque de mezclado comprende un agitador;

un tanque de almacenamiento para mantener la suspensión de catalizador, donde el tanque de almacenamiento comprende un agitador y está fluidamente conectado para recibir la suspensión de catalizador desde el tanque de mezclado;

una bomba para suministrar la suspensión de catalizador desde el tanque de almacenamiento a través de un pasaje de fluidos a la al menos una alimentación de catalizador del reactor de polimerización;

un caudalímetro para medir el flujo de la suspensión de catalizador al reactor; y

un controlador que recibe una señal de flujo desde el caudalímetro indicativa del flujo de la suspensión de catalizador, donde el controlador ordena a la bomba que ajuste el flujo de la suspensión de catalizador al reactor de polimerización en base a la señal de flujo.

6. Un proceso para preparar una suspensión de catalizador y proporcionar la suspensión de catalizador a una zona de reacción de polimerización, donde el proceso comprende:

formar una suspensión de catalizador a partir de un catalizador seco y un medio líquido en un tanque de mezclado que comprende un agitador; mantener la suspensión de catalizador en una relación sólidos a líquido esencialmente homogénea;

suministrar la suspensión de catalizador desde el tanque de mezclado a un tanque de almacenamiento para mantener la suspensión de catalizador, donde el tanque de almacenamiento comprende un agitador;

bombear la suspensión de catalizador desde el tanque de almacenamiento a la zona de reacción de polimerización; medir el flujo de la suspensión de catalizador bombeada en la zona de reacción de polimerización; y

ES 2 342 932 T3

alterar el flujo de la suspensión de catalizador bombeada a la zona de reacción de polimerización al menos parcialmente en respuesta al flujo medido.

5 7. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende agitar continuamente la suspensión de catalizador para mantener la suspensión de catalizador en una relación sólido a líquido esencialmente homogénea antes de bombear la suspensión de catalizador a la zona de reacción.

8. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende:

10 operar la zona de reacción de polimerización para producir partículas sólidas de polímero;

determinar la cantidad del catalizador alimentado a la zona de reacción durante un período seleccionado; y

15 alterar el flujo de la suspensión de catalizador a la zona de reacción al menos parcialmente en respuesta a la cantidad determinada.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

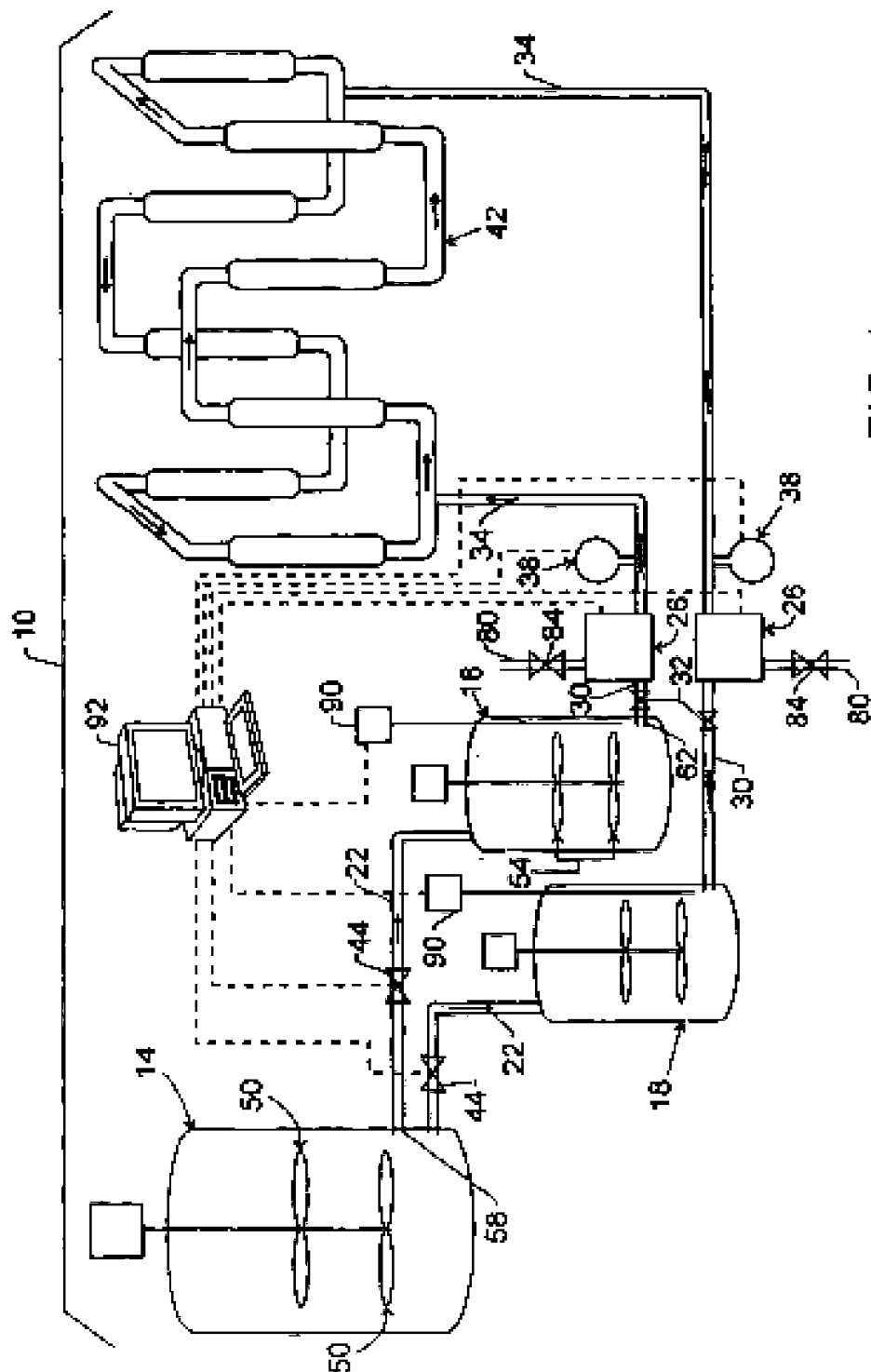


FIG. 1

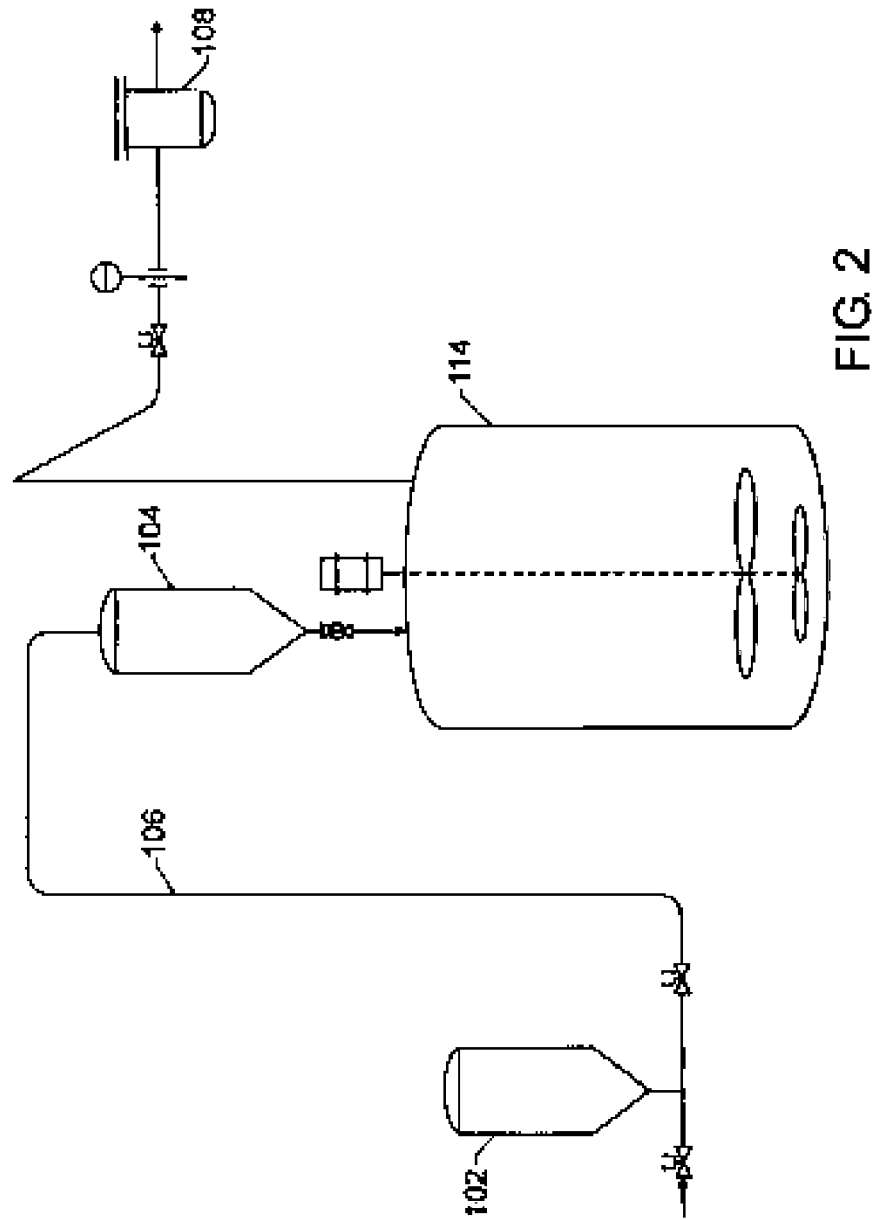


FIG. 2