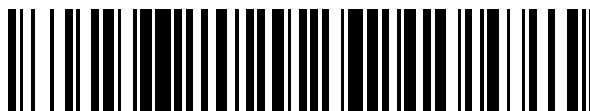


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 303**

51 Int. Cl.:

B01J 8/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2009** **PCT/US2009/035575**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2010** **WO10014266**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2009** **E 09749219 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.02.2017** **EP 2249955**

54 Título: **Método y procedimiento que mejoran la eficacia de las materias primas**

30 Prioridad:

27.02.2008 US 38163

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

06.07.2017

73 Titular/es:

UNIVATION TECHNOLOGIES, LLC (100.0%)
5555 San Felipe
Houston, TX 77056, US

72 Inventor/es:

PARRISH, JOHN, ROBERTS;
DRABISH, JEFFREY, BRIAN;
LONGORIA, OSCAR, M. y
SWECKER, JAMES, LELAND

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 622 303 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

Método y procedimiento que mejoran la eficacia de las materias primas

Campo de la invención

5 La descripción se refiere a la producción de poliolefinas en lechos fluidizados, y particularmente a métodos de retirada de producto polimerizado de un reactor de lecho fluidizado a una tasa de producción deseada conservando mientras el gas fluidizante.

Antecedentes de la invención

10 Un problema de muchos años en la producción de poliolefinas en reactores de lecho fluidizado es la pérdida del monómero sin reaccionar en el gas fluidizante como consecuencia de la retirada del reactor del producto polímero sólido. Las partículas de polímero o producto resinoso se retiran generalmente haciéndolas pasar a un depósito de producto conectado al reactor de lecho fluidizado, lo que generalmente sucede bajo presión gaseosa positiva facilitada por la gravedad, durante la cual las partículas son todavía algo arrastradas por la atmósfera gaseosa del reactor o rodeadas por ella. Independientemente del sistema de válvulas a través del cual fluye el producto sólido durante un ciclo de descarga, el gas del ciclo que sale del reactor junto con el producto contiene generalmente un volumen significativo de monómero sin reaccionar. La pérdida de monómero sin reaccionar constituye una pérdida económica del reaccionante químico. El gas fluidizante puede incluir además gases inertes, por ejemplo, para controlar el punto de rocío del gas de reciclado y que también representa una pérdida económica cada vez que el producto polímero se retira del reactor.

20 Los sistemas anteriores que se han desarrollado para minimizar la pérdida de gas cuando se retira el producto polímero tienden a impedir la retirada del propio producto sólido, en relación con un diseño de reactor que no emplee dicho sistema. Como resultado, todo el proceso de polimerización puede estar limitado finalmente por el caudal de retirada del producto, en lugar de depender de la tasa de producción. Estas limitaciones de la producción en los reactores grandes y caros son altamente indeseables.

25 Por lo tanto, existe la necesidad de nuevas estrategias de retirada de producto que puedan ayudar a minimizar la pérdida de gases del reactor cuando se retira el producto polímero, pero que no impidan la retirada del producto sólido durante la descarga del producto. También hay necesidad de sistemas de retirada de producto que puedan funcionar en una amplia gama de parámetros del reactor, sin limitar la tasa de producción.

Breve resumen de la invención

30 Esta descripción proporciona un método y un aparato para controlar la descarga del producto de un reactor de lecho fluidizado y para controlar, reducir y/o minimizar la pérdida del monómero sin reaccionar y el gas fluidizante que resulta de retirar el producto polímero sólido del reactor. Los reactores de lecho fluidizado descargan normalmente resina a través de un sistema integrado de descarga de producto (abreviadamente denominado IPDS por la expresión inglesa *Integrated Product Discharge System*), que incluye un conjunto de válvulas y depósitos configurados para minimizar la pérdida de gas del reactor durante el ciclo de descarga de la resina del reactor. En un aspecto, minimizar las pérdidas de gas del ciclo se puede lograr llenando sustancialmente por completo el depósito de producto con la resina o haciendo que rebose el depósito de producto hasta un nivel deseable definido de resina, durante la secuencia de descarga del reactor. Maximizar el llenado de resina en el depósito de producto minimiza el volumen de gas del reactor, con lo que también se minimiza la pérdida de gas del ciclo de descarga mientras que se maximiza la producción de la resina. Al mismo tiempo, el rebosamiento del depósito de producto en más de una cantidad aceptable puede causar obstrucciones no deseadas en el sistema IPDS y dar como resultado interrupciones del IPDS, que pueden reducir la producción de la planta así como aumentar las pérdidas del gas del ciclo.

45 Los tiempos de secuencia para controlar las válvulas en un sistema IPDS deben ser ajustados típicamente de manual, lo que requiere ajustes por "ensayo y error" para mantener un funcionamiento fiable. Por ejemplo, el tiempo en que está abierta la válvula de descarga del producto durante un ciclo de descarga, que controla el grado en que el depósito de producto está lleno o ha rebosado, es un parámetro que normalmente se ajusta de forma manual. De acuerdo con esta descripción, la válvula de descarga de producto se abre y se cierra durante un período de tiempo controlable usando un sistema que incluye un detector para detectar el nivel de producto sólido en partículas, junto con un sistema de control y varios algoritmos de control, que ajustan automáticamente el periodo de tiempo predeterminado de "válvula abierta" para alcanzar el nivel deseado sobrepasado o de llenado en el depósito de producto. Al describir el depósito de producto como "lleno", se pretende hacer referencia al producto que se añade al depósito de producto hasta aproximadamente el grado máximo, aproximadamente el 100% del nivel de capacidad del depósito de producto, sin rebosamiento sustancial de producto del depósito. Describir el depósito de producto como "rebotado", pretende hacer referencia al producto que se añade al depósito de producto hasta más del 100% del nivel de capacidad máxima del depósito de producto, de tal modo que el rebosamiento del producto del depósito en una tubería de ventilación, en un recipiente de rebosamiento o similar, ocurre en cierto grado deseado. Los términos "maximizar" o "maximizado" y similares se usan en la presente memoria para incluir tanto los conceptos de

"lleno" como "rebosado" de tal manera que el producto en partículas se añade a un depósito de producto hasta un nivel aceptable o deseable que incluye lleno o rebosado hasta un grado deseado.

Por tanto, en un aspecto, la descripción proporciona un método para retirar un producto sólido en partículas de un reactor de lecho fluidizado junto con el gas del reactor de lecho fluidizado, en el que un depósito de producto está conectado al reactor de lecho fluidizado a través de una válvula de llenado e incluye un medio para vaciar y un medio para ventilar el depósito de producto. El depósito de producto o la tubería de ventilación comprende un detector capaz de detectar el producto sólido en partículas y un sistema de control en comunicación con el detector y la válvula de llenado y capaz de controlar la válvula de llenado. El detector está situado, por ejemplo, en la parte superior del depósito o cerca de ella y/o contiguo a la tubería de ventilación, de manera que el detector indica cuando está lleno o ha rebosado el depósito de producto hasta un nivel conocido, por ejemplo dentro de la tubería de ventilación. Un ciclo de descarga se realiza abriendo la válvula de llenado durante un período de tiempo predeterminado y transfiriendo el producto sólido en partículas y el gas del reactor al depósito de producto, y cerrando luego la válvula de llenado y vaciando del depósito. Este ciclo de descarga se repite cualquier número de veces, y el algoritmo de control particular empleado calcula los ajustes que tienen que hacerse y, junto con el sistema de control, ajusta el período de tiempo predeterminado. Se puede utilizar cualquier detector que pueda detectar la presencia o ausencia de un producto sólido en partículas en el nivel del detector, puesto que está situado en el depósito de producto y/o la tubería de ventilación, y el algoritmo de control particular se puede seleccionar sobre la base del tipo de respuesta que proporcionará cualquier detector específico.

En un aspecto, se puede emplear un detector que proporcione una respuesta binaria simple, dependiendo de si se detecta o no se detecta el producto sólido en partículas. En este aspecto, y a modo de ejemplo, se puede determinar la fracción o porcentaje de ciclos de descarga en los que se detecta con el detector el producto sólido en partículas. Como los ciclos de descarga se llevan a cabo durante el período de ensayo, se puede utilizar con el sistema de control un algoritmo de control para ajustar el período de tiempo predeterminado para aumentar o disminuir la proporción de ciclos de descarga en la que se detecta con el detector el producto sólido en partículas. A medida que se efectúan más ciclos de descarga y se realizan los ajustes secuenciales, el depósito de producto puede acercarse a un nivel de llenado deseado sustancialmente constante durante cada ciclo de descarga del producto.

En otro aspecto, se puede emplear un detector que proporcione una respuesta a escala o proporcional a la presencia de producto sólido en partículas, que incluye un detector que proporcione un valor máximo del parámetro medido. En este aspecto, y a modo de ejemplo, se puede utilizar un detector que proporcione una medida de la densidad máxima. Se puede seleccionar un valor de respuestas deseado o diana del detector, junto con los valores de respuestas máximos aceptables y mínimos aceptables, y como los ciclos de descarga se llevan a cabo durante el período de ensayo, el algoritmo de control puede calcular el valor medio de las respuestas del detector. Al final del período de ensayo, se puede ajustar el período de tiempo predeterminado, en función de si el valor medio de las respuestas del detector es igual o menor que el valor de las respuestas mínimo aceptable, igual o superior a los valores de las respuestas máximos aceptables, o igual o próximo al valor de las respuestas deseado o diana del detector.

El método descrito en esta memoria es especialmente útil para procesos en los que un depósito de producto se llena y vacía rápidamente como parte de una operación secuenciada, en la que un nivel preciso y apropiado de llenado del depósito ayuda a maximizar y/o optimizar la producción del reactor, minimizando u optimizando al mismo tiempo la pérdida del monómero sin reaccionar en el gas fluidizante. Un tipo de operación secuenciada en el que se puede usar el procedimiento de la invención se describe en la Patente de EE.UU. N° 6.255.411, que se incorpora en la presente memoria en su totalidad como referencia. En este aspecto, los medios para vaciar el depósito de producto comprenden típicamente un depósito de inyección situado aguas abajo que está conectado al depósito de producto a través de una válvula de descarga.

En otro aspecto del procedimiento descrito, se proporciona un método de retirada de un producto sólido en partículas de un reactor de lecho fluidizado, en el que se emplean, con el depósito de producto y/o la tubería de ventilación, dos detectores capaces de detectar el producto sólido en partícula, junto con un sistema de control en comunicación con ambos detectores y la válvula de llenado. En este método y aparato, está situado un primer detector que indica cuando el depósito de producto está lleno o ha rebosado hasta un primer nivel inferior, y está situado un segundo detector que indica cuando el depósito de producto ha rebosado hasta un segundo nivel superior. Los detectores que se pueden usar pueden ser detectores que proporcionan ya sea una respuesta binaria "si-no" a la presencia de producto en partículas sólido o una respuesta a escala o proporcional que da una proporción de algún parámetro medido.

En el aspecto de dos detectores, y a modo de ejemplo, que usa detectores con una respuesta binaria, a medida que se realiza y se repite cualquier número de veces un ciclo de descarga el sistema de detectores y de control puede determinar la fracción o porcentaje de ciclos de descarga en el que se detecta el producto sólido en partículas tanto con el primer detector como con el segundo. Con el sistema de control se puede utilizar un algoritmo de control para ajustar el período de tiempo predeterminado, aumentando o disminuyendo la proporción de ciclos de descarga en la que se detecta el producto sólido en partículas con los detectores primero y el segundo. Incorporando un segundo detector, típicamente más alto en la tubería de ventilación que el primer detector que puede estar situado varios centímetros desde la parte superior del depósito de producto, se puede conseguir un control más preciso del nivel de

llenado del depósito de producto. Por ejemplo, usando este método y aparato de dos detectores, el período de tiempo predeterminado se puede ajustar de tal manera que se detecte el producto sólido en partículas con el primer detector en aproximadamente 100% de los ciclos de descarga, y se detecte el producto sólido en partículas con el segundo detector en aproximadamente 0% de los ciclos de descarga.

- 5 Además en el aspecto de dos detectores, y a modo de ejemplo, usando detectores con una respuesta a escala o proporcional, a medida que se realiza y se repite cualquier número de veces un ciclo de descarga, se puede seleccionar para cada detector un valor deseado o diana de respuesta del detector, junto con los valores de respuesta mínimos aceptables y máximos aceptables para cada detector, aunque típicamente un valor de respuesta mínimo aceptable estará asociado al detector situado más bajo en el depósito de producto o tubería de ventilación y el valor máximo aceptable de respuesta estará asociado al detector situado más alto en el depósito de producto o tubería de ventilación. Como los ciclos de descarga se efectúan durante un periodo de ensayo particular, el algoritmo de control puede calcular el valor medio de la respuesta del detector. Al final del período de ensayo, el periodo de tiempo predeterminado se puede ajustar, basándose en si el valor medio la respuesta del detector es igual o inferior al valor de respuesta mínimo aceptable, igual o superior a los valores de respuesta máximos aceptables, o inferior, superior o próximo a los valores deseados o diana de respuesta del detector para cada uno de los dos detectores. Esta realización de dos detectores se puede utilizar, por ejemplo, para proporcionar ajustes muy finos para el nivel del producto resinoso sólido en partículas.

- 20 Se han descrito numerosos sistemas de reactores y diseños de descarga del producto de lechos fluidizados, ejemplos de los cuales se describen en las Patentes de EE.UU. N° 4.621.952, 4.003.712, 4.032.391, 4.255.542, 4.302.565 y 4.535.134, cada uno de los cuales se incorpora como referencia en su totalidad. Se anticipa que el aparato y método de la presente descripción se pueden utilizar junto con cualquiera de estos sistemas de reactores para ajustar secuencialmente los ciclos de descarga, de manera que el depósito de producto se acerque a un nivel de llenado deseado sustancialmente constante durante cada ciclo de descarga del producto.

Breve descripción de las figuras de los dibujos

- 25 La Figura 1 es un esquema simplificado del sistema de descarga de producto de la presente descripción, que ilustra el sistema detector y de control en comunicación con la válvula de llenado del depósito de producto.

La Figura 2 es un esquema de un típico sistema de reactor de polimerización de lecho fluidizado que utiliza el sistema de descarga del producto de esta descripción.

- 30 La Figura 3 es un esquema que ilustra los depósitos y válvulas para una descripción esquemática de procedimiento de retirada del producto de acuerdo con Patente de EE.UU. N° 6.255.411, que se puede utilizar en combinación con el sistema de descarga del producto de esta descripción.

Descripción detallada de la invención

- 35 La presente descripción proporciona un método, un aparato y un sistema para mejorar la eficacia de las materias primas de un reactor de lecho fluidizado y la producción de la planta, mejorando la eficacia de llenado del sistema de descarga de productos integrados (IPDS) usando una nueva metodología de control. Por ejemplo, esta descripción ayuda a solucionar el problema de mantener el funcionamiento óptimo de la descarga de producto en un reactor de polimerización en lecho fluidizado, tal como se utiliza en la tecnología en fase gaseosa *UNIPOL*™ y otros procesos, para mantener las tasas de producción deseadas mientras que se minimizan las pérdidas de gas del ciclo. El proceso y el aparato descritos son aplicables a todos los productos resinosos, tal como polipropileno (PP) incluyendo polipropileno isotáctico (iPP), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) que incluye polietileno de baja densidad lineal catalizado por metaloceno (mLLDPE), caucho de etileno-propileno (EPR), caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM) y similares. De acuerdo con esta descripción, la válvula de descarga del producto de un reactor de lecho fluidizado se abre y se cierra durante un período de tiempo controlable usando un sistema que incluye un detector, un sistema de control, y varios algoritmos de control, y el periodo de tiempo predeterminado "de válvula abierta" se ajusta automáticamente para alcanzar el nivel de llenado deseado en el depósito de producto.

De acuerdo con esta descripción, se proporciona un método de retirada de un producto sólido en partículas desde un reactor de lecho fluidizado, comprendiendo el método:

(a) proporcionar:

- 50 (i) un depósito de producto conectado a un reactor de lecho fluidizado a través de una válvula de llenado y que comprende un medio para el vaciado y un medio para la ventilación;
- (ii) un detector que proporciona una respuesta cuando un producto sólido en partículas llena o rebosa el depósito de producto hasta el nivel del detector; y
- 55 (iii) un sistema de control en comunicación con el detector y la válvula de llenado y capaz de controlar la válvula de llenado;

(b) realizar al menos un ciclo de descarga que comprende:

(i) abrir la válvula de llenado durante un período de tiempo predeterminado y transferir el producto sólido en partículas junto con el gas del reactor desde el reactor de lecho fluidizado al depósito de producto; y

5 (ii) después del período de tiempo predeterminado, cerrar la válvula de llenado y vaciar el depósito de producto;

(c) mientras se realiza la etapa (b), calcular un ajuste deseado para el período de tiempo predeterminado usando un algoritmo de control y al menos una respuesta o ausencia de respuesta del detector obtenida mientras se realiza al menos un ciclo de descarga; y

(d) ajustar el período de tiempo predeterminado al ajuste deseado usando el sistema de control.

10 Típicamente, el medio para ventilar el depósito de producto es una tubería de ventilación y el detector puede estar situado en la tubería de ventilación o contiguo a ella con el fin de detectar el producto sólido en partículas cuando alcanza un nivel deseado dentro de la tubería de ventilación. Cuando el detector está situado para detectar el producto en la tubería de ventilación, el depósito de producto es rebosado hasta el nivel del detector; es decir, esta configuración permite al detector indicar cuándo se ha producido en cierto grado deseado el rebosamiento del producto desde el depósito de producto en la tubería de ventilación. En un aspecto, el detector puede estar situado a cualquier distancia a lo largo de la tubería de ventilación desde la unión de la tubería de ventilación y el depósito de producto. En un aspecto, el detector puede estar situado desde tan próximo como sea posible a la parte superior del depósito de producto, 7,6 a 305 cm (0,25 pies a 10 pies) o incluso más desde la unión de la tubería de ventilación y el depósito de producto. La ubicación del detector puede variar en función de la resina particular y puede variar en un amplio intervalo. Por ejemplo, las resinas más "pegajosas" o más adherentes que pueden estar entre las resinas de menor densidad (LDPE, EPR, y similares), están usualmente una posición del detector más baja en la tubería de ventilación o en la parte superior del depósito de producto, para evitar la obstrucción de la tubería de ventilación. Las resinas menos "pegajosas" o menos adherentes que están generalmente entre las resinas de mayor densidad (HDPE y similares), pueden estar en una posición del detector más alta en la tubería de ventilación debido a que su presencia varios decímetros (pies) en la tubería probablemente no dará lugar a la obstrucción o bloqueo en el sistema IPDS.

Por lo tanto, el detector puede estar situado en o sobre la tubería de ventilación a 305 cm (10 pies), aproximadamente 274 cm (9 pies), aproximadamente 244 cm (8 pies), aproximadamente 213 cm (7 pies), aproximadamente 183 cm (6 pies), aproximadamente 152 cm (5 pies), aproximadamente 122 cm (4 pies), aproximadamente 91 cm (3 pies), aproximadamente 61 cm (2 pies), o aproximadamente 46 cm (1,5 pies), aproximadamente 30,5 cm (1 pie), aproximadamente 15 cm (0,5 pies), o aproximadamente 7,6 cm (0,25 pies) desde la unión de la tubería de ventilación y el depósito de producto. En otro aspecto, el detector puede estar situado desde 7,6 a 152 cm (0,25 a 5,0 pies), desde 15 a 91 cm (0,5 a 3,0 pies) o desde 23 a 61 cm (0,75 a 2,0 pies) desde la unión de la tubería de ventilación y el depósito de producto, para indicar el nivel de producto en el nivel de rebosamiento deseado.

El proceso y el aparato descritos proporcionan también un detector que es móvil o ajustable para adaptarse a diferentes alturas dentro de la tubería de ventilación o del depósito de producto en los que puede ser deseable la detección, como puede ser el caso cuando se producen diferentes resinas. Cuando el detector es un medidor nuclear de densidad, tal como se describe más adelante, la fuente de radiación y la parte detectora del medidor de densidad (por ejemplo, un detector gamma) pueden estar montados uno frente al otro en el exterior de la tubería de ventilación de tal manera que el medidor nuclear de densidad funcione en modo de transmisión directa, sin necesidad de que la sonda detectora esté introducida directamente o atraviere la tubería de ventilación. Por lo tanto, un medidor nuclear de densidad se adapta muy bien cuando se desea un detector ajustable. Se pueden utilizar otros detectores, tal como un sensor fotoeléctrico.

Un aspecto adicional de la descripción proporciona que el detector pueda estar situado en o cerca de la parte superior del depósito de producto y no en la tubería de ventilación, de modo que detecte el producto antes de que rebose el depósito de producto en la tubería de ventilación. Típicamente, con el fin de maximizar el llenado de resina en el depósito de producto y minimizar el volumen de gas del reactor, el detector puede estar situado tan cerca como sea físicamente posible de la parte superior del depósito de producto. Sin embargo, se espera que la localización exacta del detector varíe en función del tamaño del detector, la longitud de la trayectoria requerida por el método de detección, la construcción particular de cualquier tubería ramificada de ventilación que pueda ser utilizada únicamente para montar un detector, y factores similares que puedan afectar o ser requeridos para el funcionamiento del detector. A modo de ejemplo, cuando el detector es un medidor nuclear de densidad como se describe en la presente memoria, la fuente de radiación y la parte detectora del medidor de densidad (por ejemplo, un detector gamma) pueden estar montados adyacentes uno respecto al otro en el exterior del depósito de producto, de manera que el detector nuclear de densidad funcione en modo de retrodispersión, permitiendo así que el detector esté situado en alto sobre el depósito de producto.

En un aspecto del método descrito, se abre la válvula de llenado durante un período de tiempo predeterminado finito para transferir producto sólido al depósito de producto, después de lo cual se cierra la válvula de llenado y se vacía el depósito de producto. Típicamente se ajusta el período de tiempo predeterminado para optimizar la conservación de gas en el reactor de lecho fluidizado, y se puede utilizar cualquier número de algoritmos o programa informático para ajustar este período de tiempo predeterminado de válvula abierta. En un aspecto, esta descripción proporciona realizar y repetir el ciclo de descarga cualquier número de veces y determinar la proporción de ciclos de descarga en la que el producto sólido en partículas es detectada por el detector. Por lo tanto, se repiten normalmente al menos una vez las etapas (b) a (d) del procedimiento indicado anteriormente. Mientras que se están produciendo los múltiples episodios de descarga y de detección, se utiliza un algoritmo de control junto con el sistema de control para ajustar el período de tiempo predeterminado aumentando o disminuyendo la proporción de ciclos de descarga en la que se detecta con el detector el producto sólido en partículas. Por lo tanto, se prevé que para todos los ciclos de descarga en un período dado, por ejemplo 1 o 2 horas, pueda ser deseable una cierta fracción o porcentaje de episodios de rebosamiento en los ciclos de descarga. En este caso, si ocurre un episodio de rebosamiento alguna proporción de toda la descarga del producto rebosa, entonces se espera que se maximice el llenado de resina en el depósito de producto, sin embargo, debido a que sólo una fracción de los ciclos de descarga da como resultado un rebosamiento es poco probable que ocurran bloqueos en el sistema IPDS.

En un aspecto, dependiendo de si el producto sólido en partículas se detecta o no se detecta se puede emplear un detector que proporcione una respuesta binaria simple. A modo de ejemplo, cuando se emplea este tipo de detector, se pueden implementar las etapas de calcular un ajuste deseado para el tiempo predeterminado y ajustar el período de tiempo predeterminado mientras se realiza al menos un ciclo de descarga (que corresponde a las etapas (c) y (d) del método anteriormente descrito), de acuerdo con un algoritmo de control que comprende las etapas siguientes:

(i) seleccionar un período de ensayo, t_{ENSAYO} , que comprenda tiempo suficiente para realizar al menos un ciclo de descarga;

(ii) seleccionar un porcentaje deseado de ciclos de descarga, $\text{porcentaje}_{(\text{DIANA})}$, en el que se detecta con el detector el producto sólido en partículas;

(iii) seleccionar un número de segundos que disminuir (x) y un número de segundos que aumentar (y) el período de tiempo predeterminado durante el cual la válvula de llenado está abierta;

(iv) durante el período de ensayo, calcular el porcentaje de ciclos de descarga, $\text{porcentaje}_{(\text{OBS})}$, en el que se detecta con el detector el producto sólido en partículas;

(v) después del último ciclo de descarga del período de ensayo, ajustar el período de tiempo predeterminado como sigue:

(A) si $\text{porcentaje}_{(\text{OBS})} > \text{porcentaje}_{(\text{DIANA})}$, disminuir el período de tiempo predeterminado en x segundos;

(B) si $\text{porcentaje}_{(\text{OBS})} < \text{porcentaje}_{(\text{DIANA})}$, aumentar el período de tiempo predeterminado en y segundos; y

(C) si $\text{porcentaje}_{(\text{OBS})} = \text{porcentaje}_{(\text{DIANA})}$, no hacer ningún ajuste en el período de tiempo predeterminado;

(vi) repetir las etapas (iv) y (v) cualquier número de veces; y

(vii) ajustar opcionalmente t_{ENSAYO} , $\text{porcentaje}_{(\text{DIANA})}$, x , y , o cualquiera de sus combinaciones después de cualquier etapa (v) o en cualquier momento durante un ciclo de ensayo.

Esta estrategia de algoritmo de respuesta binaria se puede emplear también usando un detector de respuesta a escala o proporcional, en el que se introduce en el algoritmo solamente una respuesta binaria "sí-no". Por ejemplo, un medidor se puede emplear nuclear de densidad junto con un algoritmo de respuesta binaria, utilizando como respuesta la detección o no detección de producto sólido.

En este aspecto, la fracción o porcentaje de detecciones de resina en el número total de episodios de descarga que se pueden utilizar para iniciar un ajuste en el tiempo de válvula abierta predeterminado puede ser cualquier proporción o porcentaje. Por ejemplo, el controlador puede ser programado de modo que si el detector percibe resina en $\alpha\%$ de las descargas totales de resina durante el período de tiempo anterior, en donde α puede ser mayor o igual a 1% y menor o igual a 100% (es decir, $1 \leq \alpha \leq 100$), entonces el controlador se puede ajustar para disminuir el tiempo de la válvula de llenado abierta en el intervalo de tiempo deseado, típicamente en β segundos, en donde típicamente $0,1 \leq \beta \leq 2,0$ segundos. Se usa una disminución del tiempo de llenado para permitir menos tiempo para llenar el depósito para proporcionar un nivel del depósito máximo medio inferior, así como se usa un aumento en el tiempo de llenado para proporcionar un nivel de depósito máximo medio superior. Además, el porcentaje de las descargas totales de resina que se puede utilizar para iniciar un ajuste, $\alpha\%$, puede variar de 5 a 90 por ciento, de 10 a 80 por ciento, de 20 a 70 por ciento, de 30 a 60 por ciento o de 40 a 55 por ciento. Por otra parte, los ajustes se podrían hacer hasta la proporción o porcentaje de $\alpha\%$ a medida que el funcionamiento del reactor transcurre de acuerdo con un algoritmo particular, con el fin de ajustar más rápidamente el llenado de resina y alcanzar el llenado máximo del depósito de producto. Por ejemplo, durante el primer período de monitorización de 1 hora o durante los

20 primeros ciclos de descarga, el porcentaje de detecciones de resina en el número total de episodios de descarga que iniciará un ajuste en el tiempo predeterminado de válvula abierta (α) puede estar entre 10% y 90%, durante el segundo período de monitorización de 1 hora o durante los 20 segundos ciclos de descarga, α puede estar entre 25% y 75%, y durante el tercero y subsiguientes periodos de monitorización de 1 hora o durante el terceros y subsiguientes 20 ciclos de descarga, α pueden estar entre 25% y 75%. Estos números son ilustrativos, puesto se puede utilizar cualquier número de algoritmos lo que alteraría los valores de α , dependiendo de los parámetros del reactor y similares.

El sistema de control podría también ser programado de modo que si el medidor de densidad no detectara producto en $\gamma\%$ de las descargas totales de resina durante el período de tiempo anterior, en el que típicamente $1 \leq \gamma \leq 99$ y el período de tiempo puede ser de aproximadamente 1 hora, entonces el controlador puede aumentar el llenado del depósito aumentando el tiempo de llenado de válvula abierta en δ segundos, en el que típicamente $0,1 \leq \delta \leq 2,0$ segundos.

En un aspecto adicional, se puede emplear un detector que proporcione una respuesta a escala o proporcional a la presencia de producto sólido en partículas, incluyendo un detector que proporcione un valor máximo del parámetro medido. A modo de ejemplo, cuando se emplea este tipo de detector, se pueden implementar las etapas de calcular un ajuste deseado para el periodo de tiempo predeterminado y ajustar dicho período de tiempo predeterminado mientras se realiza al menos un ciclo de descarga (correspondiente a las etapas (c) y (d) del método anteriormente descrito) de acuerdo con un algoritmo de control que comprende las siguientes etapas:

(i) seleccionar un período de ensayo, t_{ENSAYO} , que comprende tiempo suficiente para realizar al menos un ciclo de descarga;

(ii) seleccionar un valor deseado de la respuesta del detector, R_{DIANA} , un valor de respuesta del detector mínimo aceptable R_{MIN} y un valor de respuesta del detector máximo aceptable R_{MAX} ;

(iii) seleccionar un número de segundos que disminuir (x) y un número de segundos que aumentar (y) el período de tiempo predeterminado durante el cual la válvula de llenado está abierta;

(iv) durante el período de ensayo, calcular la respuesta media del detector, R_{MED} , después de cada ciclo de descarga;

(v) después del último ciclo de descarga del período de ensayo, ajustar el período de tiempo predeterminado como sigue:

(A) si $R_{\text{MED}} \geq R_{\text{MAX}}$, disminuir el período de tiempo predeterminado en x segundos;

(B) si $R_{\text{MED}} \leq R_{\text{MIN}}$, aumentar el período de tiempo predeterminado en y segundos; y

(C) si $R_{\text{MIN}} < R_{\text{MED}} < R_{\text{MAX}}$, no hacer ningún ajuste en el período de tiempo predeterminado;

(vi) repetir las etapas (iv) y (v) cualquier número de veces; y

(vii) ajustar opcionalmente t_{ENSAYO} , R_{DIANA} , R_{MIN} , R_{MAX} , x , y o cualquiera de sus combinaciones después de cualquier etapa (v) o en cualquier momento durante un ciclo de ensayo.

En este aspecto, el valor deseado de la respuesta del detector, R_{DIANA} , puede ser un valor del medidor de densidad máxima, $p_{\text{(MAX)}}$, obtenido a partir de una medición del medidor nuclear de densidad. Uno cualquiera, cualquier combinación o todos los parámetros del algoritmo, t_{ENSAYO} , R_{DIANA} , R_{MIN} , R_{MAX} , x o y , se pueden ajustar en cualquier momento durante un ciclo de ensayo, como apreciaría un experto en la técnica. Los ajustes de tiempo pueden diferir, de manera que x puede ser mayor que, menor que, o igual a y . Típicamente, el número de segundos que disminuye (x) el período de tiempo predeterminado puede ser mayor que el número de segundos que aumentar (y) el período de tiempo pre-determinado durante el cual la válvula de llenado está abierta, por lo tanto, x puede ser mayor que y . Este aspecto es útil para ajustar descendientemente el nivel del producto sólido más rápidamente de lo que se ajusta ascendientemente. Por otra parte, a medida que continúa la producción y aumenta el tiempo de producción del reactor, se puede ajustar ascendientemente t_{ENSAYO} iba al menos una vez repitiendo las etapas (iv) y (v) en el algoritmo descrito.

Se puede usar un número de otras variaciones del programa informático o algoritmos para ajustar el período de tiempo predeterminado o usar para ajustar otros parámetros del reactor y/o de descarga del producto de acuerdo con la descripción. Por ejemplo, en un aspecto, el algoritmo de control y el sistema de control pueden ajustar el periodo de tiempo predeterminado de válvula abierta, el tiempo entre cada ciclo de descarga, cualquier número de parámetros del reactor, o cualquiera de sus combinaciones, tal como entenderá un experto en la técnica, para optimizar la conservación de gas en el reactor de lecho fluidizado. Por otra parte, también se prevé que el (los) parámetro(s) que ha(n) de ser ajustados, tales como el tiempo predeterminado de válvula abierta, se puede ajustar después de cualquier número de ciclos de descarga. Típicamente, es deseable monitorizar varios ciclos de descarga, por ejemplo, los ciclos de descarga que ocurren durante un periodo de tiempo de 1 hora para determinar

la proporción de episodios de rebosamiento en los ciclos de descarga, y ajustar el tiempo predeterminado de válvula abierta sólo después del período de monitorización de 1 hora. También es posible monitorizar un número dado de ciclos de descarga, por ejemplo de 3 a 20 ciclos de descarga, y basar un ajuste calculado para el tiempo predeterminado de válvula abierta en el número específico de ciclos de descarga. Alternativamente, los ajustes podrían hacerse después de solamente un único ciclo de descarga, con el fin de ajustar rápidamente el tiempo de válvula abierta.

En un aspecto adicional, se puede usar cualquier combinación programa informático, tales como los algoritmos descritos anteriormente. Por ejemplo, partiendo del primer ciclo de descarga, se podrían hacer ajustes al tiempo predeterminado de válvula abierta después de cada ciclo de descarga individual para 5 a 10 ciclos de descarga, después de lo cual un algoritmo que monitoriza los ciclos de descarga durante un período de 1 hora y ajusta el tiempo predeterminado de válvula abierta después de cada período de 1 hora podría suplantar el ciclo de descarga individual inicial.

Todavía un aspecto adicional de esta descripción se refiere al incremento de tiempo por el que se ajusta el tiempo predeterminado de válvula abierta, tanto si el ajuste aumenta o disminuye el tiempo predeterminado. En este aspecto, el sistema de control puede aumentar o disminuir el tiempo predeterminado de válvula abierta en cualquier incremento de tiempo, por ejemplo se puede utilizar un ajuste de tiempo que varía desde 0,05 segundos hasta 5 segundos. Además, este ajuste también puede variar desde 0,08 hasta 3 segundos, o desde 0,1 hasta 2 segundos. Tampoco es necesario que este incremento en sí sea constante, puesto que este incremento puede variar por sí mismo con el tiempo, dependiendo del algoritmo particular. Para fines ilustrativos, durante el primer período de monitorización de 1 hora o durante los 8 primeros ciclos de descarga, el tiempo predeterminado se puede ajustar en incrementos de 1 segundo, durante el segundo período de monitorización de 1 hora o durante los 8 segundos ciclos de descarga, el tiempo predeterminado se puede ajustar en incrementos de 0,3 segundos, y durante cualesquiera ciclos de descarga siguientes, el tiempo predeterminado se puede ajustar en incrementos de 0,3 segundos. Dicha característica tiene la ventaja de hacer ajustes más gruesos en las etapas tempranas de funcionamiento del reactor, mientras que los parámetros del reactor pueden estar todavía alcanzando las condiciones de estado estacionario, después de lo cual se harán ajustes más finos cuando los ajustes gruesos son que den como resultado más probablemente en el depósito de producto episodios de no llenado o de rebosamiento.

Un aspecto adicional de la presente descripción se refiere al detector. Se puede usar cualquier detector que sea capaz de percibir la presencia de producto en partículas en el depósito de producto y/o en la tubería de ventilación. Ejemplos de detectores adecuados que se pueden utilizar incluyen, aunque sin limitación, un medidor nuclear de densidad, una sonda de capacitancia, un sensor fotoeléctrico, un medidor óptico de densidad, un sensor de presión diferencial, un sensor acústico o una sonda vibratoria o cualquiera de sus combinaciones en las múltiples realizaciones del detector como se describe a continuación. El medidor nuclear de densidad funciona bien con este procedimiento descrito. Si bien no se pretende estar limitado por la teoría, los medidores nucleares de densidad utilizan una fuente de isótopos radiactivos tales como ¹³⁷Cs que emite fotones (generalmente rayos gamma) que retrorradian al detector, y pueden ser adaptados para detectar producto sólido en el modo de retrodispersión o en el modo de transmisión directa, dependiendo de la ubicación de la fuente de isótopos en relación con el detector. La presencia de producto sólido entre la fuente de isótopos radiactivos y el detector (transmisión directa) o adyacente a la fuente de isótopos radiactivos y el detector (retrodispersión) absorberá la radiación que puede ser detectada. En un aspecto, funciona bien un detector de nivel nuclear de un solo punto situado en la tubería de ventilación ("G") del depósito de producto, Fig. 1, junto con un algoritmo para ajustar el tiempo predeterminado de válvula abierta, tal que el detector sólo detecta producto en un cierto porcentaje de ciclos de descarga, en un período dado, aunque también se pueden utilizar otros algoritmos tales como los descritos en la presente memoria.

Un experto en la técnica entenderá que las figuras proporcionadas en la presente memoria son esquemas que describen, entre otras cosas, las conectividades de los diversos componentes con fines de ilustrar la descripción, y no se limitan necesariamente a la orientación particular de los componentes que se ilustra. La Fig. 1 ilustra de forma simplificada un aspecto del sistema de descarga de producto de la presente descripción, y muestra el detector y sistema de control en comunicación con la válvula de llenado del depósito de producto. Otros componentes del reactor no están ilustrados en esta figura. El depósito de producto **1** en la Figura 1 está conectado con el reactor de lecho fluidizado **2** a través de una válvula de llenado **3**, y comprende un medio para ventilación, que se muestra aquí como una tubería **4** de ventilación "G" que, en este aspecto, devuelve gas al reactor **2** de gas. El depósito de producto **1** también comprende un medio de vaciado del depósito de producto, mostrado como un depósito de inyección **5**, que está conectado al depósito de producto **1** a través de una tubería **6** al depósito de inyección y una válvula **7** del depósito de inyección. Un detector **8**, que puede ser, por ejemplo, un medidor nuclear de densidad, está contiguo a la tubería **4** de ventilación "G" de tal manera que está configurado para detectar cuando el producto sólido llena la tubería **4** de ventilación "G" hasta el nivel del detector **8**. El detector **8** está en comunicación con el sistema de control **9**, que está también en comunicación con la válvula de llenado **3** del depósito de producto, y es capaz de utilizar un algoritmo de control de acuerdo con esta descripción para controlar la apertura y el cierre de la válvula de llenado **3** del depósito de producto.

La Fig. 2 muestra el funcionamiento global básico de un sistema de reacción de lecho fluidizado, un tipo comúnmente utilizado para la fabricación de polietileno, copolímeros de etileno y otros polímeros olefinicos, que utiliza el sistema de descarga de producto de esta descripción. Con referencia a la Fig. 2, el reactor **101** comprende

una zona de reacción **102** y una zona de reducción de velocidad **103**. El precursor del catalizador o la composición de precursor parcialmente activada utilizado en el lecho fluidizado puede estar almacenado para el servicio en un depósito **104** bajo un manto de un gas que es inerte para el material almacenado, tal como nitrógeno o argón. El gas de reposición se alimenta al lecho fluidizado, y la composición del gas de reposición puede ser determinada por un analizador de gas **105**. Cuando se desee, parte del gas de reposición puede ser devuelto a la tubería de recirculación de gas **106** al reactor en el punto **107** debajo del lecho. Existe una placa de distribución del gas **108** por encima del punto de retorno para ayudar a fluidizar el lecho.

La porción de la corriente gaseosa que no reacciona en el lecho constituye el gas de recirculación que típicamente se retira de la zona de polimerización, preferiblemente haciéndolo pasar a una zona de reducción de velocidad **103** por encima del lecho, donde a las partículas arrastradas se les da la oportunidad de caer de vuelta al lecho. Entonces el gas de recirculación se comprime en un compresor **109** y luego se hace pasar a través de un intercambiador de calor **110** en el que es desprovisto del calor de reacción antes de ser devuelto al lecho. Al sistema de reacción se añade típicamente un compuesto activador aguas abajo del intercambiador de calor **110** y como se ilustra puede ser alimentado al sistema de recirculación de gas desde el dispensador **111** a través de la tubería **112**. El precursor del catalizador o la composición de precursor de catalizador parcialmente activada se inyectan típicamente en el lecho a una velocidad igual a la de su consumo en un punto **113** que está por encima de la placa de distribución **108**.

El producto polímero en partículas puede ser retirado continuamente en un punto **114** en suspensión con una porción de la corriente gaseosa que es ventilada a medida que las partículas sedimentan para minimizar más la polimerización y la sinterización cuando las partículas alcanzan su zona de recogida final. El gas de suspensión puede ser utilizado también para conducir el producto del reactor al depósito de producto **117**. El producto polímero en partículas se retira conveniente y preferiblemente a través del funcionamiento secuencial de un par de válvulas temporizadas **115** y **116** situadas aguas arriba y aguas abajo, respectivamente, del depósito de producto **117**. Por lo tanto, la válvula **115** es una válvula de llenado del depósito de producto y la válvula **116** es una válvula de llenado de depósito de inyección, entre el depósito de producto **117** y el depósito de inyección **124**, que es un medio para vaciar el depósito de producto **117**. Mientras que está cerrada la válvula **116**, está abierta la válvula **115** para emitir un tapón de gas y producto al depósito de producto **117** entre él y la válvula **115** que luego se cierra. El gas ventilado que contiene monómeros sin reaccionar se puede recuperar de depósito de producto **117** a través de la tubería de ventilación **118**. Un detector **122**, que puede ser, por ejemplo, un medidor nuclear de densidad, está contiguo y/o en comunicación con la tubería de ventilación **118** y es capaz de detectar el producto sólido en partículas cuando el producto llena la tubería de ventilación **118** hasta el nivel del detector **122**. El detector **122** está en comunicación con el sistema de control **123**, que a su vez está también en comunicación con la válvula de llenado **115** del depósito de producto, y es capaz de utilizar un algoritmo de control de acuerdo con esta descripción para controlar la apertura y cierre de la válvula de llenado **115** del depósito de producto.

La válvula **116** se abre luego para suministrar el producto al depósito de inyección **124**, que a su vez se puede vaciar suministrando el producto a una zona de presión aún más baja. La válvula **116** se cierra luego a la espera de la siguiente operación de recuperación del producto. El gas ventilado que contiene monómeros sin reaccionar se puede recuperar de la zona **117** a través de la tubería **118** y se vuelve a comprimir en el compresor **119** y se devuelve directamente, o a través de un purificador **120**, por la tubería **121** a la tubería de recirculación de gas **106** en un punto aguas arriba del compresor de recirculación **109**.

Esta descripción proporciona además un método para retirar un producto sólido en partículas de un reactor de lecho fluidizado usando una disposición de dos detectores. En este aspecto, se sitúa un primer detector para indicar cuando está lleno o rebosa el depósito de producto hasta un primer nivel inferior y el segundo detector se sitúa para indicar cuándo rebosa el depósito de producto hasta un segundo nivel superior. Los detectores pueden ser detectores de respuesta binaria "si-no" o detectores de respuesta a escala o proporcional, según se ha descrito. Así, de acuerdo con este aspecto de la descripción, se proporciona un método para retirar un producto sólido en partículas de un reactor de lecho fluidizado, comprendiendo dicho método:

(a) proporcionar:

(i) un depósito de producto conectado a un reactor de lecho fluidizado a través de una válvula de llenado y que comprende un medio para vaciado y un medio para ventilación;

(ii) un primer detector que proporciona una respuesta cuando un producto sólido en partículas llena o rebosa el depósito de producto hasta un primer nivel;

(iii) un segundo detector que proporciona una respuesta cuando un producto sólido en partículas llena o rebosa el depósito de producto hasta un segundo nivel, que es superior al primer nivel;

(iv) un sistema de control en comunicación con el detector y la válvula de llenado y capaz de controlar la válvula de llenado;

(b) realizar al menos un ciclo de descarga, que comprende:

(i) abrir la válvula de llenado durante un período de tiempo predeterminado y transferir el producto sólido en partículas junto con el gas del reactor de lecho fluidizado al depósito de producto; y

(ii) después del período de tiempo predeterminado, cerrar la válvula de llenado y vaciar el depósito de producto;

5 (c) mientras se realiza la etapa (b), calcular un ajuste deseado para el período de tiempo predeterminado utilizando un algoritmo de control y al menos una respuesta, o ausencia de respuesta, del primer detector, del segundo detector, o de ambos, obtenida mientras se realiza al menos un ciclo de descarga; y

(d) ajustar el período de tiempo predeterminado al ajuste deseado usando el sistema de control.

10 Típicamente, se repiten las etapas (b) a (d) de este proceso al menos una vez. Además, el período de tiempo predeterminado se puede ajustar para aumentar o disminuir en cualquier cantidad el periodo de tiempo predeterminado, pero típicamente se puede ajustar en una cantidad que varía de 0,05 segundos a 5 segundos. Por otra parte, el período de tiempo predeterminado se puede ajustar después de que se realice la etapa (c) en cualquier momento, pero típicamente se puede ajustar después de que se repita la etapa (c) de 3 a 20 veces.

15 Para ajustar el período de tiempo predeterminado se puede emplear cualquier algoritmo o combinación de algoritmos que se describe en la presente memoria. Cuando se utilizan dos detectores, el número de segundos que se disminuye (x) y el número de segundos que se aumenta (y) el período de tiempo predeterminado se puede calcular por un algoritmo que considere sólo un único detector o ambos detectores. Por ejemplo, cuando se debe disminuir el tiempo predeterminado, el tiempo de disminución (x) se puede calcular a partir de un algoritmo que considere sólo el tiempo de disminución correspondiente dictado por un algoritmo que considere las respuestas del
20 segundo detector, el superior, de la misma manera que cualquier tiempo de aumento necesario (y) se puede calcular a partir de un algoritmo que considere sólo el tiempo de disminución correspondiente dictado por un algoritmo que considere las respuestas del primer detector, el inferior. Los algoritmos más complejos que consideran el cálculo de (x) o (y) midiendo a escala las respuestas de los detectores superior e inferior están dentro del alcance de esta descripción.

25 De acuerdo con este aspecto del procedimiento y aparato descritos, incorporando un segundo detector, típicamente más alto en la tubería de ventilación que el primer detector que está situado sólo varios centímetros desde la parte superior del depósito de producto, se puede conseguir un control más preciso del nivel de llenado del depósito de producto. A modo de ejemplo y similar al método de un solo detector, utilizando un detector de respuesta binaria, se puede usar con el sistema de control un algoritmo de control para ajustar el período de tiempo predeterminado aumentando o disminuyendo la proporción de ciclos de descarga en la que se detecta el producto sólido en
30 partículas con el primero y el segundo detectores. Por ejemplo, usando este método y aparato de dos detectores, el período de tiempo predeterminado se puede ajustar de tal manera que el producto sólido en partículas se detecte con el primer detector del 90% al 100% de los ciclos de descarga, y el producto sólido en partículas se detecte con el segundo detector del 0% al 10% de los ciclos de descarga. En otro aspecto, el período de tiempo predeterminado se puede ajustar de tal manera que el producto sólido se detecte con el primer detector en aproximadamente el 100% de los ciclos de descarga, mientras que el producto sólido en partículas se detecte con el segundo detector en aproximadamente 0% de los ciclos de descarga. El medio para ventilar el depósito de producto es típicamente una tubería de ventilación; por tanto, el segundo detector está situado generalmente para que detecte el producto de resina dentro de la tubería de ventilación, y el primer detector puede estar situado para que detecte el producto de resina dentro del depósito de producto, incluyendo la parte superior del depósito de producto o dentro de la tubería de ventilación. Típicamente, el periodo de tiempo predeterminado se ajusta para optimizar la conservación de gas en
40 el reactor.

En un aspecto adicional, este proceso descrito se puede utilizar en combinación con otros procesos que han sido o están siendo empleados actualmente para optimizar el rendimiento del sistema de descarga de producto por otros
45 medios. Por ejemplo, la patente de EE.UU. Nº 6.255.411 describe la optimización de un sistema de descarga de producto que se realiza ajustando la duración de cada etapa dentro de un ciclo complejo de tiempo de descarga de producto. Las asignaciones del tiempo para las funciones de interés se determinan por el cronometraje de las válvulas de apertura y cierre, en donde las válvulas son controladas típicamente por un controlador digital, que está programado para seguir una secuencia específica. Se puede ajustar el tiempo gastado en cada una de las etapas de la secuencia para que proporcione una tasa deseada de descarga del reactor con una pérdida mínima de gas del ciclo. La presente descripción se puede utilizar para optimizar la primera etapa de dicho ciclo complejo de descarga de producto, optimizando y/o maximizando el llenado de resina en cada depósito de producto.

La Fig. 3 ilustra los depósitos y controles de válvulas para una descripción esquemática del procedimiento de retirada de producto de acuerdo con la patente de EE.UU. Nº 6.255.411, que ilustra la utilización de depósitos dobles de producto pero que se puede adaptar también a 3 o más depósitos de producto. El sistema de control de descarga de producto de la Fig. 3 se puede utilizar en combinación con el sistema de descarga de producto de esta descripción, que no se muestra en la Fig. 3. Para fines de explicación e ilustración de la Fig. 3, se supone que todas las válvulas **A, B, C, D, E, F, G, y H** inicialmente están cerradas. Para fines de ilustración, la secuencia de descarga de producto es iniciada por una válvula de apertura de la señal de control **B** o **C**. El producto sólido fluye desde el
55

reactor **I** a presión relativamente alta al depósito **J** o **K**, que tiene una presión menor, comenzando el movimiento del producto sólido en partículas a través de la serie de válvulas y depósitos a la derecha o a la izquierda, como se representa, que también pueden denominarse al lado este y al lado oeste. Los depósitos **J** y **K** constituyen los depósitos de producto y los depósitos **L** y **M** por lo general son llamados depósitos de inyección. Los depósitos de producto **J** y **K** de la Fig. 3 se pueden configurar usando el método de control descrito en la presente memoria e ilustrado en la Fig. 1 (pero no ilustrado en la Fig. 3), para proporcionar un método de combinación altamente eficaz para optimizar la conservación de los gases del reactor que incluyen monómeros. Por tanto, el procedimiento de manipulación del producto descrito a continuación con relación a la Fig. 3 se realiza mientras el método descrito anteriormente para maximizar el nivel de llenado del depósito de producto ilustrado en la Fig. 1 se realiza independientemente en ambos depósitos de producto **J** y **K**.

Suponiendo que la válvula **B** era la que se abrió para llenar el depósito **J** con producto, el depósito **J** tiene ahora una presión que se aproxima a la del reactor **I**. Se cierra ahora la válvula **B** y se abre la válvula **A**, permitiendo que las presiones en los depósitos **J** y **K** se aproximen al equilibrio. Se cierra entonces la válvula **A** y se abre la válvula **D**, permitiendo que el material sólido fluya desde el depósito **J**, donde había sido depositado previamente por el funcionamiento de la válvula **B**, al depósito **L**. Además de mover el producto sólido, esto tiende a equilibrar las presiones del gas en los depósitos **J** y **L**. Se cierra entonces la válvula **D** y se abre la válvula **E**, permitiendo que la presión en los depósitos **L** y **M** se aproximen al equilibrio moviendo el gas desde el depósito **L** hasta el depósito **M**. Se cierra entonces la válvula **E** y se abre la válvula **G**, permitiendo que el sólido fluya desde el depósito **L** a la cubeta de producto **N** u otro destino que tenga una presión menor, que puede ser un transportador que tenga una presión controlada.

El ciclo de descarga completo en el procedimiento de retirada de producto de la patente N° 6.255.411 como se muestra en la Fig. 3 incluirá, después de la descarga de producto, el movimiento similar a su vez del producto a través del lado oeste o el lado este, cualquiera que se haya utilizado sólo para la igualación de presión del gas durante las primeras cinco etapas. Por tanto, después de que el sistema mueva el producto a través de los depósitos **J** y **L** como se ha descrito, se moverá entonces más producto sólido desde el reactor **I** al depósito **K** abriendo la válvula **C**, se cerrará entonces la válvula **C** y se abrirá la válvula **A** para permitir que el depósito **K** se aproximara a la igualación de presión de gas con el depósito **J**. Se cerrará la válvula **A** y se abrirá la válvula **F** para hacer que el producto fluya al depósito **M**, se cerrará la válvula **F** y se abrirá la válvula **E** para hacer que el gas fluya al depósito **L** desde el depósito **M**; a continuación, se cerrará la válvula **E** y se abrirá la válvula **H** para enviar el producto a su destino **P**. Por tanto, hay cinco etapas para cada uno del lado oeste y del lado este, tres etapas mueven producto con etapas ecualizadoras de presión entre la primera y la segunda, y la segunda y la tercera.

Un aspecto opcional mostrado solo en un lado del sistema de descarga de producto en la Fig. 3 es una tubería **200** que va desde el depósito de producto **J** hasta el depósito de inyección **L**. Generalmente, la mayor parte del producto se mueve con bastante facilidad debido a que su movimiento es favorecido por una considerable diferencia de presión. Sin embargo, cuando el depósito **L** está casi lleno y las presiones de los depósitos son casi iguales, el movimiento del producto depende más de la gravedad, y el flujo de gas puede tender en realidad a invertirse puesto que el desplazamiento de gas por producto llega a ser un efecto significativo. En este punto, se puede abrir la válvula **201** para permitir que fluya el gas desplazado desde el depósito de inyección **L** hasta el depósito de producto **J**. Al permitir que fluya el gas desplazado a través de la tubería **200**, el producto sólido que cae desde el depósito **J** al depósito **L** no tiene que superar una contracorriente de gas que se mueva ascendentemente desde el depósito **L**, y el movimiento del producto sólido se realizará antes de lo que de otro modo sería el caso. Es deseable, no sólo que el producto se mueva tan rápidamente como lo permita el equipo, sino que el depósito receptor se llene lo más posible. El funcionamiento de la válvula **201** puede ser en respuesta a una señal que representa una diferencia de presión predeterminada entre los depósitos **J** y **L**. Una tubería y una válvula similares se pueden colocar entre los depósitos **K** y **M**, entre el reactor **I** y el depósito **K** y/o entre el depósito **J** y el reactor **I**. Dichas tuberías se pueden utilizar a ambos lados del sistema de descarga. Además, el movimiento del producto sólido a través de la válvula **G** y/o **H** puede ser facilitado, particularmente cerca del final de la operación, añadiendo gas al depósito **L** o **M** desde una fuente que tenga una presión mayor que la presión actual en el destino **N** o **P**.

Por tanto, de acuerdo con este aspecto de esta descripción, un método para retirar un producto sólido en partículas de un reactor de lecho fluidizado comprende:

(a) proporcionar múltiples series paralelas de depósitos que comprenden un primer depósito de producto, un primer depósito de inyección, un segundo depósito de producto y un segundo depósito de inyección, en donde:

(i) cada depósito de producto está conectado con el reactor de lecho fluidizado a través de una válvula de llenado y comprende un medio para vaciado y un medio para ventilación;

(ii) se proporciona un detector para cada depósito de producto para proporcionar una respuesta cuando un producto sólido en partículas llena o rebosa el depósito de producto hasta el nivel del detector;

(iii) se proporciona un sistema de control para cada depósito de producto en comunicación con el detector y la válvula de llenado y capaz de controlar la válvula de llenado;

(b) para una serie paralela de depósitos, transferir el producto sólido en partículas junto con el gas desde el reactor al primer depósito de producto:

(i) abriendo la válvula de llenado durante un período de tiempo predeterminado y transfiriendo el producto sólido en partículas junto con el gas del reactor de lecho fluidizado al primer depósito de producto;

5 (ii) después del período de tiempo predeterminado, cerrando la válvula de llenado y vaciando el primer depósito de producto;

(c) mientras se realiza (b), transferir el producto sólido en partículas desde el segundo depósito de producto hasta el segundo depósito de inyección;

10 (d) mientras se realizan (b) y (c), transferir el producto sólido en partículas desde el primer depósito de inyección hasta un destino adicional que tenga una presión menor que el primer depósito de inyección;

(e) después de realizar (b), (c) y (d), hacer pasar gas desde el primer depósito de producto hasta el segundo depósito de producto;

(f) hacer pasar gas desde el segundo depósito de inyección hasta el primer depósito de inyección;

15 en donde cada uno de (b), (c), (d), (e) y (f) están aislados por válvulas cerradas desde cualquiera del reactor, los depósitos de productos y los depósitos de inyección que no sean necesarios para su funcionamiento;

(g) repetir las etapas (b)-(f) para cada serie paralela restante de los depósitos;

20 (h) repetir las etapas (b)-(g) cualquier número de veces y para cada depósito de producto calcular independientemente un ajuste deseado para el período de tiempo predeterminado usando un algoritmo de control y al menos una respuesta, o ausencia de respuesta, del detector, para el depósito de producto, obtenida mientras se realiza la etapa (b) para el depósito de producto; e

(i) ajustar independientemente el período de tiempo predeterminado para cada depósito de producto por el ajuste deseado usando el sistema de control.

25 Cuando se usan detectores en los depósitos y/o las tuberías de ventilación que proporcionan respuestas a escala o proporcionales a la presencia de resina sólida, las etapas para calcular un ajuste deseado para el tiempo predeterminado y ajustar el período de tiempo predeterminado mientras se realiza al menos una ciclo de descarga se pueden implementar de acuerdo con un algoritmo de control, que comprende las siguientes etapas:

(i) seleccionar un período de ensayo, t_{ENSAYO} , que comprenda el tiempo suficiente para realizar al menos un ciclo de descarga;

30 (ii) seleccionar un valor de respuesta deseado del detector, R_{DIANA} , un valor mínimo aceptable de respuesta del detector, R_{MIN} , y un valor máximo aceptable de respuesta del detector, R_{MAX} ;

(iii) seleccionar un número de segundos que disminuir (x) y un número de segundos que aumentar (y) el período de tiempo predeterminado durante el cual está abierta la válvula de llenado;

(iv) durante el período de ensayo, calcular la respuesta media del detector, R_{MED} , después de cada ciclo de descarga;

35 (v) después del último ciclo de descarga del período de ensayo, ajustar el período de tiempo predeterminado como sigue:

(A) si $R_{\text{MED}} \geq R_{\text{MAX}}$, disminuir el período de tiempo predeterminado en x segundos;

(B) si $R_{\text{MED}} \leq R_{\text{MIN}}$, aumentar el período de tiempo predeterminado en y segundos; y

(C) si $R_{\text{MIN}} < R_{\text{MED}} < R_{\text{MAX}}$, no hacer ningún ajuste del período de tiempo predeterminado;

40 (vi) repetir las etapas (iv) y (v) cualquier número de veces; y

(vii) ajustar opcionalmente t_{ENSAYO} , R_{DIANA} , R_{MIN} , R_{MAX} , x, y, o cualquiera de sus combinaciones, después de cualquier etapa (v) o en cualquier momento durante un ciclo de ensayo.

45 El(los) algoritmo(s) y ajustes particulares para los parámetros t_{ENSAYO} , R_{DIANA} , R_{MIN} , R_{MAX} , x, y/o y, incluyen al menos los algoritmos y ajustes que se pueden utilizar junto con el sistema de optimización de la descarga en un reactor con un solo depósito de producto.

En este aspecto de la presente descripción, el número de series paralelas de depósitos que se pueden acomodar no se limita al método de descarga de equilibrado del gas o de detección del nivel de llenado de resina en el depósito

de producto. Por tanto, mientras que la Fig. 3 ilustra dos series paralelas de depósitos y las Figs. 1 y 2 ilustran el método y aparato para minimizar la pérdida del gas fluidizante en un solo depósito de producto, esta descripción abarca dos o más series paralelas de depósitos de productos. En este aspecto, se pueden utilizar 2, 3, 4, 5, 6 o más series paralelas de depósitos.

- 5 El presente procedimiento descrito es ilustrado además por los siguientes ejemplos, que no deben interpretarse en modo alguno como imposición de limitaciones a su alcance. Por el contrario, ha de entenderse que se puede recurrir a otros diversos aspectos, realizaciones, modificaciones y sus equivalentes que, después de leer la descripción de la presente memoria, se les pueden sugerir a los expertos en la técnica sin apartarse del espíritu de la presente descripción ni del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por tanto, otros aspectos de este procedimiento y
10 aparato descritos serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la consideración de la memoria aquí proporcionada.

- Salvo indicación contraria, cuando un intervalo de cualquier tipo se describe o reivindica, por ejemplo un intervalo de distancia o longitud, porcentaje o frecuencia, número de ciclos de descarga o períodos de tiempo, se pretende describir o reivindicar individualmente cada número posible que dicho intervalo pueda abarcar razonablemente,
15 incluyendo cualesquiera sub-intervalos comprendidos en el mismo. Por ejemplo, cuando los solicitantes describen o reivindican un ajuste de tiempo desde aproximadamente 0,1 hasta aproximadamente 2 segundos, la intención de los solicitantes es describir o reivindicar individualmente cada número posible que dicho intervalo pueda abarcar, de acuerdo con la presente descripción. Por tanto, por la descripción de que un ajuste de tiempo puede variar desde 0,1 hasta 2 segundos, la intención de los solicitantes es decir que el ajuste de tiempo puede ser 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5,
20 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9 o 2,0 segundos, incluyendo cualesquiera intervalos, sub-intervalos o sus combinaciones entre cualquiera de los tiempos descritos. De acuerdo con ello, los solicitantes se reservan el derecho a condicionar o excluir cualquier miembro individual de cualquiera de dichos grupos, incluyendo cualquier sub-intervalo o combinaciones de sub-intervalos dentro del grupo, que puede ser reivindicado de acuerdo a un intervalo o de cualquier manera similar, si por cualquier razón los solicitantes deciden reivindicar
25 menos de la medida completa de la descripción, por ejemplo, para dar cuenta de una referencia que los solicitantes desconocen en el momento de la presentación de la solicitud.

EJEMPLOS

Ejemplos 1-5

Secuencia de descarga usando un detector y un algoritmo de respuesta a escala

- 30 Como se ilustra en la Fig. 1, un medidor de densidad con detector nuclear en un solo punto se instaló en la parte inferior de la ventilación del depósito (tubería G) de 20 a 25,4 cm (8-10 pulgadas) desde la parte superior del depósito de producto. Se instaló un sistema de control de modo que estuviera en comunicación con el detector y la válvula de llenado del depósito de producto. El controlador se programó con los siguientes parámetros: t_{ENSAYO} , R_{DIANA} , R_{MIN} , R_{MAX} , x e y , donde t_{ENSAYO} es el período de ensayo y es el tiempo suficiente para realizar al menos un
35 ciclo de descarga; R_{DIANA} es el valor deseado de la respuesta del detector, que en este ejemplo es una densidad máxima $\rho_{(\text{MAX})}$; R_{MIN} es el valor aceptable mínimo de la respuesta del detector o $\rho_{(\text{MIN})}$; R_{MAX} es el valor aceptable máximo de la respuesta del detector o $\rho_{(\text{MAX})}$; en donde $\rho_{(\text{MIN})}$ y $\rho_{(\text{MAX})}$ definen una "banda muerta" dentro de la cual no se harán típicamente ajustes del tiempo predeterminado; x es el número de segundos que hay que disminuir el período de tiempo predeterminado durante el cual está abierta la válvula de llenado; e y es el número de segundos
40 que hay que aumentar el período de tiempo predeterminado durante el cual está abierta la válvula de llenado. El ejemplo 1 son parámetros reales que se utilizaron en la práctica y los Ejemplos 2-5 son ejemplos constructivos.

- La descarga se realizó del modo usual, excepto que el ajuste del período de tiempo predeterminado mientras se realizaba al menos un ciclo de descarga se implementó de acuerdo con un algoritmo de control que comprende las etapas siguientes. Utilizando un t_{ENSAYO} de una hora, durante el período de ensayo, se calculó la respuesta media del
45 detector, R_{MED} , después de cada ciclo de descarga. Después del ciclo de descarga final del período de ensayo, el ajuste para el período de tiempo predeterminado se calculó como sigue:

- (A) si $R_{\text{MED}} \geq R_{\text{MAX}}$, disminuyendo el período de tiempo predeterminado en x segundos;
- (B) si $R_{\text{MED}} \leq R_{\text{MIN}}$, aumentando el período de tiempo predeterminado en y segundos; y
- (C) si $R_{\text{MIN}} < R_{\text{MED}} < R_{\text{MAX}}$, no realizando ningún ajuste del período de tiempo predeterminado.

- 50 El procedimiento se repitió durante períodos de ensayo adicionales. Los valores típicos o de la muestra de t_{ENSAYO} , R_{DIANA} , R_{MIN} , R_{MAX} , x e y se ilustran en la Tabla 1.

Tabla 1. Ejemplos reales y constructivos de las descargas de producto usando un detector y un algoritmo de respuesta a escala

Ejemplo	t_{ENSAYO}	R_{DIANA} $\rho_{(\text{MAX})}$	R_{MIN} $\rho_{(\text{MIN})}$	R_{MAX} $\rho_{(\text{MAX})}$	x (segundo)	y (segundo)
1	1 hora	0,5	0,3	0,7	1	0,5
2 (const)	0,5 hora	0,60	0,45	0,75	0,7	0,5
3 (const)	1 hora	1,0	1,1	0,9	0,5	0,2 durante la primera 0,5 hora, luego 0,4 a partir de entonces
4 (const)	0,25 horas durante la primera hora, luego 1 hora a partir de entonces	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5
5 (const)	0,5 horas durante la primera hora, luego 0,75 horas a partir de entonces	0,5	0,3	0,7	0,4	0,2 durante la primera hora, luego 0,4 a partir de entonces

Ejemplo 6

Ejemplo constructivo de la secuencia de descarga utilizando un algoritmo de respuesta binaria

Como se describe, se puede emplear una estrategia de algoritmo de respuesta binaria utilizando un detector de respuesta a escala o proporcional, en donde se introduce en el algoritmo solamente una respuesta binaria "si-no".

Como se ilustra en la Fig. 1, un medidor de densidad con el detector nuclear en un solo punto se podría instalar en la parte inferior de la ventilación del depósito (tubería G) de 20 a 25,4 cm (8-10 pulgadas) desde la parte superior del depósito de producto. Se podría instalar un sistema de control que contuviera un programa informático que cuente el número de veces en un periodo de tiempo dado (por ejemplo, 1 hora) que la resina llena la cámara de producto lo suficientemente alta para alcanzar el medidor nuclear de densidad y proporcionar una densidad máxima de modo que estuviera en comunicación con el detector y la válvula de llenado del depósito de producto. Por tanto, incluso aunque pueda obtenerse una respuesta proporcional del medidor de densidad con el detector nuclear, sólo se puede utilizar la respuesta binaria de que el sólido de resina es detectado, o no, en el nivel del detector. El controlador podría programarse de modo que si el medidor de densidad detectara resina en $\alpha\%$ de las descargas totales de resina durante el período de tiempo previo, donde típicamente $1 < \alpha < 90$, entonces el controlador disminuiría el tiempo de apertura de la válvula de llenado en un intervalo de tiempo de β segundos, donde típicamente $0,1 < \beta < 2,0$ segundos. La disminución del tiempo de llenado deja menos tiempo para llenar el depósito y un nivel inferior medio de depósito máximo. El sistema de control también podría programarse de modo que si el medidor de densidad no detectara producto en $\gamma\%$ de las descargas totales de resina durante el período de tiempo previo, en donde típicamente $1 < \gamma < 90$ y el período de tiempo fuera 1 hora, entonces el controlador aumentaría el llenado del depósito aumentando el tiempo de apertura de la válvula de llenado en δ segundos, en donde típicamente $0,1 < \delta < 2,0$ segundos.

En otro aspecto, los parámetros β y δ , que son parámetros de tiempo en las operaciones descritas anteriormente, pueden ser una función de (por ejemplo, proporcional a) el error del nivel de llenado deseado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para retirar un producto sólido en partículas de un reactor de lecho fluidizado, comprendiendo dicho método:

(a) proporcionar:

5 (i) un depósito de producto (1) conectado a un reactor de lecho fluidizado (2) a través de una válvula de llenado (3) y que comprende un medio para vaciado (5) y un medio para ventilación (4);

(ii) un detector (8) que proporciona una respuesta cuando un producto sólido en partículas llena o rebosa el depósito de producto (1) hasta el nivel del detector (8); y

10 (iii) un sistema de control (9) en comunicación con el detector (8) y la válvula de llenado (3) y capaz de controlar la válvula de llenado (3);

(b) realizar al menos un ciclo descarga que comprende:

(i) abrir la válvula de llenado (3) durante un período de tiempo predeterminado y transferir el producto sólido en partículas junto con el gas del reactor de lecho fluidizado (2) al depósito de producto (1); y

15 (ii) después del período de tiempo predeterminado, cerrar la válvula de llenado (3) y vaciar el depósito de producto (1);

(c) mientras se realiza la etapa (b), calcular un ajuste deseado para el período de tiempo predeterminado utilizando un algoritmo de control y al menos una respuesta, o ausencia de respuesta, del detector obtenida mientras se realiza al menos un ciclo de descarga; y

(d) ajustar el período de tiempo predeterminado al ajuste deseado usando el sistema de control (9).

20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las etapas (c) y (d) se implementan de acuerdo con un algoritmo de control que comprende las etapas siguientes:

(i) seleccionar un período de ensayo, t_{ENSAYO} , que comprenda tiempo suficiente para realizar al menos un ciclo de descarga;

25 (ii) seleccionar un valor deseado de respuesta del detector, R_{DIANA} , un valor aceptable mínimo de respuesta del detector, R_{MIN} , y un valor aceptable máximo de respuesta del detector, R_{MAX} ;

(iii) seleccionar un número de segundos que disminuir (x) y un número de segundos que aumentar (y) el período de tiempo predeterminado durante el cual está abierta la válvula de llenado (3);

(iv) durante el período de ensayo, calcular la respuesta media del detector, R_{MED} , después de cada ciclo de descarga;

30 (v) después del último ciclo de descarga del período de ensayo, ajustar el período de tiempo predeterminado como sigue:

(A) si $R_{\text{MED}} \geq R_{\text{MAX}}$, disminuir el período de tiempo predeterminado en x segundos;

(B) si $R_{\text{MED}} \leq R_{\text{MIN}}$, aumentar el período de tiempo predeterminado en y segundos; y

(C) si $R_{\text{MIN}} < R_{\text{MED}} < R_{\text{MAX}}$, no hacer ningún ajuste del período de tiempo predeterminado;

35 (vi) repetir las etapas (iv) y (v) cualquier número de veces; y

(vii) ajustar opcionalmente t_{ENSAYO} , R_{DIANA} , R_{MIN} , R_{MAX} , x, y, o cualquiera de sus combinaciones, después de cualquier etapa (v) o en cualquier momento durante un ciclo de ensayo.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las etapas (c) y (d) se implementan de acuerdo con un algoritmo de control que comprende las etapas siguientes:

40 (i) seleccionar un período de ensayo, t_{ENSAYO} , que comprenda tiempo suficiente para realizar al menos un ciclo de descarga;

(ii) seleccionar un porcentaje deseado de ciclos de descarga, porcentaje_{DIANA}, en donde el producto sólido en partículas se detecta con el detector;

45 (iii) seleccionar un número de segundos que disminuir (x) y un número de segundos que aumentar (y) el período de tiempo predeterminado durante el cual está abierta la válvula de llenado;

(iv) durante el período de ensayo, calcular el porcentaje de ciclos de descarga, $\text{Porcentaje}_{(\text{OBS})}$, en donde el producto sólido en partículas se detecta con el detector;

(v) después del último ciclo de descarga del período de ensayo, ajustar el período de tiempo predeterminado como sigue:

- 5 (A) si $\text{Porcentaje}_{(\text{OBS})} > \text{Porcentaje}_{(\text{DIANA})}$, disminuir el período de tiempo predeterminado en x segundos;
- (B) si $\text{Porcentaje}_{(\text{OBS})} < \text{Porcentaje}_{(\text{DIANA})}$, aumentar el período de tiempo predeterminado en y segundos; y
- (C) si $\text{Porcentaje}_{(\text{OBS})} = \text{Porcentaje}_{(\text{DIANA})}$, no hacer ningún ajuste del período de tiempo predeterminado;

(vi) repetir las etapas (iv) y (v) cualquier número de veces; y

- 10 (vii) ajustar opcionalmente t_{ENSAYO} , $\text{Porcentaje}_{(\text{DIANA})}$, x, y, o cualquiera de sus combinaciones, después de cualquier etapa (v) o en cualquier momento durante un ciclo de ensayo.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

dentro de la etapa (c), determinar además:

- (i) el tiempo entre ciclos de descarga, y
- (ii) el número de ciclos de descarga en un período de tiempo conocido; y

- 15 dentro de la etapa (d), utilizar además el algoritmo de control y el sistema de control (9) para ajustar el período de tiempo predeterminado, el tiempo entre ciclos de descarga, el número de ciclos de descarga en un período de tiempo conocido, o cualquiera de sus combinaciones, para optimizar la conservación de gas en el reactor.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:

(a) proporcionar:

- 20 (i) un depósito de producto conectado a un reactor de lecho fluidizado a través de una válvula de llenado y que comprende un medio para vaciado y un medio para ventilación;
- (ii) un primer detector que proporciona una respuesta cuando un producto sólido en partículas llena o rebosa el depósito de producto hasta un primer nivel;
- 25 (iii) un segundo detector que proporciona una respuesta cuando un producto sólido en partículas llena o rebosa el depósito de producto hasta un segundo nivel, que es superior al primer nivel;
- (iv) un sistema de control en comunicación con el detector y la válvula de llenado y capaz de controlar la válvula de llenado;

(b) realizar al menos un ciclo de descarga que comprende:

- 30 (i) abrir la válvula de llenado durante un período de tiempo predeterminado y transferir el producto sólido en partículas junto con gas del reactor de lecho fluidizado al depósito de producto; y
- (ii) después del período de tiempo predeterminado, cerrar la válvula de llenado y vaciar el depósito de producto;

- 35 (c) mientras se realiza la etapa (b), calcular un ajuste deseado para el período de tiempo predeterminado utilizando un algoritmo de control y al menos una respuesta, o ausencia de respuesta, del primer detector, del segundo detector, o de ambos, obtenida mientras se realiza al menos un ciclo de descarga; y

(d) ajustar el período de tiempo predeterminado al ajuste deseado usando el sistema de control.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el período de tiempo predeterminado se ajusta de modo que el producto sólido en partículas se detecte con el primer detector en aproximadamente 90% hasta aproximadamente 100% de los ciclos de descarga, y el producto sólido en partículas se detecte con el segundo detector en aproximadamente 0% hasta aproximadamente 10% de los ciclos de descarga.
- 40

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:

(a) proporcionar múltiples series paralelas de depósitos que comprenden un primer depósito de producto, un primer depósito de inyección, un segundo depósito de producto y un segundo depósito de inyección, en donde:

- 45 (i) cada depósito de producto está conectado al reactor de lecho fluidizado a través de una válvula de llenado y comprende un medio para vaciado y un medio para ventilación;

(ii) se proporciona un detector para cada depósito de producto para obtener una respuesta cuando un producto sólido en partículas llena o rebosa el depósito de producto hasta el nivel del detector;

(iii) se proporciona un sistema de control para cada depósito de producto en comunicación con el detector y la válvula de llenado y capaz de controlar la válvula de llenado;

5 (b) para una serie paralela de depósitos, transferir el producto sólido en partículas junto con el gas desde el reactor al primer depósito de producto:

(i) abriendo la válvula de llenado durante un período de tiempo predeterminado y transfiriendo el producto sólido en partículas junto con el gas del reactor de lecho fluidizado al primer depósito de producto;

10 (ii) después del período de tiempo predeterminado, cerrando la válvula de llenado y vaciando el primer depósito de producto;

(c) mientras se realiza (b), transferir el producto sólido en partículas desde el segundo depósito de producto hasta el segundo depósito de inyección;

(d) mientras se realizan (b) y (c), transferir el producto sólido en partículas desde el primer depósito de inyección hasta un destino adicional que tenga una presión menor que el primer depósito de inyección;

15 (e) después de realizar (b), (c) y (d), hacer pasar gas desde el primer depósito de producto hasta el segundo depósito de producto;

(f) hacer pasar gas desde el segundo depósito de inyección hasta el primer depósito de inyección;

en donde cada uno de (b), (c), (d), (e) y (f) están aislados por válvulas cerradas desde cualquiera del reactor, los depósitos de productos y los depósitos de inyección que no sean necesarios para su funcionamiento;

20 (g) repetir las etapas (b)-(f) para cada serie paralela restante de depósitos;

(h) repetir las etapas (b)-(g) cualquier número de veces y para cada depósito de producto calcular independientemente un ajuste deseado para el período de tiempo predeterminado usando un algoritmo de control y al menos una respuesta, o ausencia de respuesta, del detector, para el depósito de producto, obtenida mientras se realiza la etapa (b) para el depósito de producto; e

25 (i) ajustar independientemente el periodo de tiempo predeterminado para cada depósito de producto por el ajuste deseado usando el sistema de control.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde las etapas (h) e (i) se implementan independientemente para cada depósito de producto de acuerdo con un algoritmo de control, que comprende las etapas siguientes:

30 (i) seleccionar un período de ensayo, t_{ENSAYO} , que comprenda el tiempo suficiente para realizar al menos un ciclo de descarga;

(ii) seleccionar un valor deseado de respuesta del detector, R_{DIANA} , un valor aceptable mínimo de respuesta del detector, R_{MIN} , y un valor aceptable máximo de respuesta del detector, R_{MAX} ;

35 (iii) seleccionar un número de segundos que disminuir (x) y un número de segundos que aumentar (y) el período de tiempo predeterminado durante el cual está abierta la válvula de llenado;

(iv) durante el período de ensayo, calcular la respuesta media del detector, R_{MED} , después de cada ciclo de descarga;

(v) después del último ciclo de descarga del período de ensayo, ajustar el período de tiempo predeterminado como sigue:

40 (A) si $R_{\text{MED}} \geq R_{\text{MAX}}$, disminuir el período de tiempo predeterminado en x segundos;

(B) si $R_{\text{MED}} \leq R_{\text{MIN}}$, aumentar el período de tiempo predeterminado en y segundos; y

(C) si $R_{\text{MIN}} < R_{\text{MED}} < R_{\text{MAX}}$, no hacer ningún ajuste del período de tiempo predeterminado;

(vi) repetir las etapas (iv) y (v) cualquier número de veces; y

45 (vii) ajustar opcionalmente t_{ENSAYO} , R_{DIANA} , R_{MIN} , R_{MAX} , x, y, o cualquiera de sus combinaciones, después de cualquier etapa (v) o en cualquier momento durante un ciclo de ensayo.

FIG. 1

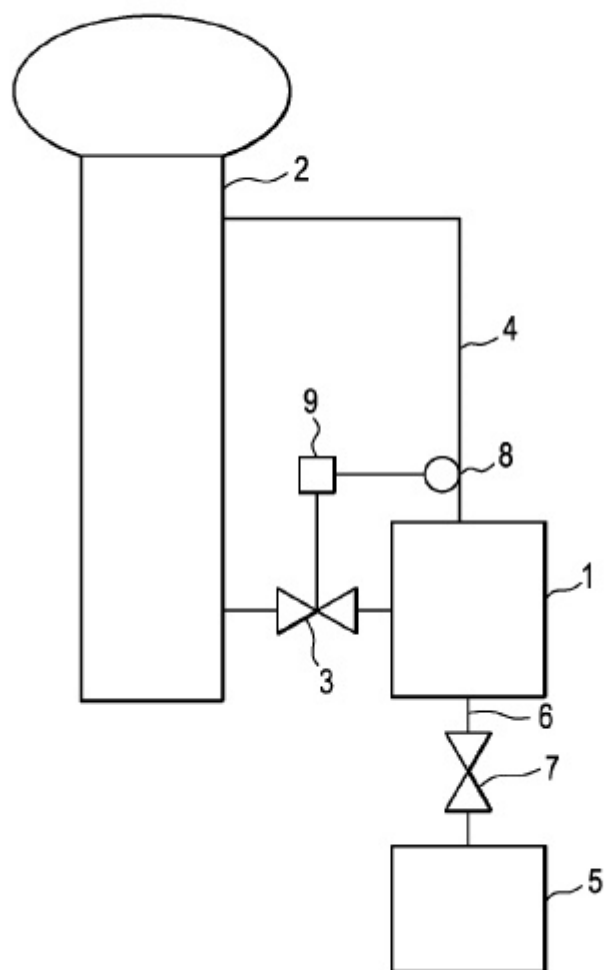


FIG. 2

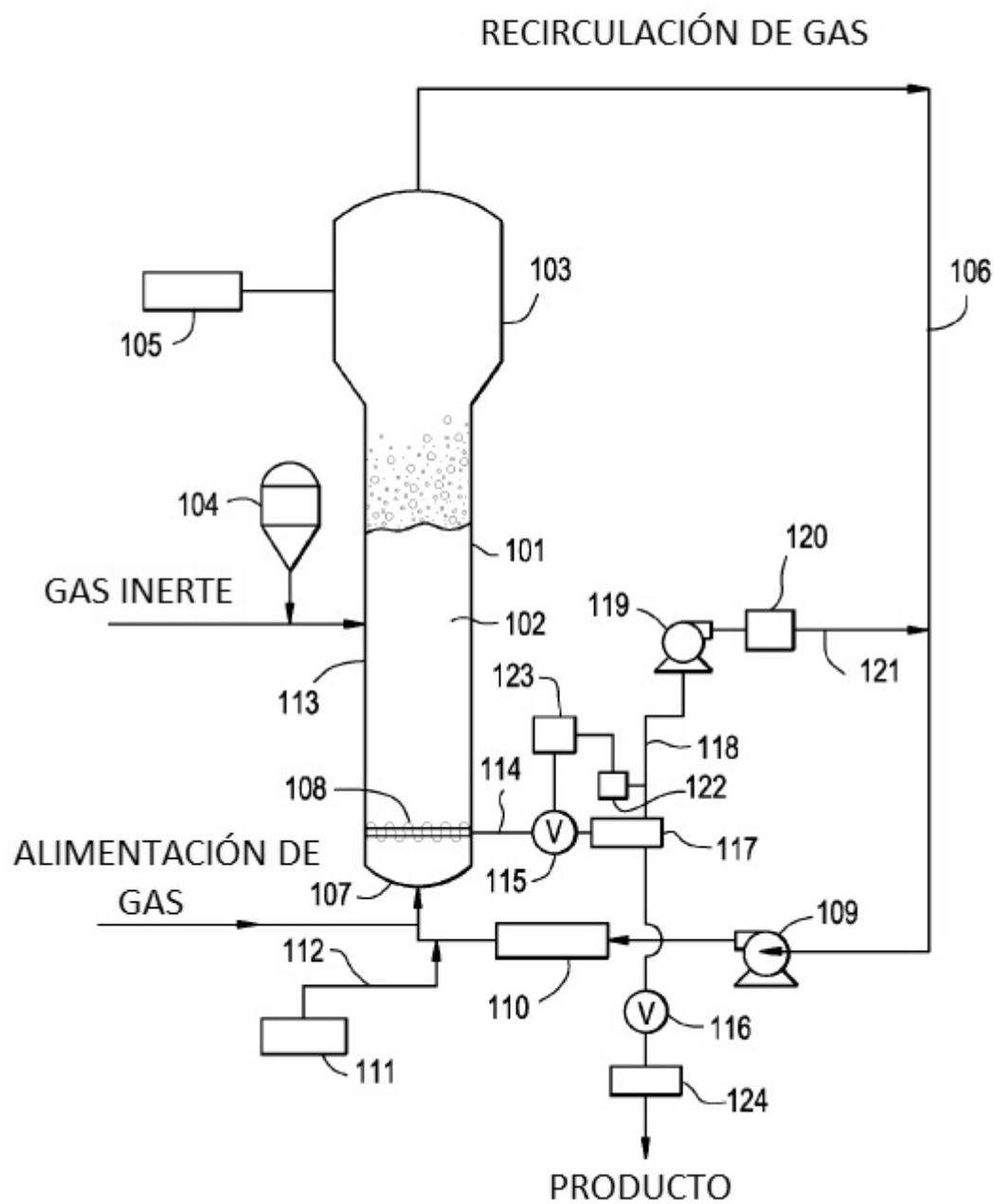


FIG. 3

