

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 848**

51 Int. Cl.:

B01J 8/02 (2006.01)

G05B 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2008 E 08797684 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **26.05.2010 EP 2188316**

54 Título: **Procedimiento de optimización de procesos químicos que considera la seguridad de las plantas de proceso químico**

30 Prioridad:

10.09.2007 US 852713

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

06.02.2013

73 Titular/es:

**SD LIZENZVERWERTUNGSGESELLSCHAFT MBH
& CO. KG (100.0%)
LENBACHPLATZ 6
80333 MUNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**BILLIG, BARRY J. y
SULLIVAN, JOHN JAMES**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 394 848 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

Procedimiento de optimización de procesos químicos que considera la seguridad de las plantas de proceso químico

Antecedentes

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere, en general, a la optimización de procesos químicos. Más particularmente, la invención se refiere a la optimización de procesos químicos a la vez que considera la seguridad de las plantas de proceso químico.

Descripción de la técnica relacionada

- 10 Muchos productos químicos industriales se producen en volúmenes generalmente grandes (es decir, miles de toneladas por año) utilizando plantas químicas de proceso. Las plantas de proceso químico se pueden usar para producir productos químicos orgánicos (es decir, incluyendo productos petroquímicos), así como productos químicos inorgánicos. Las plantas de proceso químico en general se pueden usar para producir productos químicos en un modo de procesamiento discontinuo (es decir, un procesamiento por lotes que usa un reactor químico para proceso discontinuo) o alternativamente en un modo de proceso continuo (es decir, un procesamiento continuo que usa un reactor químico de proceso continuo).

- 15 Cuando se producen productos químicos en general, y cuando se producen productos químicos orgánicos más particularmente, es común en la técnica de procesamiento químico hacer reaccionar un material reactivo químico en condiciones elevadas de temperatura y presión para facilitar una reacción química eficiente del material reactivo químico para dar un material de producto químico deseable. En muchas reacciones químicas, al menos uno de un material reactivo químico y un material producto químico resultante puede ser químicamente inestable (es decir, fácilmente propenso a una reacción química). La presencia de al menos un material reactivo químico químicamente inestable y un material producto químico químicamente inestable dentro de un reactor químico puede llevar a consideraciones de seguridad dentro de una planta de proceso químico dentro de la cual el material reactivo químico reacciona para producir el material producto químico. A modo de ejemplo no limitante, las reacciones de oxidación de olefinas (es decir, reacciones de epoxidación de olefinas), tal como la reacción de etileno y oxígeno para producir óxido de etileno, son particularmente susceptibles a la inflamabilidad debido a la presencia de un material reactivo químico orgánico propenso a la oxidación (es decir, una olefina) en presencia de un oxidante (es decir, oxígeno).

- 20 Como antecedente, diversos aspectos de la producción de óxido de etileno que tienen incidencia en la reacción entre etileno y oxígeno a temperatura elevada y presión elevada dentro de una planta de proceso químico son conocidos en la técnica de procesos químicos.

- 25 Por ejemplo, Evans et al., en los documentos de Patente Estadounidenses Nos. 6.372.925, Publicación Mundial No. WO/2004/092148 y Publicación Estadounidense No. 2004/0236124, enseña un proceso químico para la producción de óxido de etileno mediante la reacción entre etileno y oxígeno, considerando un efecto de envejecimiento de un catalizador de plata selectivo que se usa dentro del proceso químico. Debido a la consideración del efecto de envejecimiento del catalizador de plata selectivo, el proceso químico proporciona el uso de diferentes temperaturas de reacción y diferentes concentraciones de óxido de etileno como reactivo químico antes y después del envejecimiento del catalizador de plata selectivo que se usa en el proceso químico.

- 30 Además, Gary et al., en la Patente Estadounidense No. 7.153.985, enseña un proceso químico para producir óxido de etileno mediante la reacción entre etileno y oxígeno, a la vez que se evita una condición de pos-ignición dentro de una planta de proceso químico dentro de la cual se lleva a cabo el proceso químico. La condición de pos-ignición dentro de la planta de proceso químico se evita parcialmente mediante el control de una concentración de hidrocarburos que tienen al menos cuatro átomos de carbono dentro de la planta de proceso químico como indicación de susceptibilidad de la planta de proceso químico a la condición de pos-ignición. El documento US 2007/023379 desvela un proceso para mezclar un oxidante que tiene potencial explosivo con un hidrocarburo.

- 35 Es probable que la seguridad de la planta de proceso químico continúe siendo de considerable importancia dentro del contexto de la implementación de procesos químicos nuevos y existentes dentro de las plantas de proceso químico. Para este fin, son convenientes procedimientos generales que se puedan usar para asegurar la seguridad de la planta de proceso químico cuando se implementan procesos químicos nuevos o existentes dentro de las plantas de proceso químico.

50 Sumario

- 55 La invención proporciona un procedimiento para operar con seguridad una planta de proceso químico (es decir, que normalmente incluye un reactor químico) cuando se implementa un proceso químico dentro de la planta de proceso químico (es decir, que normalmente incluye en particular implementar el proceso químico dentro del reactor químico). El procedimiento se basa en la medición de una tasa de aumento de la presión dentro de un recipiente de contención después de la ignición deliberada dentro del recipiente de contención de al menos un material que se usa

en el proceso químico. Una pluralidad de mediciones de la tasa de aumento de presión precedente dentro del recipiente de contención se lleva a cabo para una pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso químico propuestas. Las igniciones deliberadas para la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso químico propuestas normalmente (aunque no necesariamente) se llevan a cabo en un recipiente de contención del aparato de ensayo separado de la planta de proceso químico. La invención contempla que cuando se implementa el proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular, se selecciona uno de la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso químico propuestos para la operación segura de la planta de proceso químico sobre la base de una tasa de aumento de la presión dentro del recipiente de contención que permite la operación segura de la planta de proceso químico.

Un procedimiento particular para operar con seguridad una planta de proceso químico de acuerdo con la invención incluye medir, para cada una de una pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas para un proceso químico particular dentro de una planta de proceso químico particular, una tasa de aumento de la presión después de una ignición contenida deliberada de al menos un material dentro del proceso químico particular. La medición precedente proporciona de este modo una pluralidad de tasas de aumento de la presión que se corresponden con la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas. Este procedimiento particular también incluye seleccionar de la pluralidad de tasas de aumento de la presión una tasa de aumento de la presión particular que permite una operación segura del proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular. Este procedimiento particular también incluye implementar el proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular usando al mismo tiempo un conjunto de condiciones de proceso particulares de la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso que corresponden a la tasa de aumento de la presión particular de la pluralidad de tasas de aumento de presión.

Otro procedimiento particular para operar con seguridad una planta de proceso químico de acuerdo con la invención también incluye medir, para cada una de una pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas para un proceso químico particular dentro de una planta de proceso químico particular, una tasa de aumento de la presión después de una ignición contenida deliberada de al menos un material dentro del proceso químico particular. La medición precedente también proporciona de este modo una pluralidad de tasas de aumento de la presión que se corresponden con la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas. Este procedimiento particular también incluye seleccionar la pluralidad de tasas de aumento de la presión de una sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión que permite una operación segura del proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular. Este procedimiento particular también incluye determinar para cada tasa de aumento de la presión dentro de la sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión un valor de un parámetro auxiliar para el proceso químico particular. La anterior determinación proporciona de este modo una sub-pluralidad de valores del parámetro auxiliar para el proceso químico particular que se corresponde con la sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión. Este procedimiento particular también incluye implementar el proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular usando al mismo tiempo un conjunto de condiciones de proceso particular de la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas que se corresponde con una tasa de aumento de la presión particular de la sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión que está optimizada con respecto a un valor del parámetro auxiliar seleccionado de la sub-pluralidad de valores del parámetro auxiliar.

Un procedimiento particular para operar con seguridad una planta de proceso químico de oxidación de olefinas de acuerdo con la invención incluye medir, para cada una de una pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas para un proceso químico de oxidación de olefinas dentro de una planta de proceso químico particular, una tasa de aumento de la presión después de una ignición contenida deliberada de al menos un material dentro del proceso químico de oxidación de olefinas. La medición precedente proporciona de este modo una pluralidad de tasas de aumento de la presión que se corresponde con la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas. Este procedimiento particular también incluye seleccionar de la pluralidad de tasas de aumento de la presión una tasa de aumento de la presión particular que permite una operación segura del proceso químico de oxidación de olefinas dentro de la planta de proceso químico particular. Este procedimiento particular también incluye implementar el proceso químico de oxidación de olefinas dentro de la planta de proceso químico particular usando al mismo tiempo un conjunto de condiciones de proceso particular de la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso que se corresponde con la tasa de aumento de la presión particular de la pluralidad de tasas de aumento de la presión.

Breve descripción de los dibujos

Los objetivos, características y ventajas de la invención se comprenden dentro del contexto de la Descripción de la Realización Preferida, tal como se expone a continuación. La Descripción de la Realización Preferida se comprende dentro del contexto de los dibujos acompañantes, que forman parte material de esta descripción, donde:

La FIG. 1 muestra un diagrama esquemático de una planta de proceso de oxidación química dentro de la cual se puede implementar, en particular, una reacción de oxidación de etileno de acuerdo con una realización de la invención.

La FIG. 2 muestra un diagrama esquemático de un aparato de ensayo que se puede usar para generar y recolectar los datos de ensayo de acuerdo con un procedimiento de la invención.

Descripción de la realización preferida

La invención, que incluye un procedimiento para operar con seguridad una planta de proceso químico cuando se implementa un proceso químico dentro de la planta de proceso químico, se comprende dentro del contexto de la siguiente descripción. La descripción siguiente se entiende dentro del contexto de los dibujos descritos anteriormente. Los dibujos descritos anteriormente están destinados a fines ilustrativos, y como tales los dibujos descritos anteriormente no están necesariamente dibujados en escala.

La FIG. 1 muestra un diagrama esquemático de una planta de proceso químico particular cuya operación segura se puede asegurar de acuerdo con un procedimiento de la invención. La planta de proceso químico particular cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1 se considera como una planta de proceso de oxidación química que es aplicable, pero no necesariamente se limita a, un proceso químico de oxidación de olefinas. Más particularmente, el proceso químico de oxidación de olefinas también puede incluir, pero no se limita necesariamente a, un proceso químico de oxidación de olefinas que produce un material producto químico de óxido de etileno (es decir, epóxido de etileno) a partir de un material reactivo de etileno y un oxidante tal como, sin limitación, oxígeno.

Si bien la FIG. 1 ilustra una planta de proceso químico (que incluye un reactor químico) cuya seguridad se puede asegurar cuando allí se implementa un proceso de oxidación química tal como un proceso de oxidación de olefinas, y más particularmente un proceso de oxidación de etileno, ni la presente invención ni la invención están necesariamente limitadas de este modo. Más bien, la presente realización y la invención también se consideran aplicables en circunstancias en que una tasa de aumento de la presión incidente para la ignición no deseable o involuntaria de al menos un material dentro de un proceso químico particular que se desea implementar dentro de una planta de proceso químico particular (que incluye un reactor particular) puede causar en cambio la operación insegura de la planta de proceso químico particular.

En consecuencia, en términos generales, la presente realización y la invención son aplicables para garantizar la seguridad dentro de las plantas de proceso químico que incluyen, sin limitación, plantas de proceso químico discontinuo y plantas de proceso químico continuo dentro de las cuales se pueden implementar procesos químicos que incluyen, sin limitación, procesos químicos inorgánicos, procesos químicos orgánicos y procesos químicos híbridos (es decir, inorgánicos y orgánicos). Dentro del contexto de los procesos químicos orgánicos, la presente realización y la invención se pueden practicar ventajosamente dentro del contexto de los procesos de oxidación química, y más particularmente dentro del contexto de los procesos de oxidación de olefinas, tal como en particular los procesos de oxidación de etileno.

La planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1 en una primera instancia muestra: (1) un gas oxidable 13a que alimenta una línea de alimentación de gas oxidable 13b; (2) un gas de lastre 14a que alimenta una línea de alimentación de gas de lastre 14b; y (3) un gas oxidante 15a que alimenta una línea de alimentación de gas oxidante 15b. Cada una de las líneas de alimentación de gas oxidable 13b, línea de alimentación de gas de lastre 14b y línea de alimentación de gas oxidante 15b a su vez se une, y alimenta, a un colector 16. De acuerdo con la siguiente descripción adicional, una línea de alimentación de gas reciclado 12 también se une, y también alimenta, al colector 16.

Dentro de la presente realización, el gas oxidable 13a normalmente comprende una olefina, tal como en particular etileno. Sin embargo, como se indicó anteriormente, ni la presente realización ni la invención se limita a los procesos de oxidación de olefina generales, o más particularmente, a procesos de oxidación de etileno. Más bien, la presente invención es aplicable en forma más general a: (1) procesos de oxidación que pueden incluir los procesos de oxidación de olefinas que incluyen procesos de oxidación de etileno; así como (2) procesos de oxidación que pueden incluir procesos de oxidación de olefinas diferentes de los procesos de oxidación de etileno; y (3) procesos de oxidación diferentes de los procesos de oxidación de olefinas, donde cualquiera de los anteriores procesos de oxidación usa un gas oxidable.

El gas de lastre 14a puede incluir, sin limitación, alguno de los diversos gases de lastre que son convencionales para un proceso químico particular que se puede implementar dentro de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1. Tales gases de lastre son a menudo, pero no necesariamente de forma exclusiva, considerados como gases inertes con respecto a un proceso químico particular dentro del cual se emplean. En consecuencia, en general los gases de lastre pueden incluir los gases helio, neón, argón, kriptón y xenón. Dentro del contexto de una reacción de oxidación de olefina, uno entre el gas de lastre nitrógeno y el gas de lastre metano es un gas de lastre común.

El gas oxidante 13a puede comprender cualquiera de diversos gases oxidantes que son generalmente convencionales para un proceso de oxidación química particular que se desea implementar dentro de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1. Se incluyen en particular los gases oxidantes oxígeno, ozono, óxido nitroso y óxido nítrico. Más particularmente común es el gas oxidante oxígeno para oxidar una olefina tal como etileno dentro de una reacción de oxidación de olefinas.

Como se ilustra en la FIG. 1, el colector 16 que se conecta a, y es alimentado por, la línea de alimentación de gas reciclado 12, la línea de alimentación de gas oxidable 13b, la línea de alimentación de gas de lastre 14b y la línea de

alimentación de gas oxidante 15b, también se conecta a un intercambiador de calor gas a gas 5. En general, el colector 16, así como las correspondientes líneas de alimentación unidas 12/13b/14b/15b conectadas al mismo, se consideran del tamaño apropiado para una tasa de producción deseada de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1. A su vez, el intercambiador de calor gas a gas 5 también es de modo similar del tamaño apropiado para la tasa de producción deseada de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1.

Los materiales de construcción del colector 16, las líneas de alimentación de gas 12/13a/14a/15a, el intercambiador de calor gas a gas 5 y otros componentes que comprenden la planta de proceso químico que se describen en mayor detalle a continuación, también se consideran apropiados para un proceso químico particular que se implementa dentro de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1. Tales materiales de construcción pueden incluir, pero sin estar necesariamente limitados a, cualquiera de varios metales y aleaciones metálicas. Por ejemplo, y también sin limitación, las aleaciones de acero inoxidable son particularmente comunes.

Después de someterse a una operación de intercambio de calor dentro del intercambiador de calor gas a gas 5 una mezcla del gas de alimentación que generalmente comprende al menos el gas oxidable 13a, el gas de lastre 14a y el gas oxidante 15a se alimentan a través de un conducto de suministro de gas de alimentación 1 para llegar al reactor y refrigerador de gas 3. En un cabezal del reactor y refrigerador de gas 3 se encuentra un disco de ruptura de reactor 2a que se conecta a una ventilación del reactor 2b.

El reactor y refrigerador de gas 3 normalmente tendrán ubicado en ellos un material catalizador soportado, tal como en particular un material catalizador microporoso, que permite la mezcla y reacción del gas oxidable 13a y el gas oxidante 15a, mientras que el gas de lastre 14a sirve en primera instancia para evitar concentraciones indeseablemente altas locales del gas oxidable 13a y el gas oxidante 15a en presencia de tal catalizador. Dentro del contexto de la presente realización cuando: (1) el gas oxidable 13a comprende o consiste en una olefina tal como etileno; y (2) el gas oxidante 15a consiste en o comprende un oxidante tal como oxígeno, un material catalizador de la oxidación particular que por otra parte no está específicamente ilustrado en la FIG. 1 a menudo puede comprender, pero no necesariamente comprenderá, un material catalizador de plata selectivo o un material catalizador de plata selectivo soportado.

El disco de ruptura del reactor 2a y la ventilación del reactor 2b están destinados a descargar (es decir, normalmente a la atmósfera) el exceso de presión desde el interior del reactor y refrigerador de gas 3. Las condiciones de liberación de presión particular para el disco de ruptura del reactor 2a se basan en una calificación de contención de presión o una calificación del diseño de presión para el reactor y refrigerador de gas 3. En general, tales condiciones de liberación de presión están en un rango de aproximadamente 2,24 a aproximadamente 3,10 MPa, si bien tales condiciones de liberación de presión específicas para el disco de ruptura del reactor 2a no limitan la realización ni la invención.

Después de la reacción dentro del reactor y refrigerador de gas 3, una corriente de gas reaccionado sale del reactor y refrigerador de gas 3 a través de un conducto de gas reaccionado 4 unido a la parte inferior del reactor y refrigerador de gas 3. A su vez, el conducto de gas reaccionado 4 se conecta al intercambiador de calor gas a gas 5 a los fines de refrigerar la corriente de gas reaccionado dentro del conducto de gas reaccionado 4. Dentro del contexto de la presente realización cuando el gas oxidable 13a comprende en particular etileno y el gas oxidante 15a comprende en particular oxígeno, una mezcla de gas reaccionado dentro del conducto de gas reaccionado 4 comprende óxido de etileno como producto de reacción deseable. También se incluyen normalmente dentro de la mezcla de gas reaccionado: (1) posiblemente algo de gas etileno reactivo sin reaccionar y algo de gas oxígeno sin reaccionar; (2) algo de nitrógeno sin reaccionar o algo de metano sin reaccionar; (3) gas dióxido de carbono como subproducto no deseable; y (4) gas argón.

Una mezcla enfriada de gas reaccionado sale del intercambiador de calor gas a gas 5 a través de un conducto de gas reaccionado enfriado 6 que a su vez entra en una columna de lavado 7. Dentro de la columna de lavado 7, el producto de reacción deseable óxido de etileno se extrae de la mezcla enfriada de gas reaccionado debido a un aumento de la solubilidad del óxido de etileno en agua, en comparación con una solubilidad de al menos algún otro de los componentes de la mezcla de gases reaccionados enfriada en agua. Una solución acuosa de óxido de etileno resultante se remueve de la columna de lavado 7 a través de un grifo 17.

La solución acuosa de óxido de etileno posteriormente se puede destilar o hidrolizar de otro modo para proporcionar un material producto de reacción de óxido de etileno no acuoso purificado o etilenglicoles. Los gases remanentes de la mezcla gaseosa reactiva enfriada que ingresa a la columna de lavado 7 a través del conducto de gas reaccionado enfriado 6 salen de la columna de lavado 7 a través de un puerto de salida de gas que a su vez se conecta a un conducto de gas reciclado 8. Una determinada porción de los gases remanentes dentro del conducto de gas reciclado 8 se pueden purgar del conducto de gas reciclado 8 a través de una válvula de purga 9b que se conecta a una purga de ventilación 9a que a su vez accede al conducto de gas reciclado 8. Las porciones no purgadas de los gases remanentes dentro del conducto de gas reciclado 8 continúan a través de un conducto de gas reciclado adicional 10 que alimenta un compresor de gas reciclado 11. Dentro del compresor de gas reciclado 11, las porciones no purgadas de los gases remanentes a su vez se comprimen de nuevo a una presión apropiada y se incorporan a través de la línea de alimentación de gas reciclado 12 (que se describió brevemente con anterioridad)

al colector 16 que se describió anteriormente. Estos gases remanentes recomprimidos se mezclan con el gas oxidable 13a, el gas de lastre 14a y el gas oxidante 15a dentro del colector 16 para el procesamiento adicional dentro del circuito cerrado (es decir, un procesamiento químico continuo) de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1.

- 5 Tal como entenderán los expertos en la técnica, después de pasar a través del intercambiador de calor gas a gas 5, los gases reciclados calentados, junto con el gas oxidable calentado 13a, el gas de lastre calentado 14a y el gas oxidante calentado 15a dentro del conducto de suministro del gas de alimentación 1 y dentro del reactor y refrigerador de gas 3 pueden ser propensos a una reacción no deseable que puede llevar a la ignición, combustión, deflagración, detonación o explosión de la mezcla de suministro del gas alimentado anterior dentro del conducto de suministro de gas de alimentación 1 o el reactor y refrigerador de gas 3. Con este propósito se usa el disco de ruptura del reactor 2a con el fin de aliviar o reducir un aumento de presión no deseable en el reactor y refrigerador de gas 3. También se pueden usar discos de ruptura adicionales dentro del conducto de suministro de gas de alimentación 1 o en localizaciones adicionales alternativas dentro de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1, a los fines de aliviar o reducir un aumento de presión no deseable.
- 10
- 15 Dentro del contexto de la realización y la invención, es conveniente garantizar la operación segura de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1, así como la operación segura de otras plantas de proceso químico tanto relacionadas como no relacionadas con la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1. En particular se considera que "operación segura" significa que se puede implementar un proceso químico dentro de una planta de proceso químico, tal como la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1, en ausencia de lesión al personal o daño en la planta de proceso químico debido al aumento de presión no deseable dentro de cualquiera de los componentes que comprenden la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1.
- 20

A fin de proporcionar la operación segura anterior de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1, o cualquier planta de proceso químico relacionada, la realización en una primera instancia contempla, pero no requiere necesariamente, el uso de un aparato de ensayo. Tal aparato de ensayo se diseña para determinar una tasa de aumento de la presión después de una ignición contenida de al menos un material usado dentro de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1.

25

Un aparato de ensayo particular que se puede usar con fines de ensayo de acuerdo con la presente realización se muestra en la FIG. 2.

- 30 La FIG. 2 muestra un recipiente de contención 20 unido a un conducto de gas reaccionado 21 que a su vez se une a una bomba de vacío 22 que se puede usar para evacuar el recipiente de contención 20. También se une al recipiente de contención 20 un colector de llenado 23 al cual se conectan el gas oxidable etileno (es decir, C_2H_4), el gas oxidante oxígeno (es decir, O_2), el gas subproducto dióxido de carbono (es decir, CO_2), el gas impureza argón (es decir, Ar), el gas de lastre nitrógeno (es decir, N_2) y el gas de lastre metano (es decir, CH_4). La FIG. 2 también muestra un dispositivo de ignición 24 (es decir, una fuente de ignición) y un transductor de presión 25, cada uno de los cuales penetra parcialmente a través del recipiente de contención 20. Finalmente, el dispositivo de ignición 24 y el transductor de presión 25 se conectan, cada uno, eléctricamente a un ordenador 26 a los fines de sincronización y recolección de datos. En particular, el ordenador 26 controla el dispositivo de ignición 24 cuando se encienden los materiales anteriores dentro del recipiente de contención 20. El ordenador también controla un aumento de la presión dentro del recipiente de contención 20 en función del tiempo posterior a la ignición de al menos uno de los materiales anteriores. Finalmente, el ordenador 26 también calcula una tasa máxima de aumento de la presión después de la ignición de la mezcla de gases particular dentro del recipiente de contención 20, si bien la invención no impide procedimientos alternativos para determinar la tasa máxima de aumento de la presión después de la ignición de la mezcla de gases particular.
- 35
- 40
- 45 La operación del aparato de ensayo cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 2 contempla que primero se cargue el recipiente de contención 20 con una mezcla de los gases reactivos, gases subproductos, gases impurezas y gases de lastre en los niveles de concentración particulares que se desean investigar. Después de obtener una temperatura y presión particular dentro del recipiente de contención 20 cargado, posteriormente: (1) se enciende al menos uno de los gases reactivos resultantes, gases subproductos, mezcla de gases impurezas y gas de lastre dentro del recipiente de contención 20 cargado usando al mismo tiempo el dispositivo de ignición 24; y posteriormente (2) se mide a través del uso del transductor de presión 25 una tasa de aumento de la presión (es decir, una tasa a la cual aumenta la presión dentro del recipiente de contención 20 en función del tiempo posterior a la ignición). Una tasa de aumento de la presión particular generalmente se puede medir en unidades de presión en MPa, en función de las unidades de tiempo, en general en milisegundos.
- 50
- 55 En la realización y en la invención, una tasa de aumento de la presión (es decir, en comparación con una presión absoluta o un pico de presión) se considera como un parámetro de interés en la medida que los aumentos muy rápidos de presión (es decir, tasas de aumento de la presión más altas) que no se pueden reducir fácilmente a menudo es más probable que lleven a la falla de los componentes de la planta de proceso químico y a posible lesión del personal relacionada, debido a que estas tasas de aumento de la presión muy rápida no se pueden ecualizar rápidamente en toda una planta de proceso químico. En contraste, las tasas de aumento de la presión más lentas
- 60

dentro del aparato de ensayo, incluso en circunstancias determinadas en que tales tasas de aumento de la presión más bajas finalmente llevan a presiones absolutas más altas, en determinadas circunstancias pueden llevar a menor daño del equipo cuando se opera una planta de proceso químico tal como la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1, debido a que el daño explosivo puede provenir más probablemente de una tasa de aumento de la presión muy rápida dentro de una planta de proceso químico.

Dentro del contexto de operación del aparato de ensayo cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 2, la presente realización proporciona en primer término la obtención de una pluralidad de tasas de aumento de la presión después de la ignición contenida de al menos un material para una correspondiente pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas en las cuales se podría desear llevar a cabo un proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico cuyo diagrama esquemático se ilustra en la FIG. 1. A partir de la pluralidad de tasas de aumento de la presión resultante que se corresponde con la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas, se puede seleccionar una sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión que son numéricamente más bajas que el límite de operación segura de la tasa de aumento de la presión determinada o diseñada arbitrariamente de una planta de proceso químico particular dentro de la cual se desea implementar un proceso químico particular para el cual se midió la pluralidad de tasas de aumento de la presión en primera instancia. Finalmente, habiendo determinado una sub-pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso particulares que se podrían emplear con seguridad para un proceso químico particular dentro de una planta de proceso químico particular, posteriormente se podría seleccionar de la precedente sub-pluralidad de condiciones de proceso propuestas de operación segura para el proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular, un conjunto particular de condiciones de proceso propuestas de seguridad operativa que en segunda instancia lleve a un valor óptimo para al menos un parámetro auxiliar. Tal parámetro auxiliar, por ejemplo, podría incluir un rendimiento del producto, o alternativamente la utilización del material de partida, o alternativamente algún otro parámetro operativo deseable para el proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular.

Un ejemplo particular de operación del aparato de ensayo descrito que se ilustra en la FIG. 2, más específicamente dentro del contexto de una reacción de etileno y oxígeno para producir óxido de etileno, se proporciona de la siguiente manera dentro del contexto de los datos que se ilustran en la Tabla I.

TABLA 1: PRUEBAS DE TASA DE AUMENTO DE LA PRESIÓN						
(a 250°C & 2,28 MPa)						
NÚMERO DE EJEMPLO DE ENSAYO	CONCENTRACIONES INICIALES, mol%				GAS DE LASTRE	TASA MÁXIMA DE AUMENTO DE LA PRESIÓN, MPa/s x10 ³
	C ₂ H ₄	O ₂	CO ₂	AR		
1	20	7,2	7	10	N ₂	11,2
2	20	7,2	7	10	N ₂	13,9
3	25	8,4	1	10	CH ₄	2,61
4	25	8,4	7	10	CH ₄	2,76
5	25	9	7	10	CH ₄	5,47
6	25	9,5	7	10	CH ₄	7,82
7	25	8,4	15	10	CH ₄	3,07
8	30	6,5	1	10	CH ₄	1,71
9	30	7	1	10	CH ₄	3,10
10	30	8,4	7	10	CH ₄	3,68
11	35	7	1	10	CH ₄	1,38
12	35	8	7	10	CH ₄	4,16
13	40	7,5	1	10	CH ₄	4,58
14	40	8	7	10	CH ₄	3,91

TABLA 1 (Cont.): PRUEBAS DE TASA DE AUMENTO DE LA PRESIÓN						
(a 250°C & 2,28 MPa)						
NÚMERO DE EJEMPLO DE ENSAYO	CONCENTRACIONES INICIALES, mol%				GAS DE LASTRE	TASA MÁXIMA DE AUMENTO DE LA PRESIÓN, MPa/s x10 ³
	C ₂ H ₄	O ₂	CO ₂	AR		
15	40	8,4	7	10	CH ₄	7,74
16	45	7,5	1	10	CH ₄	4,86
17	45	8	1	10	CH ₄	6,26
18	45	8,4	1	10	CH ₄	5,28
19	45	7,5	7	10	CH ₄	4,46
20	45	8	7	10	CH ₄	8,82
21	45	8,4	7	10	CH ₄	11,71
22	50	6,5	1	10	CH ₄	2,74
23	50	7	1	10	CH ₄	3,79
24	50	7	1	10	CH ₄	3,48
25	50	7,5	1	10	CH ₄	6,75
26	50	8	1	10	CH ₄	8,23
27	50	8,4	1	10	CH ₄	6,92
28	50	7	7	10	CH ₄	10,4
29	50	7,5	7	10	CH ₄	16,07
30	50	8	7	10	CH ₄	17,25
31	50	8,4	7	10	CH ₄	20,15

La Tabla I ilustra las tasas máximas de aumento de la presión para una serie de treinta y un ejemplos de ensayo que se llevaron a cabo en condiciones de proceso químico plausibles propuestas para la reacción de producción de óxido de etileno descrita anteriormente que involucra principalmente una reacción de oxidación química de etileno con oxígeno. Las condiciones particulares del proceso incluyeron concentraciones diferentes (es decir, medidas en por ciento en moles) de etileno gaseoso como reactivo, oxígeno como gas oxidante, dióxido de carbono como gas subproducto y argón como gas impureza. En el ejemplo de ensayo 1 y el ejemplo de ensayo 2, se usó nitrógeno como gas de lastre para proporcionar una mezcla de ensayo de 100 por ciento en moles. En los ejemplos de ensayo 3 a 31 se usó gas metano como gas de lastre para proporcionar una mezcla de ensayo de 100 por ciento en moles.

Otros parámetros constantes dentro de la serie de treinta y un ejemplos de ensayo antes de la ignición incluyeron: un recipiente de contención 20 (y los materiales reactivos contenidos), temperatura de 250 grados centígrados y un recipiente de contención 20 (los materiales reactivos contenidos), presión total de aproximadamente 2,27 MPa por encima de la presión atmosférica. Las igniciones de cada una de las mezclas del ejemplo de ensayo propuestas en cada uno de los ejemplos de ensayo 1-31 se llevaron a cabo usando una fuente de chispa como dispositivo de ignición 24. Los ascensos de presión se midieron durante un período de tiempo de aproximadamente 2 a 3 segundos mientras se utilizaba el transductor de presión 25. Se determinó una tasa máxima de aumento de la presión para cada uno de los ejemplos de ensayo 1-31 como asíntota matemática.

Como se ilustra mediante los datos de la Tabla I, el uso de nitrógeno como gas de lastre para una reacción de producción de óxido de etileno, en general aparentemente produce tasas de aumento de la presión más altas en comparación con el uso alternativo de metano como gas de lastre. No se conoce con certeza la base molecular para la comprensión de esta observación particular y por esta razón no se intenta una especulación sobre la causa subyacente para esta observación. Por otra parte, los datos de tasa máxima de aumento de la presión que se ilustran en la FIG. 1 también parecen ilustrar una dependencia de la tasa máxima de aumento de la presión con la

concentración de etileno, oxígeno y dióxido de carbono, con una dependencia particularmente fuerte de la concentración de oxígeno.

5 Sobre la base de las observaciones anteriores, se podría esperar que un proceso de producción de óxido de etileno que se lleva a cabo de forma segura dentro de una planta de proceso químico tal como la planta de proceso químico que se ilustra en la FIG. 1 en general puede corresponder con el ejemplo de ensayo 27, donde se puede esperar que una concentración de etileno alta y una concentración de oxígeno alta proporcionen un alto rendimiento de óxido de etileno, pero una concentración baja del subproducto dióxido de carbono proporciona una tasa máxima de aumento de la presión comparativamente baja.

10 La realización y los ejemplos de ensayo preferidos son ilustrativos de la invención más que limitantes de la invención. Se pueden realizar revisiones y modificaciones a las plantas de proceso químico particulares y a procesos químicos particulares destinados a implementarse en las mismas, proporcionándose de todos modos un procedimiento para operar con seguridad una planta de proceso químico de acuerdo con la invención, también de acuerdo con las reivindicaciones acompañantes.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para operar con seguridad una planta de proceso químico que comprende:
- 5 medir, para cada uno de una pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas para un proceso químico particular dentro de una planta de proceso químico particular, una tasa de aumento de la presión después de una ignición contenida deliberada de al menos un material dentro del proceso químico particular, para proporcionar una pluralidad de tasas de aumento de la presión que se corresponde con la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas;
- 10 seleccionar de la pluralidad de tasas de aumento de la presión una tasa de aumento de la presión particular que permita una operación segura del proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular; e
- 15 implementar el proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular usando al mismo tiempo un conjunto de condiciones de proceso particular de la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso que se corresponde con la tasa de aumento de la presión particular de la pluralidad de tasas de aumento de la presión del proceso.
2. Un procedimiento para operar con seguridad una planta de proceso químico que comprende:
- 20 medir, para cada uno de una pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas para un proceso químico particular dentro de una planta de proceso químico particular, una tasa de aumento de la presión después de una ignición contenida deliberada de al menos un material dentro del proceso químico particular, para proporcionar una pluralidad de tasas de aumento de la presión que se corresponde con la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas;
- 25 seleccionar de la pluralidad de tasas de aumento de la presión una sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión que permita una operación segura del proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular;
- 30 determinar para cada tasa de aumento de la presión dentro de la sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión un valor de un parámetro auxiliar para el proceso químico particular, para proporcionar de este modo una sub-pluralidad de valores del parámetro auxiliar para el proceso químico particular que se corresponde con la sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión; e
- 35 implementar el proceso químico particular dentro de la planta de proceso químico particular a la vez que se usa un conjunto de condiciones de proceso particular de la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas que se corresponde con una tasa de aumento de la presión particular de la sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión que está optimizada con respecto a un valor particular del parámetro auxiliar seleccionado de la sub-pluralidad de valores del parámetro auxiliar.
3. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que la planta de proceso químico comprende una planta de proceso químico discontinuo.
4. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que la planta de proceso químico comprende una planta de proceso químico continuo.
5. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que el proceso químico particular comprende un proceso químico orgánico.
6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el proceso químico orgánico comprende un proceso de oxidación.
7. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que el proceso químico particular comprende un proceso químico inorgánico.
8. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que la ignición contenida deliberada y la medición de la tasa de aumento de la presión se lleva a cabo utilizando un aparato de ensayo separado de la planta de proceso químico particular.
9. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que el proceso químico particular es un proceso químico de oxidación de olefinas.
10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la reacción de oxidación de olefinas comprende una reacción de epoxidación de etileno.
- 50 11. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la reacción de oxidación de olefinas comprende una reacción diferente de la de epoxidación de etileno.

12. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la selección proporciona una sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión que permiten la operación segura del proceso químico de oxidación de olefinas dentro de la planta de proceso químico particular.
- 5 13. El procedimiento de la reivindicación 12, que además comprende determinar para cada tasa de aumento de la presión dentro de la sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión un valor de un parámetro auxiliar para el proceso químico de oxidación de olefinas, para proporcionar de este modo una sub-pluralidad de valores del parámetro auxiliar para el proceso químico de oxidación de olefinas que se corresponde con la sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión.
- 10 14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la implementación del proceso químico de oxidación de olefinas dentro de la planta de proceso químico particular usa un conjunto de condiciones de proceso particular de la pluralidad de conjuntos de condiciones de proceso propuestas que se corresponde con una tasa de aumento de la presión particular de la sub-pluralidad de tasas de aumento de la presión que está optimizada con respecto a un valor particular del parámetro auxiliar seleccionado de la sub-pluralidad de valores del parámetro auxiliar.

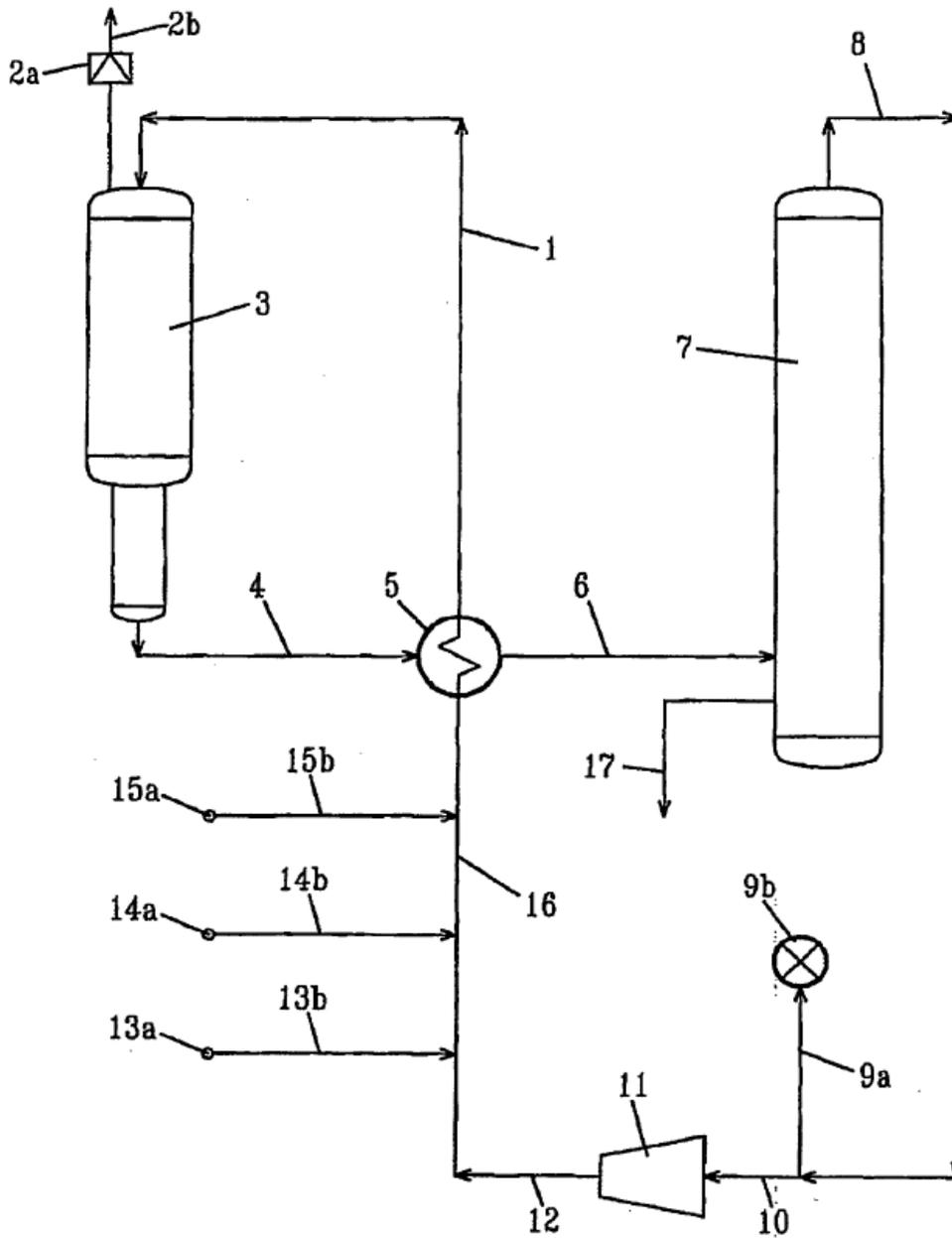


FIG. 1

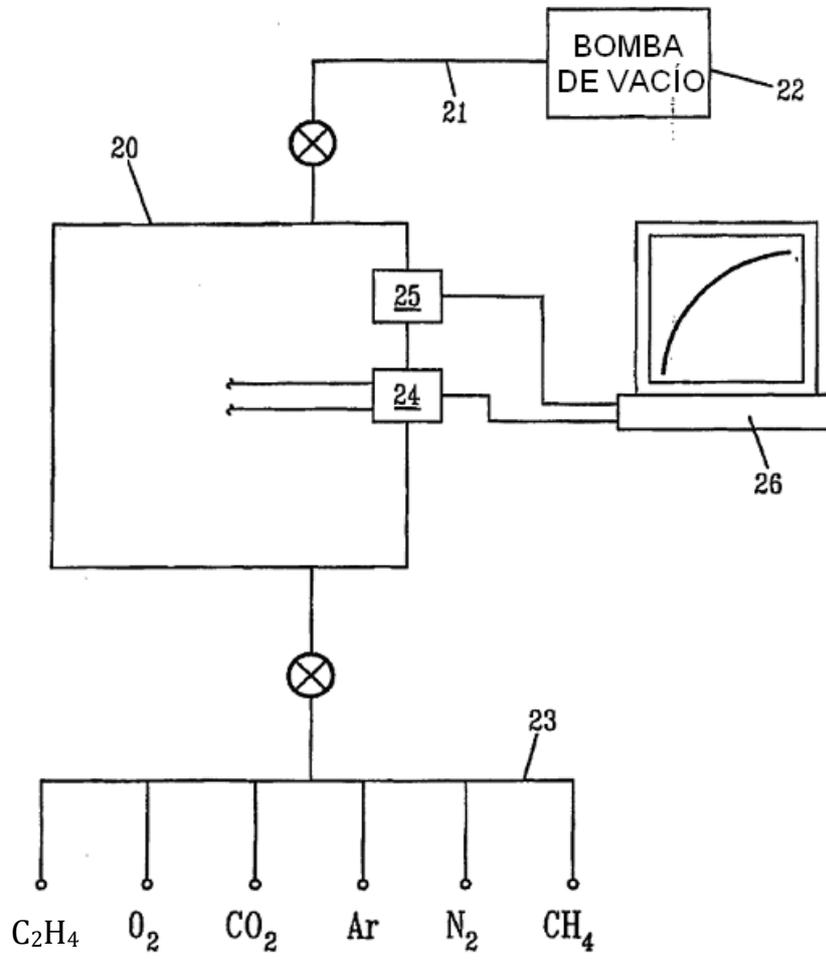


FIG.2