

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 430**

51 Int. Cl.:

C07C 29/78 (2006.01)

B01J 8/04 (2006.01)

C07C 29/152 (2006.01)

C07C 31/04 (2006.01)

B01J 8/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2021 PCT/EP2021/052262**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.08.2021 WO21156179**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2021 E 21703854 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024 EP 4100157**

54 Título: **Proceso y sistema de reacción para la preparación de metanol**

30 Prioridad:

05.02.2020 DK PA202000146

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

29.10.2024

73 Titular/es:

**TOPSOE A/S (100.0%)
Haldor Topsøes Allé 1
2800 Kgs. Lyngby, DK**

72 Inventor/es:

TJÄRNEHOV, EMIL ANDREAS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 984 430 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

Proceso y sistema de reacción para la preparación de metanol

La presente invención se refiere a un proceso para la preparación de metanol mediante conversión catalítica de gas de síntesis de metanol y a un sistema de reacción para llevar a cabo el proceso.

5 Más particularmente, el metanol se prepara mediante la invención en dos unidades de reacción, en donde una primera unidad se hace funcionar en modo de un solo paso con gas de síntesis fresco opcionalmente mezclado con gas de síntesis no convertido separado del efluente procedente de una segunda unidad de reacción y en donde la segunda unidad de reacción se hace funcionar en un bucle de síntesis con gas de síntesis no convertido mezclado opcionalmente con gas de síntesis fresco.

10 La reacción de óxidos de carbono e hidrógeno a metanol tiene un equilibrio limitado y la conversión del gas de síntesis a metanol por paso a través de un catalizador de metanol es relativamente baja, incluso cuando se usa un gas de síntesis altamente reactivo.

Debido al bajo rendimiento de producción de metanol en un proceso de conversión de metanol de un solo paso, la práctica general en la técnica es reciclar el gas de síntesis no convertido separado del efluente de la reacción y diluir el gas de síntesis fresco con el gas reciclado.

15 Esto normalmente da como resultado el llamado bucle de síntesis de metanol con uno o más reactores conectados en serie que se hacen funcionar con gas de síntesis fresco diluido con gas no convertido, separado y reciclado en un separador de efluentes de reactor o con el efluente procedente del reactor que contiene metanol y gas de síntesis no convertido. La relación de reciclaje (gas de reciclaje: gas de alimentación de síntesis fresco) es de 1:1 hasta 7:1 en la práctica normal.

20 En los diseños de procesos de metanol con una unidad de reacción de un solo paso y una unidad de reacción que se hace funcionar en una síntesis con reciclado no convertido en un bucle de síntesis de metanol, se pueden establecer composiciones de gas óptimas para la unidad de reacción de un solo paso o para la unidad de reacción que se hace funcionar en una síntesis con reciclado no convertido mediante gas de reciclaje y gas de derivación de alimentación. El efluente procedente de la unidad de reacción de un solo paso se mezcla con el efluente procedente de la unidad de reacción en el bucle de síntesis. El metanol producido se separa del efluente mezclado después de su enfriamiento en la unidad de separación aguas arriba. El gas de síntesis no convertido separado contenido en el efluente mezclado combinado procedente de las unidades de reacción se recicla a la unidad de reacción en el bucle de síntesis.

30 Para ahorrar equipo, el enfriamiento y la separación del gas efluente que contiene metanol se pueden realizar en un tren de enfriamiento combinado. Sin embargo, el tren de enfriamiento combinado tendrán que mezclar los dos gases de reciclaje diferentes, es decir, uno procedente de la unidad de reacción de un solo paso y otro procedente de la unidad de reacción del bucle de síntesis. Para evitar la acumulación de gases inertes, una parte del gas de síntesis no convertido, combinado y reciclado se debe purgar del bucle, purgando así más reactivos activos de los necesarios.

35 En aras de la simplicidad, en la siguiente descripción y reivindicaciones, la "unidad de reacción de un solo paso" se denomina "primera unidad de reacción de metanol" y la "unidad de reacción del bucle de síntesis" se denomina "segunda unidad de reacción de metanol".

El término "catalizador de metanol" usado en la siguiente descripción y en las reivindicaciones se refiere a cualquier catalizador que sea activo en la conversión de hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono en metanol. Esos catalizadores no forman parte de la invención y se describen ampliamente en la literatura de patentes.

40 Catalizadores de metanol apropiados para usar en la invención son, como ejemplo, los catalizadores conocidos a base de cobre-zinc.

El principio principal de la invención es, por tanto, retirar un gas de purga caliente del efluente procedente de la segunda unidad de reacción de metanol, antes de que el efluente se combine con el efluente procedente de la primera unidad de reacción.

45 El gas de purga caliente permitirá combinar equipos en el tren de enfriamiento y con el mayor contenido de componentes inertes y la menor actividad, lo que permite una purga más efectiva sin perder demasiados reactivos con solo un enfriador extra pequeño.

El término "inertes" se refiere a componentes contenidos en el gas de síntesis de metanol, que no son químicamente reactivos en la síntesis de metanol.

50

Por consiguiente, esta invención es un proceso para la preparación de metanol, que comprende las etapas de

- (a) proporcionar un gas de síntesis de metanol fresco que contiene hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono;
- 5 (b) introducir y hacer reaccionar la corriente de gas de síntesis de metanol fresco en una primera unidad de reacción de metanol en presencia de un catalizador de metanol y obtener una primera corriente de efluente que contiene metanol y gas de síntesis no convertido;
- (c) proporcionar una corriente de gas de reciclaje que contiene el gas de síntesis de metanol no convertido contenido en la primera corriente de efluente y el gas de síntesis de metanol no convertido procedente de una segunda unidad de reacción de metanol;
- 10 (d) introducir y hacer reaccionar la corriente de gas de reciclaje en la segunda unidad de reacción de metanol en presencia de un catalizador de metanol;
- (e) retirar una segunda corriente de efluente que contiene metanol y el gas de síntesis de metanol no convertido procedente de la segunda unidad de reacción de metanol;
- (f) combinar la primera y una parte de la segunda corriente efluente;
- 15 (g) enfriar y separar el efluente combinado en una corriente líquida que contiene metanol y la corriente de reciclaje; y
- (h) retirar la parte restante de la segunda corriente de efluente como una corriente de gas de purga,
- en donde la parte restante de la segunda corriente de efluente se retira como una corriente de gas de purga antes de combinar la primera y la segunda corriente de efluente.
- 20 En algunas aplicaciones del proceso según la invención, será deseable ajustar el módulo $M=(H_2-CO_2)/(CO+CO_2)$ del gas de síntesis fresco mediante la adición de hidrógeno al gas. El hidrógeno se puede recuperar del gas de purga y reciclarse al proceso aguas arriba del compresor de gas de síntesis.
- Así, en una realización de la invención al menos una parte del hidrógeno contenido en la corriente de gas de purga se recupera y se recicla a la etapa b).
- 25 Para proporcionar condiciones óptimas para la reacción de metanol en la primera unidad de reacción de metanol, en una realización adicional se introduce una parte de la corriente de reciclaje en la primera unidad de reacción de metanol.
- En una realización adicional, una parte del gas de síntesis de metanol fresco se introduce en la segunda unidad de reacción de metanol para proporcionar condiciones óptimas para la síntesis de metanol en la segunda unidad de
- 30 reacción de metanol.
- La primera y segunda unidad de reacción de metanol pueden comprender uno o más reactores seleccionados entre reactores enfriados por agua en ebullición, reactores enfriados por gas, reactores de enfriamiento rápido y reactores operados adiabáticos, conectados en serie y/o en paralelo.
- La invención proporciona además un sistema de reacción para su uso en un proceso para la preparación de metanol, el sistema comprende una primera y una segunda unidad de reacción de metanol que contienen cada una un
- 35 catalizador de metanol;
- un conducto de corriente de gas de proceso para introducir una corriente de gas de proceso de un gas de síntesis fresco en la primera unidad de reacción de metanol y un conducto de circulación para hacer circular gas de síntesis no convertido a la segunda unidad de reacción de metanol;
- 40 un primer conducto de efluente para retirar y hacer pasar una primera corriente de efluente que contiene metanol desde la primera unidad de reacción hasta un punto de mezcla en un segundo conducto de efluente para retirar un segundo efluente que contiene metanol procedente de la segunda unidad de reacción;
- medios de separación dispuestos aguas abajo del punto de mezcla en el segundo conducto de efluente para separar el metanol del gas de síntesis no convertido;
- 45 un circulador dispuesto en el conducto de circulación entre los medios de separación dispuestos aguas arriba de la segunda unidad de reacción de metanol; y
- una tubería de gas de purga conectada al conducto de circulación y dispuesta aguas arriba del punto de mezcla en el segundo conducto de efluente.

En una realización del sistema de reacción según la invención, la tubería de gas de purga se conecta a una unidad de recuperación de hidrógeno.

En una realización de la invención, se conecta un conducto a la unidad de recuperación de hidrógeno y al conducto de la corriente de gas de proceso para hacer pasar hidrógeno a la corriente de gas de un gas de síntesis fresco.

- 5 En una realización de la invención, el sistema de reacción comprende además un conducto conectado a la unidad de recuperación de hidrógeno y al conducto de la corriente de gas de proceso para hacer pasar hidrógeno a la corriente de gas de un gas de síntesis fresco.

- 10 En una realización de la invención, el sistema de reacción comprende además un conducto de corriente dividida para hacer pasar una parte del gas de síntesis no convertido desde el conducto de circulación al conducto de corriente de gas de proceso.

En una realización de la invención, el sistema de reacción comprende además un conducto de corriente dividida para hacer pasar una parte de la corriente de gas de proceso de un gas de síntesis fresco al conducto de circulación.

- 15 La primera y segunda unidad de reacción en las realizaciones anteriores pueden comprender uno o más reactores de metanol seleccionados entre reactores enfriados por agua en ebullición, reactores enfriados por gas, reactores de enfriamiento rápido y reactores operados adiabáticos conectados en serie y/o en paralelo.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para la preparación de metanol, que comprende las etapas de
 - (a) proporcionar un gas de síntesis de metanol fresco que contiene hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono;
 - 5 (b) introducir y hacer reaccionar la corriente de gas de síntesis de metanol fresco en una primera unidad de reacción de metanol en presencia de un catalizador de metanol y obtener una primera corriente de efluente que contiene metanol y gas de síntesis no convertido;
 - (c) proporcionar una corriente de gas de reciclaje que contiene el gas de síntesis de metanol no convertido contenido en la primera corriente de efluente y el gas de síntesis de metanol no convertido procedente de
 - 10 una segunda unidad de reacción de metanol;
 - (d) introducir y hacer reaccionar la corriente de gas de reciclaje en la segunda unidad de reacción de metanol en presencia de un catalizador de metanol;
 - (e) retirar una segunda corriente de efluente que contiene metanol y el gas de síntesis de metanol no convertido procedente de la segunda unidad de reacción de metanol;
 - 15 (f) combinar la primera y una parte de la segunda corriente efluente;
 - (g) enfriar y separar el efluente combinado en una corriente líquida que contiene metanol y la corriente de reciclaje; y
 - (h) retirar la parte restante de la segunda corriente de efluente como una corriente de gas de purga,

en donde la parte restante de la segunda corriente de efluente se retira como una corriente de gas de purga antes de combinar la primera y la segunda corriente de efluente.
2. El proceso de la reivindicación 1, en donde al menos una parte del hidrógeno contenido en la corriente de gas de purga se recupera y se recicla a la etapa b).
3. El proceso de la reivindicación 1 ó 2, en donde una parte de la corriente de reciclado se introduce en la primera unidad de reacción de metanol.
- 25 4. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde una parte del gas de síntesis de metanol fresco se introduce en la segunda unidad de reacción de metanol.
5. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la primera y segunda unidad de reacción de metanol comprenden uno o más reactores seleccionados entre reactores enfriados por agua en ebullición, reactores enfriados por gas, reactores de enfriamiento rápido y reactores operados adiabáticos conectados en serie y/o en paralelo.
 - 30
6. Un sistema de reacción para su uso en un proceso para la preparación de metanol, el sistema comprende una primera y una segunda unidad de reacción de metanol que contienen cada una un catalizador de metanol; un conducto de corriente de gas de proceso para introducir una corriente de gas de proceso de un gas de síntesis fresco en la primera unidad de reacción de metanol y un conducto de circulación para hacer circular gas de síntesis no convertido
 - 35 a la segunda unidad de reacción de metanol;
 - un primer conducto de efluente para retirar y hacer pasar una primera corriente de efluente que contiene metanol desde la primera unidad de reacción hasta un punto de mezcla en un segundo conducto de efluente para retirar un segundo efluente que contiene metanol de la segunda unidad de reacción;
 - 40 medios de separación dispuestos aguas abajo del punto de mezcla en el segundo conducto de efluente para separar el metanol del gas de síntesis no convertido;
 - un circulador dispuesto en el conducto de circulación entre los medios de separación dispuestos aguas arriba de la segunda unidad de reacción de metanol; y
 - una tubería de gas de purga conectada al conducto de circulación y dispuesta aguas arriba del punto de mezcla en el segundo conducto de efluente.
- 45 7. El sistema de reacción de la reivindicación 6, en donde la tubería de gas de purga se conecta a una unidad de recuperación de hidrógeno.
8. El sistema de reacción de la reivindicación 6, que comprende además un conducto conectado a la unidad de recuperación de hidrógeno y al conducto de la corriente de gas de proceso para hacer pasar hidrógeno a la corriente de gas de un gas de síntesis fresco.

9. El sistema de reacción de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, que comprende además un conducto de corriente dividida para hacer pasar una parte del gas de síntesis no convertido desde el conducto de circulación al conducto de corriente de gas de proceso.
- 5 10. El sistema de reacción de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende además un conducto de corriente dividida para hacer pasar una parte de la corriente de gas de proceso de un gas de síntesis fresco al conducto de circulación.
- 10 11. El sistema de reacción de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en donde la primera y segunda unidad de reacción comprenden uno o más reactores de metanol seleccionados entre reactores enfriados por agua en ebullición, reactores enfriados por gas, reactores de enfriamiento rápido y reactores operados adiabáticos conectados en serie y/o en paralelo.