



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 320 237**

51 Int. Cl.:

C10L 3/06 (2006.01)

C10L 3/10 (2006.01)

F17C 11/00 (2006.01)

F25C 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05023230 .5**

96 Fecha de presentación : **25.10.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1652906**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.05.2006**

54 Título: **Procedimiento para producir clatratos de gas.**

30 Prioridad: **01.11.2004 DE 10 2004 053 627**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.05.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.05.2009

73 Titular/es: **Reto Mebes
Lutzelsee 7
8624 Hombrechtikon, CH**

72 Inventor/es: **Bonso, Bernd**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 320 237 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).

ES 2 320 237 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para producir clatratos de gas.

5 La invención se refiere a un procedimiento para producir clatratos de gas, en el que se introducen en un recipiente de reacción al menos un gas de reacción necesario para la formación de clatrato y al menos un líquido de reacción necesario para la formación de clatrato, y en el que se ajustan en el recipiente de reacción las condiciones de tal manera que tenga lugar una formación de clatrato a partir del gas de reacción y a partir del líquido de reacción.

10 La preparación de clatratos de gas o hidratos de gas es básicamente conocida. Se fijan aquí especialmente gases hidrocarbonados, por ejemplo metano, o bien hidrógeno en forma de clatratos o hidratos. Los gases pueden almacenarse así de una manera menos voluminosa y relativamente manejable sin problemas. Los gases, por ejemplo gas natural, pueden almacenarse así sobre todo como portadores de energía y pueden transportarse de manera sencilla y sin problemas en comparación con el estado gaseoso libre.

15 Los procedimientos para preparar clatratos de gas de la clase descrita al principio son básicamente conocidos por la práctica. Sin embargo, estos procedimientos o los dispositivos asociados son en general muy costosos y dejan mucho que desear, especialmente en lo que se refiere a su efectividad y en lo que respecta al rendimiento de clatratos. Sobre todo, la velocidad de preparación de los clatratos es con frecuencia insatisfactoriamente pequeña en los procedimientos conocidos. Muchos de los procedimientos conocidos pueden realizarse solamente en forma discontinua, por lo que también el rendimiento de clatratos por unidad de tiempo deja mucho que desear.

20 Frente a esto, la invención se basa en el problema técnico de indicar un procedimiento de la clase citada al principio con el cual se puedan producir clatratos de manera efectiva y poco costosa, con alto rendimiento y con alta velocidad de preparación. La invención se basa sobre todo también en el problema de técnico de indicar un procedimiento que pueda realizarse en forma continua.

25 Para resolver este problema técnico, la invención aporta la enseñanza de un procedimiento para producir clatratos de gas, en el que se introducen en un recipiente de reacción al menos un gas de reacción necesario para la formación de clatrato y al menos un líquido de reacción necesario para la formación de clatrato,

30 en el que se ajustan las condiciones en el recipiente de reacción de tal manera que se produzca una formación de clatrato a partir del gas de reacción y a partir del líquido de reacción,

35 en el que se ajustan también las condiciones en el recipiente de reacción de tal manera que en una zona de salida del recipiente de reacción se forme hielo con contenido de clatrato que cierra la zona de salida por el lado del recipiente de reacción,

40 en el que se tritura el hielo que contiene clatrato con al menos un dispositivo triturador para reducirlo a trozos de hielo y

en el que se evacuan los trozos de hielo que contienen clatrato a través de una tubería de transporte conectada a la zona de salida.

45 Preferiblemente, con el procedimiento según la invención se forman clatratos de gases hidrocarbonados (por ejemplo metano) o de hidrógeno utilizados como gas de reacción. Se prefiere especialmente dentro del ámbito de la invención la preparación de hidratos de gas, para cuya producción se utiliza agua en calidad de líquido de reacción. Está también sobre todo dentro del ámbito de la invención el que se formen clatratos de gas o hidratos de gas a partir de gases naturales o de gas de petróleo.

50 Según una forma de realización muy preferida, el procedimiento conforme a la invención se realiza de manera continua, es decir que se alimentan continuamente el gas de reacción y/o el líquido de reacción al recipiente de reacción y se producen y evacuan continuamente trozos de hielo que contienen clatrato. Sin embargo, no es forzosamente necesario que el procedimiento según la invención se realice de manera continua. Según una forma de realización de la invención, el procedimiento puede realizarse también con una alimentación periódica de gas de reacción y/o líquido de reacción y/o con una evacuación periódica de trozos de hielo que contienen clatrato. La expresión de trozos de hielo que contienen clatrato significa dentro del ámbito de la invención especialmente trozos de hielo que consisten completamente en el clatrato de gas o que consisten al menos sustancialmente en el clatrato de gas.

60 Una forma de realización especialmente preferida del procedimiento según la invención se caracteriza porque el gas de reacción utilizado para la formación de clatrato es depurado y comprimido antes de su introducción en el recipiente de reacción. Este modo de procedimiento ha dado buenos resultados especialmente para una producción continua de clatratos. Esta depuración y compresión simultáneas de un gas de reacción se encuentra revelada en el documento EP 1 329 253 A1. Dentro del ámbito de la invención se trabaja preferiblemente según este documento. Convenientemente, la depuración y compresión del gas de reacción se realiza en este caso en al menos un recipiente de depuración/compresión, a cuyo fin se introduce un líquido de depuración en el recipiente de depuración/compresión lleno del gas de reacción, de modo que, por un lado, se depura el gas de reacción y, por otro, se comprime este gas debido al llenado del recipiente de depuración/compresión. Dentro del ámbito de esta medida conforme a la invención

tiene lugar convenientemente una depuración y compresión simultáneas del gas de reacción en un único recipiente de depuración/compresión. Está dentro del ámbito de la invención el recurso de combinar varios de tales recipientes o de conectarlos uno tras otro. Preferiblemente, en la depuración y compresión del gas de reacción se trabaja como sigue: En primer lugar, se introduce convenientemente el gas de reacción, preferiblemente desde abajo, en el recipiente de depuración/compresión lleno de líquido de depuración. Se cuida aquí preferiblemente de que el gas de reacción presente un tamaño de burbujitas lo más pequeño posible al introducirlo en el líquido de depuración, de modo que se proporcione una gran superficie de contacto. De esta manera, el gas de reacción se depura con ayuda del líquido de depuración. Se desaloja aquí líquido de depuración enviándolo fuera del recipiente de depuración/compresión y se le transfiere, por ejemplo, a un recipiente de reserva. En un segundo paso se introduce a continuación el líquido de depuración en el recipiente de depuración/compresión lleno del gas de reacción, efectuándose esta introducción preferiblemente por inyección o por rociado, para lo cual se ha previsto convenientemente una cabeza de rociado correspondiente o una boquilla de rociado correspondiente en la zona superior del recipiente de depuración/compresión. Se efectúa así entonces una efectiva depuración final del gas de reacción y al mismo tiempo se llena el recipiente de depuración/compresión con el líquido de depuración, con lo que se comprime el gas de reacción.

Convenientemente, se emplea dentro del ámbito de la depuración anteriormente descrita un líquido de depuración que, en las condiciones reinantes en el recipiente de depuración/compresión, absorbe solamente pequeñas cantidades del gas de reacción que se quiere depurar. El líquido de depuración puede consistir, por ejemplo, en un glicol, que, en las condiciones citadas, absorbe especialmente tan sólo pequeñas cantidades de metano. Por otro lado, se elige el gas de depuración de tal manera que absorba fácilmente otras impurezas del gas de reacción, por ejemplo dióxido de carbono o agua.

El gas de reacción depurado y comprimido preferiblemente de la manera arriba descrita es introducido después a presión en el recipiente de reacción lleno al menos parcialmente del líquido de reacción. La introducción se efectúa convenientemente a través de una válvula correspondiente. Está dentro del ámbito de la invención que el gas de reacción se introduzca en el recipiente de reacción a la presión previa ajustada en el recipiente de depuración/compresión. Cuando se realiza la introducción en el recipiente de reacción, se cuida también preferiblemente de que el gas de reacción entre en el líquido de reacción con el menor tamaño posible de sus burbujitas para que se proporcione una superficie de contacto lo más grande posible. Según una forma de realización, en el recipiente de reacción se encuentra al menos un dispositivo mezclador para realizar un entremezclado efectivo del líquido de reacción y el gas de reacción. Según la invención, se ajustan las condiciones en el recipiente de reacción de modo que tenga lugar una formación de clatrato. La expresión de ajuste de las condiciones significa especialmente un ajuste de la presión y/o de la temperatura y/o de las concentraciones de los reaccionantes.

Está también dentro del ámbito de la invención que, para ajustar las condiciones en el recipiente de reacción, el líquido de reacción se introduzca continua o periódicamente en dicho recipiente de reacción y/o se le extraiga continua o periódicamente del recipiente de reacción. Con ayuda del líquido de reacción se efectúa especialmente el ajuste de presión necesario para la formación de clatratos. En caso de que se preparen hidratos de gas, el líquido de reacción consiste en agua. Así, por ejemplo, para la preparación de hidrato de metano se utiliza agua en calidad de líquido de reacción. Está dentro del ámbito de la invención que, para lograr una efectiva formación de clatratos, se influyen o controlen la densidad y/o la capacidad de adsorción y/o la capacidad de absorción de líquido de reacción mediante la adición de sales.

Está dentro del ámbito de la invención que la formación del hielo que contiene clatrato sea provocada o fomentada por ajuste de las condiciones, especialmente por ajuste de la presión y/o de la temperatura en el recipiente de reacción. El clatrato puede acumularse entonces en forma de hielo en la zona de salida debido a su densidad. Según una forma de realización especialmente preferida de la invención, la formación del hielo que contiene clatrato se efectúa con al menos un dispositivo de refrigeración ubicado en la zona de salida o bien se fomenta con este al menos un dispositivo de refrigeración la formación del hielo que contiene clatrato en la zona de salida. Según una forma de realización preferida de la invención, ambas medidas, es decir, el dispositivo de refrigeración y el ajuste de las condiciones, contribuyen a la formación del hielo que contiene clatrato. Como ya se ha expuesto anteriormente, el hielo que contiene clatrato consiste de preferencia completa o sustancialmente en el clatrato de gas. Está también dentro del ámbito de la invención que el hielo que contiene clatrato sea presionado en forma de un tapón de hielo hacia dentro de la zona de salida bajo la presión reinante en el recipiente de presión. Esta configuración del tapón de hielo contribuye de manera especialmente efectiva a la solución del problema según la invención. Con ayuda del tapón de hielo se pueden conservar de manera sencilla y efectiva en el recipiente de reacción las condiciones necesarias para la formación de clatrato, es decir, especialmente la presión y/o la temperatura.

La zona de salida se forma convenientemente por medio de al menos un racor de salida conectado al recipiente de reacción. Está dentro del ámbito de la invención que la zona de salida o el racor de salida esté dispuesto en la parte superior o en la cabeza del recipiente de reacción.

Convenientemente, en la región de la zona de salida situada por el lado de la tubería de transporte tiene lugar una trituración del hielo o del tapón de hielo con el al menos un dispositivo de trituración. El dispositivo de trituración puede consistir, por un lado, en un dispositivo de trituración activo accionado por un motor o similar. Sin embargo, el dispositivo de trituración puede ser también un dispositivo de trituración pasivo, es decir, no accionado, que consista, por ejemplo, en mecanismos de corte. Pueden combinarse también dispositivos de trituración activos y pasivos. Según una forma de realización muy preferida del procedimiento conforme a la invención, se alimenta un líquido de trans-

5 porte que sirve para transportar los trozos de hielos transportables o bombeables a través de la tubería de transporte. Convenientemente, este líquido de transporte se alimenta en la región de la zona de salida alejada del recipiente de reacción o situada por el lado de la tubería de transporte y/o se alimenta también al principio de la tubería de transporte. Según una forma de realización conforme a la invención, el líquido de transporte puede estar constituido al
 10 menos en parte por el líquido de reacción. Por tanto, cuando, por ejemplo, se utiliza agua como líquido de reacción para la formación de hidratos de gas, el líquido de transporte puede estar también constituido al menos en parte o en su totalidad por agua. Está también dentro del ámbito de la invención que al menos una parte del líquido de transporte consista en un líquido de generación de energía, especialmente un carburante líquido, por ejemplo gasolina. Se pueden utilizar entonces para la generación de energía tanto el gas almacenado en los clatratos como el líquido de transporte.
 15 Así, por ejemplo, se puede mezclar clatrato de metano con gasolina actuante como líquido de transporte y tanto el metano almacenado en el clatrato como la gasolina pueden ser aprovechados para la generación de energía y pueden ser alimentados, por ejemplo, a un motor correspondiente. Por tanto, mediante la selección de un líquido de transporte especial es posible el almacenamiento simultáneo del gas en el clatrato y de un líquido combustible, por ejemplo para motores de vehículos. Convenientemente, la tubería de transporte presenta al menos una bomba para impulsar los
 20 trozos de hielo o el líquido de transporte.

Está dentro del ámbito de la invención que el líquido de transporte se introduzca juntamente con los trozos de hielo arrastrados en un recipiente de transporte y/o almacenamiento y que al menos una parte del líquido de transporte sea extraída de este recipiente de transporte y/o almacenamiento. Mediante la extracción del líquido de transporte
 25 introducido en el recipiente se logra un aprovechamiento ventajoso del volumen del recipiente para el clatrato de gas. Convenientemente, se introduce líquido de transporte con trozos de hielo en el recipiente y al mismo tiempo se extrae líquido de transporte sobrante del recipiente de transporte y/o almacenamiento. Está también dentro del ámbito de la invención que al menos una parte del líquido de transporte extraído del recipiente de transporte y/o almacenamiento sea retornado nuevamente para el transporte de los trozos de hielo a través de la tubería de transporte. Por tanto, se materializa en este aspecto un circuito cerrado correspondiente del líquido de transporte. A este fin, el líquido de
 30 transporte extraído del recipiente de transporte y/o almacenamiento es convenientemente filtrado hasta dejarlo libre de clatrato.

La invención se basa en el conocimiento de que con ayuda del procedimiento conforme a la misma es posible
 35 una preparación muy efectiva y al mismo tiempo poco costosa de clatratos de gas o hidratos de gas. Es de subrayar especialmente que el procedimiento conforme a la invención admite un rendimiento de clatratos ventajosamente alto y se caracteriza especialmente por una alta velocidad de preparación de clatratos de gas. Es de destacar también que el procedimiento conforme a la invención puede realizarse continuamente de manera ventajoso y que especialmente en un modo de procedimiento continuo es posible una velocidad de preparación muy alta con alto
 40 rendimiento de clatratos. Asimismo, es de consignar que el procedimiento conforme a la invención o un dispositivo para el procedimiento conforme a la invención trabaja con mucha seguridad funcional y con ausencia de perturbaciones. Además, un dispositivo de esta clase puede realizarse de una manera relativamente sencilla, poco complicada y barata.

45 A continuación, se explica la invención con más detalle ayudándose de un dibujo que representa únicamente un ejemplo de realización. La figura única muestra un dispositivo según la invención para la puesta en práctica del procedimiento según la invención en una representación esquemática.

La figura muestra en primer lugar un recipiente de depuración/compresión 1 para realizar una depuración y compresión simultáneas de un gas de reacción. El gas de reacción podría consistir en un gas hidrocarbonado, por ejemplo metano. El recipiente de depuración/compresión se llena inicialmente con un líquido de depuración, por ejemplo con un glicol. El gas de reacción es introducido después desde abajo en el recipiente de depuración/compresión 1 a través de la tubería de alimentación 2. Se cuida entonces convenientemente de que el gas de reacción sea conducido a través del líquido de depuración con un tamaño de burbujitas lo más pequeño posible para que resulte una superficie de
 50 contacto lo más grande posible. De esta manera, se depura el gas de reacción con ayuda de líquido de depuración. El líquido de depuración es desalojado aquí del recipiente de depuración/compresión de una manera que no se ha representado con detalle. A continuación, se llena el recipiente de depuración/compresión 1 con el gas de reacción. Se introduce entonces de nuevo líquido de depuración en el recipiente de depuración/compresión 1 a través de la tubería de alimentación 3, para lo cual se inyecta convenientemente dicho líquido desde arriba. De esta manera, se depura adicionalmente el gas de reacción con el líquido de depuración. Debido al llenado del recipiente de depuración/compresión con el líquido de depuración se comprime el gas de reacción.
 55

El gas de reacción precomprimido o comprimido de esta manera es alimentado después del recipiente de depuración/compresión 1 al recipiente de reacción 5 lleno de líquido de reacción, efectuándose esta alimentación a la presión previa y a través de la tubería de suministro 4. El gas de reacción es introducido entonces desde abajo a través del líquido de reacción. Convenientemente, se tiene en cuenta también aquí que el gas de reacción suministrado entre en el líquido de reacción con un pequeño tamaño de burbujitas para garantizar una superficie de contacto lo más grande posible. En el recipiente de reacción 5 se han ajustado las condiciones, es decir, especialmente la presión y la temperatura, de modo que se forme un clatrato de gas a partir del gas de reacción y el líquido de reacción. A través de
 60 la tubería de introducción 6 se introduce más líquido de reacción en el recipiente de reacción 5. En caso necesario, el líquido de reacción sobrante puede ser retirado del recipiente de reacción 5 a través de la tubería de evacuación 7. En caso necesario, el gas de reacción sobrante puede ser extraído del recipiente de reacción 5 a través de la tubería de extracción 8. Según una forma de realización especialmente preferida de la invención, se alimentan continuamente
 65

ES 2 320 237 T3

gas de reacción a través de la tubería de suministro 4 y líquido de reacción a través de la tubería de introducción 6 y convenientemente el clatrato de gas formado es evacuado también continuamente del recipiente de reacción 5.

5 Para la evacuación del clatrato de gas formado se ha previsto un racor de salida 9 en la zona superior del recipiente de reacción 5. En el ejemplo de realización según la figura, este racor de salida 9 lleva conectado un equipo de refrigeración 10 con el cual se puede generar hielo con contenido de clatrato en la zona del racor de salida 9. Este hielo con contenido de clatrato cierra, preferiblemente como un tapón de hielo, el racor de salida 9 durante la formación del clatrato en el recipiente de reacción 5. El tapón de hielo es, por así decirlo, introducido en el racor de salida 9 por efecto de la presión reinante en el recipiente de reacción 5. Debido a este cierre del racor de salida 9 con el tapón de
10 hielo se pueden ajustar con mucha precisión las condiciones en el recipiente de reacción 5, especialmente la presión en dicho recipiente de reacción 5, y se consigue de esta manera una efectiva formación de clatrato con alto rendimiento.

15 Detrás del equipo de refrigeración 10 del racor de salida 9, considerado en la dirección de salida, está dispuesto convenientemente un dispositivo de trituración 11 que no se ha representado con más detalle en la figura y con el cual el hielo con contenido de clatrato es triturado en forma de trozos de hielo transportables detrás del equipo de refrigeración 10 y antes de una tubería de transporte 12 y/o en la zona delantera de dicha tubería de transporte 12. Los trozos de hielo transportables son evacuados después a través de la tubería de transporte 12.

20 Para el transporte de evacuación de los trozos de hielos transportables se alimenta preferiblemente y en el ejemplo de realización un líquido de transporte a través de una tubería de alimentación 13. El líquido de transporte se alimenta convenientemente en la zona del racor de salida 9 situada por el lado de la tubería de transporte y/o en la zona inicial de la tubería de transporte 12. En el ejemplo de realización según la figura se alimenta el líquido de transporte en la zona del racor de salida 9 situada por el lado de la tubería de transporte. Los trozos de hielo pueden ser evacuados entonces sin problemas con el líquido de transporte que circula por la tubería de transporte 12. Está dentro del ámbito de la invención que tenga lugar aquí una evacuación continua de los trozos de hielo con el líquido de transporte.

25 Los trozos de hielo son alimentados entonces con ayuda del líquido de transporte a un recipiente de transporte y/o almacenamiento 14 a través de la tubería de transporte 12. El líquido de transporte presente en el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14 puede ser evacuado simultáneamente a través de la tubería de evacuación 15 y puede ser alimentado de nuevo, preferiblemente de forma completa, a la tubería de alimentación 13. Debido a la evacuación del líquido de transporte desde el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14 resulta un almacenamiento muy economizador de volumen del clatrato de gas en el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14. Cuando se prepara en el marco del procedimiento según la invención, por ejemplo, hidrato de metano y se utiliza agua en calidad de líquido de transporte, el hidrato de metano puede flotar en el agua dentro del recipiente de transporte y/o almacenamiento y el agua puede ser evacuada de manera sencilla como líquido de transporte a través de la tubería de evacuación 15.

30 Por lo demás, es de consignar que el transporte de un clatrato de gas producido según la invención con ayuda del líquido de transporte es sensiblemente más seguro que el transporte del respectivo gas a presión en tuberías convencionales. El gas almacenado, por así decirlo, en forma del clatrato de gas puede ser conducido a través de la misma tubería en una cantidad sensiblemente mayor durante la misma unidad de tiempo.

35 El clatrato de gas recogido en el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14 puede ser transformado nuevamente en el respectivo gas, especialmente por calentamiento, y este gas puede ser extraído después del recipiente de transporte y/o almacenamiento a través de la tubería de evacuación 16 y puede ser alimentado conforme a su finalidad de utilización. A través de la tubería de suministro 17 se puede introducir líquido de transporte en el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14 para ajustar especialmente la presión de entrega del gas obtenido. Además, mediante la introducción de líquido de transporte a través de la tubería de suministro 17 se puede impedir que penetren gases no deseados en el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14.

40 Como ya se ha insinuado más arriba, se puede utilizar como líquido de transporte especialmente un líquido que pueda ser aprovechado para la generación de energía. Según una forma de realización, el clatrato de gas se transporta o se le introduce en el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14 con un líquido combustible que actúa como líquido de transporte. Así, por ejemplo, se puede transportar clatrato de metano con gasolina actuante como líquido de transporte. En el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14 se puede desprender entonces inicialmente el metano, por ejemplo por calentamiento, y éste puede utilizarse o consumirse especialmente en un motor. A continuación, el líquido de transporte consistente en gasolina puede ser alimentado desde el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14 al motor para su utilización o su consumo. Gracias a esta variante del procedimiento según la invención es posible la acumulación simultánea de gas y líquido combustible en el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14. En este contexto, está también dentro del marco de la invención el recurso de transportar o introducir en el recipiente de transporte y/o almacenamiento 14 un clatrato de hidrógeno con gas natural licuado actuante como líquido de transporte. En esta forma de realización se puede generar energía tanto a partir del hidrógeno acumulado en forma de clatrato como a partir del gas natural.

45 Se ha señalado ya más arriba que el gas acumulado se libera convenientemente del clatrato de gas por calentamiento de este clatrato de gas o de la mezcla de clatrato de gas/líquido de transporte. El calentamiento se efectúa preferiblemente por medio del líquido de transporte, pudiendo estar prevista una fuente de calor correspondiente en el líquido de transporte y/o fuera del mismo en la pared del recipiente de transporte y/o almacenamiento 14.

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para producir clatratos de gas, en el que se introducen en un recipiente de reacción (5) un gas de reacción necesario para la formación de clatrato y al menos un líquido de reacción necesario para la formación de clatrato,

en el que se ajustan las condiciones en el recipiente de reacción (5) de tal manera que tenga lugar una formación de clatrato,

10 en el que se ajustan también las condiciones en el recipiente de reacción (5) de tal manera que se forme en una zona de salida del recipiente de reacción (5) hielo con contenido de clatrato que cierra la zona de salida por el lado del recipiente de reacción,

15 en el que se tritura el hielo con contenido de clatrato en forma de trozos de hielo con al menos un dispositivo de trituración (11) y

en el que se evacuan los trozos de hielo con contenido de clatrato por medio de una tubería de transporte (12) conectada a la zona de salida.

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se depura y comprime el gas de reacción utilizado para la formación de clatrato antes de la introducción del mismo en el recipiente de reacción (5).

25 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que se realizan la depuración y la compresión del gas de reacción en al menos un recipiente de depuración/compresión (1), a cuyo fin se introduce un líquido de depuración en el recipiente de depuración/compresión (1) lleno con el gas de reacción, de modo que, por un lado, se depure este gas de reacción y, por otro lado, se le comprima a consecuencia del llenado del recipiente de depuración/compresión.

30 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 ó 3, en el que el gas de reacción depurado y comprimido es introducido a presión en el recipiente de reacción (5) lleno al menos parcialmente con el líquido de reacción.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, para ajustar las condiciones en el recipiente de reacción (5), el líquido de reacción es introducido continua o periódicamente en dicho recipiente de reacción (5) o bien es extraído del recipiente de reacción (5).

35 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la formación del hielo con contenido de clatrato se provoca o se fomenta con al menos un equipo de refrigeración (10) dispuesto en la zona de salida.

40 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que se alimenta un líquido de transporte que sirve para transportar los trozos de hielo por la tubería de transporte (12).

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que se utiliza un líquido de transporte que corresponde al menos en parte al líquido de reacción.

45 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que se introduce el líquido de transporte con los trozos de hielo en un recipiente de transporte y/o almacenamiento (14) y en el que al menos una parte del líquido de transporte es extraída del recipiente de transporte y/o almacenamiento (14).

50 10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que, para transportar los trozos de hielo por la tubería de transporte (12), se retorna de nuevo al menos una parte del líquido de transporte extraído del recipiente de transporte y/o almacenamiento (14).

55

60

65

