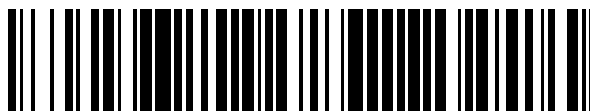


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 342 067**

51 Int. Cl.:

C07C 1/20 (2006.01)

C23F 11/04 (2006.01)

C23C 22/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2004 E 04754294 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **24.09.2014 EP 1636152**

54

Título: **Minimización de la corrosión en un sistema de procesamiento del efluente de la conversión de metanol en olefina**

30

Prioridad:

25.06.2003 US 603716

45

Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente modificada:
09.12.2014

73

Titular/es:

**EXXONMOBIL CHEMICAL PATENTS INC.
(100.0%)
5200 Bayway Drive
Baytown, TX 77520 , US**

72

Inventor/es:

**LUMGAIR, DAVID, R., JR. y
KABIN, JEFFREY, A.**

74

Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 342 067 T5

DESCRIPCIÓN

Minimización de la corrosión en un sistema de procesamiento del efluente de la conversión de metanol en olefina

CAMPO DE LA INVENCIÓN

- 5 La presente invención se refiere a la minimización de la corrosión en un sistema de procesamiento del efluente de la conversión de metanol a olefina mediante la inyección de un agente de neutralización en una corriente de recirculación del sistema de procesamiento del efluente de la conversión de metanol a olefina.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

- 10 Las olefinas ligeras tales como el etileno y el propileno son importantes materias primas petroquímicas útiles en varios procedimientos para elaborar plásticos y otros compuestos químicos. El etileno se usa para preparar diversos plásticos de polietileno y en la preparación de otros productos químicos tales como: cloruro de vinilo, óxido de etileno, etilbenceno y alcohol. El propileno se usa para preparar diversos plásticos de polipropileno y en la preparación de otros productos químicos tales como acrilonitrilo y óxido de propileno. En la industria petroquímica se conoce desde hace tiempo que los compuestos oxigenados, especialmente los alcoholes, son convertibles en olefinas ligeras. El procedimiento de conversión preferido se denomina generalmente procedimiento de reacción de
- 15 compuesto oxigenado a olefina (abreviado generalmente como procedimiento OTO por sus iniciales en inglés: oxygenate to olefin). Un procedimiento OTO particularmente preferido es un procedimiento de reacción de metanol a olefinas (abreviado generalmente como procedimiento MTO por sus iniciales en inglés: methanol to olefins), en el que el metanol se convierte fundamentalmente en etileno y/o propileno en presencia de un catalizador de tamiz molecular.

- 20 Típicamente, la corriente de producto en un reactor MTO se dirige inicialmente a una unidad o torre de enfriamiento para enfriar el producto. En la unidad de enfriamiento, la corriente de producto se pone en contacto con un medio de enfriamiento, generalmente agua, en condiciones eficaces para separar la corriente de producto en una fracción ligera de producto y una fracción pesada de producto. Los compuestos en la corriente de producto que son gaseosos en las condiciones de enfriamiento se separan de ella como la fracción ligera de producto. La fracción
- 25 ligera de producto contiene típicamente olefinas ligeras, dimetil éter, metano, CO, CO₂, etano, propano y otros componentes menores, tal como agua y materias primas oxigenadas sin reaccionar. La fracción ligera de producto se comprime y se dirige hacia la recuperación y purificación del producto olefínico. Los compuestos en la corriente de producto que son líquidos en las condiciones de enfriamiento se separan de ella como la fracción pesada de producto. La fracción pesada de producto contiene agua como subproducto, una porción de las materias primas oxigenadas sin reaccionar (excepto aquellos compuestos oxigenados que son gases en las condiciones de enfriamiento), una pequeña porción de los subproductos de conversión oxigenados, particularmente hidrocarburos pesados (C₅+) y generalmente la mayor parte del medio de enfriamiento. La fracción pesada de producto puede ser procesada para separar uno o más de los componentes pesados contenidos en ella. Ejemplos no limitantes de sistemas de separación MTO se describen en la patente de Estados Unidos N° 6.121.504 y en la patente de Estados
- 30 Unidos N° 6.482.998 y en la solicitud de patente de Estados Unidos de número de serie 10/383.204, presentada el 6 de Marzo de 2003 y en la solicitud de patente de Estados Unidos de número de serie 10/292.232, presentada el 2 de Noviembre de 2002.

- 35 En el procedimiento de reacción MTO se producen varios subproductos. Estos subproductos pueden incluir ácidos orgánicos e inorgánicos en el intervalo de C₁ a C₆. Estos ácidos existen en el reactor MTO en un efluente de la reacción MTO que también incluye las olefinas ligeras adecuadas formadas en el procedimiento de reacción MTO. En el efluente de reacción también puede estar presente una cantidad significativa de dióxido de carbono que forma ácido carbónico cuando se disuelve en agua. Estos componentes ácidos se dividen generalmente entre la fracción ligera de producto y la fracción pesada de producto. Como resultado, tanto la fracción ligera como la pesada son considerablemente ácidas.

- 45 Ahora se ha descubierto que la acidez en las fracciones ligera y pesada puede producir corrosión localizada en varias regiones de un sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO. Véase, por ejemplo la patente de Estados Unidos N° 6.403.854 y la patente de Estados Unidos N° 6.459.009. La corrosión puede reducir el grosor de las paredes de las tuberías, produciendo finalmente el debilitamiento y fallo de la tubería, particularmente a altas presiones. Por lo tanto, existe la necesidad de reducir la corrosión en un sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO.
- 50

COMPENDIO DE LA INVENCIÓN

Esta invención se refiere a un procedimiento para reducir la corrosión en un sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- 55 (a) dirigir una corriente de producto de un reactor MTO a una unidad de enfriamiento a través de una entrada de enfriamiento;

(b) poner en contacto la corriente de producto con un medio de enfriamiento en la unidad de enfriamiento en condiciones eficaces para formar una corriente de superficie que contiene las olefinas ligeras, una corriente de fondo que contiene los componentes condensados y una corriente de recirculación condensada que es una corriente lateral;

- 5 (c) añadir un agente de neutralización a la corriente de recirculación condensada para formar el medio de enfriamiento, donde el medio de enfriamiento tiene un pH de 7,0 a 8,0, y mayor que el pH de la corriente de recirculación condensada;

(d) inyectar el medio de enfriamiento en la unidad de enfriamiento en un punto de inyección orientado en la unidad de enfriamiento por encima de la entrada de la unidad de enfriamiento; y

- 10 (e) controlar el pH de la corriente de recirculación condensada

donde la etapa (c) es sensible a una determinación en la etapa (e) de que el pH de la corriente de recirculación condensada se está aproximando a condiciones ácidas y

donde el medio de enfriamiento es una corriente que es esencialmente agua.

15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Esta invención se entenderá mejor por referencia a la descripción detallada de la invención cuando se tome junto con los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra un reactor de conversión de metanol a olefina y el sistema de eliminación de los compuestos condensados según la presente invención; y

- 20 la figura 2 muestra un diagrama de flujo de un sistema de un sistema de reacción de metanol a olefina que incluye un sistema de eliminación de los compuestos condensados.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Introducción

- 25 La invención se refiere a la reducción de la corrosión en un sistema de procesamiento del efluente de la conversión de metanol a olefina (MTO).

Procedimientos para reducir la corrosión

- Un efluente de una reacción MTO típicamente contiene olefinas ligeras, agua como subproducto y otros varios subproductos. El agua y algunos de los subproductos pueden eliminarse del efluente de la reacción implementando un sistema de eliminación de los compuestos condensados en el sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO, tratado en más detalle a continuación con referencia a la figura 1 y la figura 2. El sistema de eliminación de los compuestos condensados está adaptado para eliminar al menos una porción de los componentes condensables, por ejemplo el agua, a partir de la corriente de producto inicial procedente del reactor MTO. El sistema de eliminación del condensado incluye una o más unidades de enfriamiento, y puede incluir uno o más compresores cada etapa de los cuales incluye preferiblemente un correspondiente intercambiador de calor y tambor separador, y uno o más extractores de condensado, preferiblemente columnas de destilación, que están adaptados para eliminar los componentes condensables. Varias líneas de conducción, por ejemplo tuberías, dirigen la corriente de producto del reactor MTO a una o más unidades de enfriamiento, etapas de compresor, tambores separadores y extractores de componentes condensados.

- Más específicamente, después de que la corriente de producto sale del reactor MTO, se la dirige a una unidad de enfriado, por ejemplo una torre de enfriado. Preferiblemente, la unidad de enfriamiento contiene material empaquetado y/o bandejas para facilitar en enfriamiento del producto. En la unidad de enfriado, la corriente de producto se pone en contacto con un medio de enfriamiento, preferiblemente a contracorriente, en condiciones eficaces para separar al menos una porción de los componentes condensables en la corriente de producto de los componentes más ligeros menos condensables. Los componentes en la corriente de producto que son gaseosos en las condiciones de enfriamiento se eliminan de la unidad de enfriamiento como una fracción ligera de producto y subsiguientemente se dirigen a la recuperación y purificación del producto olefínico. La fracción ligera de producto comprende olefinas ligeras, dimetil éter, metano, monóxido de carbono, dióxido de carbono, etano, propano y otros componentes menores, tal como agua y materias primas oxigenadas sin reaccionar. Los compuestos en la corriente de producto que son líquidos en las condiciones de enfriamiento se eliminan de la unidad de enfriamiento como una fracción pesada de producto para su posible división en varias fracciones y separación del medio de enfriamiento. La fracción pesada de producto contiene agua como subproducto, una porción de las materias primas oxigenadas sin reaccionar (excepto aquellos compuestos oxigenados que son gases en las condiciones de enfriamiento), una

pequeña porción de los subproductos de conversión oxigenados, particularmente hidrocarburos pesados (C5+) y generalmente la mayor parte del medio de enfriamiento.

El medio de enfriamiento es una corriente que es esencialmente agua. Preferiblemente, algunos componentes condensados se recogen en una o más bandejas en la unidad de enfriamiento y una bomba retira una porción de los componentes condensados de una primera salida en la unidad de enfriamiento formando de este modo una corriente de recirculación. Esta porción de los componentes condensados sirve como medio de enfriamiento, como se ha indicado anteriormente. La primera salida está preferiblemente orientada en la unidad de enfriamiento por debajo de la salida que recibe la corriente de producto del reactor MTO. La corriente de recirculación se enfría antes de volver a ser reintroducida en la unidad de enfriamiento en una primera entrada orientada por encima de la primera salida en la unidad de enfriamiento. La corriente de recirculación facilita el enfriamiento del producto enfriando la corriente de producto en la unidad de enfriamiento.

Opcionalmente, la unidad de enfriamiento incluye varias corrientes de recirculación, por ejemplo dos, tres, cuatro o más corrientes de recirculación. En este modo de realización, los componentes condensados se pueden retirar de la unidad de enfriamiento a través de una o más salidas de la unidad de enfriamiento.

En otro modo de realización, la unidad de enfriamiento incluye varias corrientes de recirculación extraídas de varias salidas. En este modo de realización, los componentes condensados se retiran de la unidad de enfriamiento a través de una o varias salidas de corriente laterales y a través de una salida de corriente de fondo.

La fracción pesada de producto puede contener tres fases: una fase de vapor que contiene los componentes ligeros volátiles, una fase acuosa que contiene principalmente agua y una fase oleosa que típicamente es menos densa que la fase acuosa y que flota sobre ella. En un modo de realización, del sistema de eliminación del condensado la fracción pesada de producto de la unidad de enfriamiento se dirige a una unidad de separación de tres fases en la que la fracción pesada de producto se somete a condiciones eficaces para separar la fracción pesada de producto en una fase de vapor, una fase oleosa y una fase acuosa. La unidad de separación de tres fases es preferiblemente un tambor separador que tiene una salida de la corriente de vapor, una salida acuosa y una salida de aceite que idealmente es una apertura en un conducto que se extiende a través de la fase acuosa más pesada y extrae la fase oleosa de un punto por encima de la interfaz oleosa/acuosa. Opcionalmente, la unidad de separación de tres fases está integrada en la unidad de enfriamiento. En este modo de realización, la unidad de separación de tres fases está incluida en el fondo de la vasija de refrigeración debajo de una bandeja de drenaje de la corriente de circulación. La corriente de vapor típicamente contiene componentes ligeros tales como vapor de agua, hidrocarburos ligeros (C3-), compuestos oxigenados ligeros, olefinas ligeras y metanol sin reaccionar. La corriente oleosa típicamente contiene compuestos aromáticos más pesados. El vapor en la corriente de vapor preferiblemente se redirige a la unidad de refrigeración para su procesamiento posterior y el aceite de la corriente oleosa se dirige preferiblemente a una o más unidades de separación para procesamiento posterior o se quema como combustible. La corriente acuosa típicamente incluye agua, compuestos oxigenados sin reaccionar, tales como metanol y dimetil éter, así como aldehídos, ácidos orgánicos e inorgánicos e hidrocarburos disueltos. La fase acuosa se dirige preferiblemente a un extractor de condensado con el fin de recuperar cualquier compuesto oxigenado en ella.

El extractor de condensado preferiblemente es una columna de destilación que está adaptada para separar los compuestos oxigenados del agua. En un modo de realización de la presente invención, el extractor de condensado es una columna empaquetada capaz de eliminar al menos aproximadamente 90 por ciento en peso, más preferiblemente al menos aproximadamente 95 por ciento en peso, más preferiblemente al menos aproximadamente 99 por ciento en peso y lo más preferible al menos aproximadamente 99,9 por ciento en peso, del metanol de una o más de las corrientes que están dirigidas a él, con respecto al peso total de la o las corrientes. El extractor de condensado es capaz de eliminar al menos aproximadamente 90 por ciento en peso, más preferiblemente al menos aproximadamente 95 por ciento en peso, más preferiblemente al menos aproximadamente 99 por ciento en peso y lo más preferible al menos aproximadamente 99,9 por ciento en peso, del DME que estaba presente en una o más de las corrientes que se dirigieron al extractor de condensado, con respecto al peso total de la o las corrientes. En el extractor de condensado la corriente acuosa de la unidad de separación de tres fases se somete preferiblemente a condiciones, por ejemplo temperatura y presión, eficaces para formar una corriente de superficie con compuestos oxigenados que contiene la mayoría de los compuestos que estaban presentes en la corriente acuosa, y una corriente que contiene el agua del extractor que contiene preferiblemente la mayoría del agua que estaba presente en la corriente acuosa. Si el sistema de refrigeración no incluye una unidad de separación de tres fases, entonces la fracción pesada de producto, o una porción de ella, se dirige opcionalmente al extractor de condensado para la formación de la corriente de superficie con compuestos oxigenados y la corriente que contiene agua del extractor, que contienen la mayoría de los compuestos oxigenados y el agua, respectivamente, que estaban presentes en la fracción pesada de producto.

Preferiblemente, el extractor de condensado incluye un sistema condensador de superficie para formar la corriente de superficie de compuestos oxigenados. En este modo de realización, al menos una porción de una corriente de superficie inicial del extractor de condensado se dirige a uno o más intercambiadores de calor para el enfriamiento de la corriente de superficie inicial. El o los intercambiadores de calor preferiblemente son intercambiadores del tipo a contracorriente en los que al menos una porción de la corriente de superficie inicial se pone en contacto directa o indirectamente con un medio de enfriamiento en condiciones eficaces para enfriar al menos una porción de la

corriente de superficie inicial, formando de este modo una corriente de superficie enfriada. La corriente de superficie enfriada se dirige a continuación al tambor separador en el que se deja que condensen los componentes condensables. Los componentes condensados en el tambor separador se retiran preferiblemente de él a través de una salida de condensado y se redirigen al extractor de condensado para el procesamiento posterior. Los componentes no condensables, por ejemplo componentes gaseosos, forman la corriente de superficie de compuestos oxigenados y se retiran del tambor separador a través de una salida de vapor. Al menos una porción de la corriente de superficie de compuestos oxigenados se dirige preferiblemente al reactor MTO para la conversión posterior en olefinas ligeras. Opcionalmente, todos o esencialmente todos los componentes en la corriente de superficie enfriada se condensan para formar una corriente condensada y una porción de la corriente condensada se redirige al reactor MTO para su conversión posterior en olefinas ligeras.

El extractor de condensado también incluye preferiblemente un sistema rehervidor. En este modo de realización, una bomba opcional retira una corriente extraída del rehervidor, por ejemplo una corriente del fondo, del extractor de condensado y dirige la corriente extraída del rehervidor a uno o más intercambiadores de calor para calentar la corriente extraída del rehervidor. Como se usa en la presente memoria, los términos "corriente de fondo" y "corriente de superficie" no se limitan a las corrientes de fondo y de superficie respectivamente, sino que también incluyen las corrientes laterales orientadas adyacentes al fondo o a la parte superior de la unidad que se está describiendo. Alternativamente, se usa un termosifón mejor que una bomba para retirar la corriente extraída del rehervidor del extractor de condensado. El o los intercambiadores de calor preferiblemente son intercambiadores del tipo a contracorriente en los que al menos una porción de la corriente extraída del rehervidor se pone en contacto directa o indirectamente con un medio de calentamiento en condiciones eficaces para calentar, preferiblemente para vaporizar, al menos una porción de la corriente extraída del rehervidor, formando de este modo una corriente del rehervidor calentada. Al menos una porción de la corriente del rehervidor calentada se redirige entonces al extractor de condensado para el procesamiento posterior. Opcionalmente, se extrae una sola corriente de fondo del extractor de condensado y se divide entre la corriente extraída que contiene agua y la corriente extraída del rehervidor. Alternativamente, se extraen dos corrientes de fondo en paralelo del extractor de condensado, como se muestra en la figura 1, siendo la primera corriente la corriente extraída que contiene agua y la segunda corriente la corriente extraída del rehervidor.

La fracción ligera de producto de la unidad de enfriamiento se dirige preferiblemente a un sistema de compresión. El sistema de compresión incluye preferiblemente una o más unidades o cuerpos de compresión que están adaptados para comprimir al menos una porción de la fracción ligera de producto. El sistema de compresión también incluye preferiblemente uno o más intercambiadores de calor y tambores separadores. El sistema compresor tiene el doble propósito de facilitar el movimiento de la fracción ligera de producto a través del sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO así como condensar los componentes más pesados menos deseables de la fracción ligera de producto.

En el sistema de compresión hay implementados compresores tales como compresores centrífugos. Estos compresores están formados a menudo por un cuerpo que tiene una o más etapas. Cada etapa tiene una entrada y salida respectiva y generalmente incluye una o más secciones, teniendo cada una un impulsor y un diafragma. Cada etapa también incluye preferiblemente un intercambiador de calor y un tambor separador. En muchos casos se usan múltiples cuerpos y etapas. Para reducir la potencia necesaria para hacer funcionar estas múltiples etapas a menudo se sitúan intercambiadores de calor entre ellas. El intercambiador de calor se sitúa inmediatamente posterior al compresor. En algunos casos también se usan intercambiadores de calor entre las etapas para reducir la potencia necesaria para la compresión.

En un modo de realización de la presente invención, el compresor actúa para comprimir al menos una porción de la fracción ligera de producto formando de este modo una corriente de producto ligera comprimida. La corriente de producto ligera comprimida se dirige hacia uno o más intercambiadores de calor. A medida que la corriente de producto ligera comprimida se enfría en los intercambiadores de calor, los componentes fácilmente condensables condensan de la corriente de producto ligera comprimida. El o los intercambiadores de calor preferiblemente son intercambiadores del tipo a contracorriente en los que al menos una porción de la corriente de producto ligera comprimida se pone en contacto directa o indirectamente con un medio de enfriamiento en condiciones eficaces para enfriar al menos una porción de la corriente de producto ligera comprimida, formando de este modo una corriente de producto ligera enfriada. La corriente de producto ligera enfriada se dirige a continuación al tambor separador en el que se deja que condensen los componentes fácilmente condensables. Los componentes acuosos condensados en el tambor separador se extraen de él preferiblemente a través de al menos una salida de condensado formando de este modo una corriente acuosa de condensado. Por encima de la capa de condensado acuoso condensada se puede formar una capa oleosa. Si ocurre esto, el tambor separador es entonces una unidad de separación de tres fases adaptada para separar las tres fases contenidas en ella. Opcionalmente, una porción o toda la corriente acuosa de condensado se dirige a y se combina con la corriente de recirculación asociada con la unidad de enfriamiento. Preferiblemente, sin embargo, una porción o toda la corriente acuosa de condensado se dirige y se introduce en la unidad de enfriamiento para su procesamiento posterior. Adecuadamente, el sistema de compresión incluye varias etapas de compresión, más preferiblemente al menos 2, 3, 4, 5 o más etapas de compresión. Si el sistema de compresión incluye varias etapas de compresión, entonces una porción o toda la corriente acuosa de condensado de un tambor separador dado se dirige opcionalmente y se combina con una o más corrientes de producto ligeras comprimidas y/o corrientes de producto ligeras enfriadas anteriores y/o posteriores.

Los componentes no condensables, por ejemplo los componentes gaseosos, forman la corriente de producto ligera derivada y se retiran del tambor separador a través de una salida de vapor. Al menos una porción de la corriente de producto ligera derivada se dirige preferiblemente hacia etapas de compresión adicionales, como se ha descrito anteriormente, para compresión posterior y eliminación de los componentes fácilmente condensables, formando de este modo fracciones de producto ligeras derivadas adicionales y, finalmente, una corriente de producto ligera final. Después de salir del sistema de compresión, la corriente de producto ligera final se dirige preferiblemente a un sistema de separación para eliminar los productos finales ligeros, tales como metano, hidrógeno y monóxido de carbono, además de eliminar el DME, etano y propano y otros componentes menores. Idealmente, el sistema de separación aísla el etileno y el propileno con grado de polimerización de la corriente de producto ligera final. Se pueden implementar cualquiera de varios esquemas de separación y series de recuperaciones para separar los diversos componentes en la fracción ligera de producto final.

Ahora se ha descubierto que puede haber condiciones favorables en un sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO y, particularmente, en un sistema de eliminación del condensado, para formar condensación ácida localizada. La condensación puede contener uno o más componentes ácidos indeseables, tales como, pero sin limitarse a ellos, ácido acético, ácido fórmico, ácido carbónico y varios ácidos orgánicos pesados. Dependiendo de la concentración de estos componentes ácidos, la condensación localizada en el sistema de eliminación del condensado puede ser inadecuadamente ácida, con un pH menor que 7,0. Localmente, el pH de la condensación puede ser tan bajo como 3,0 ó 2,0. Como resultado, es probable que la condensación lleve a la corrosión de las superficies de acero o de acero de baja aleación, por ejemplo superficies de las tuberías, en un sistema de procesamiento de efluente de un procedimiento MTO o de su sistema de eliminación del condensado. La presente invención se refiere a la reducción o la eliminación de la corrosión en un sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO y particularmente en su sistema de eliminación del condensado, mediante la inyección de uno o más agentes de neutralización en la corriente de recirculación del sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO. Al inyectar un agente de neutralización en la corriente de recirculación del sistema de eliminación del condensado se pueden mantener condiciones básicas donde son necesarias y se puede obtener ventajosamente una disminución proporcional de la corrosión. Mediante la adición del agente de neutralización, se forma una corriente tratada que tiene un pH de 7,0 a 8,0.

Ahora se ha descubierto que la condensación ácida se produce en la unidad de enfriamiento de un sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO. Un modo de realización de la presente invención se refiere a reducir la corrosión en la unidad de enfriamiento y/o en una o más de sus corrientes de recirculación mediante la inyección de un agente de neutralización en una o más regiones de la recirculación de la unidad de enfriamiento. En un modo de realización particularmente preferido, el agente de neutralización se inyecta en una o más regiones de la(s) corriente(s) de recirculación de la unidad de enfriamiento. Cada corriente de recirculación incluye una bomba, un intercambiador de calor y líneas de conducción. La bomba extrae los componentes condensados (por ejemplo, el medio de enfriamiento) de la unidad de enfriamiento, dirige los componentes condensados a través de un conducto y uno o más intercambiadores de calor y devuelve los componentes condensados enfriados a través de otro conducto a la unidad de enfriamiento para servir como medio de enfriamiento. El agente de neutralización se puede inyectar en una o varias cualesquiera de estas regiones de la corriente de recirculación. Si la unidad de enfriamiento incluye varias corrientes de recirculación, entonces el agente de neutralización se puede inyectar en una, en más o en todas estas regiones en una o más de las corrientes de recirculación.

El sistema del condensador incluye una corriente de superficie inicial y un intercambiador de calor que enfría la corriente de superficie inicial para formar una corriente de superficie enfriada. El sistema del condensador también incluye opcionalmente un tambor separador y una o más corrientes de componentes condensados.

Según la presente invención, se pueden implementar varios agentes de neutralización para disminuir la acidez en uno o más puntos de condensación localizados. El agente de neutralización debe ser básico, teniendo un pH mayor que 7,0, más preferiblemente mayor que aproximadamente 9,0 y lo más preferiblemente mayor que aproximadamente 11,0. Opcionalmente, el agente de neutralización se elige entre el grupo que consiste en: disolución cáustica, hidróxido de amonio, hidróxido de potasio, amoniaco y aminas. Las aminas fórmicas, tales como las comercializadas por NALCO, son los agentes de neutralización preferidos en las regiones en las que se produce corrosión localizada en conductos que transportan principalmente vapor, por ejemplo la fracción ligera de producto de la unidad de enfriamiento. En un modo de realización preferido, el agente de neutralización es una disolución acuosa básica. Preferiblemente, el agente de neutralización no comprende esencialmente azufre. Idealmente, el agente de neutralización contiene menos de aproximadamente 10.000 ppm en peso, preferiblemente menos de aproximadamente 100 ppm en peso, más preferiblemente menos de aproximadamente 1 ppm en peso y lo más preferiblemente una cantidad no detectable de azufre, definida en la presente memoria como menos de 0,01 ppm en peso de azufre.

Preferiblemente, el sistema de inyección del agente de neutralización incluye una bomba, tal como una bomba de desplazamiento positivo, una bomba dosificadora o una bomba de pistón, que es capaz de proporcionar una tasa de inyección del agente de neutralización conocida. La bomba extrae el agente de neutralización del tanque de almacenamiento en el que está almacenado el agente de neutralización y dirige el agente de neutralización a través de uno o más conductos a uno o más dispositivos de distribución adyacentes a una o más regiones diana del sistema de procesamiento del efluente. Idealmente, el dispositivo de distribución es un medio de inyección, por

ejemplo un dispositivo de atomización tal como una boquilla que es capaz de inyectar gotas del agente de neutralización en la región diana. Sin embargo, se pueden usar varios medios de inyección para inyectar el agente de neutralización de una o más regiones diana. En otro modo de realización, el medio de inyección forma un revestimiento básico sobre la o las superficies metálicas en la región diana.

El caudal de inyección puede variar ampliamente en función de varios factores tales como, pero sin limitarse a ellos, el caudal de la fracción del producto en la región diana, el pH del agente de neutralización, el pH de la condensación en la región diana y la cantidad de condensado en la región diana. Una porción del agente de neutralización puede vaporizarse a medida que es inyectada en la región diana. Sin embargo, la vaporización es indeseable ya que las propiedades de neutralización del agente de neutralización se reducen si el agente de neutralización está en fase de vapor. Por lo tanto, la tasa de inyección del agente de neutralización se elige de forma que al menos una porción del agente de neutralización esté en fase líquida después de ser inyectada en la región diana. De forma similar, la temperatura y la presión del agente de neutralización preferiblemente se eligen de forma que al menos una porción del agente de neutralización se mantenga en fase líquida. Preferiblemente, la temperatura del agente de neutralización es menor que aproximadamente 300°F (149°C), más preferiblemente menor que aproximadamente 150°F (66°C) y lo más preferiblemente menor que aproximadamente 120°F (49°C). En otro modo de realización, el caudal puede variar dependiendo del grado de acidez de la condensación detectada en la región diana. Generalmente, cuanto más ácida sea la condensación detectada mayor será el caudal.

Como se ha indicado anteriormente, a medida que la condensación ácida se desarrolla se producirá corrosión en las superficies metálicas que están en contacto con la condensación. Esta corrosión, si no se corrige puede llevar al debilitamiento del conducto, disminución de la vida útil del intercambiador de calor, disminución de la eficacia del compresor y, finalmente, fallo del compresor y/o del conducto.

Preferiblemente, el agente de neutralización se inyecta continuamente en la o las regiones diana. La tasa de inyección puede variar en función de las determinaciones hechas en las etapas de control con el fin de optimizar la cantidad de agente de neutralización usada y a la vez minimizar satisfactoriamente la corrosión.

En otro modo de realización, el agente de neutralización se inyecta en la región o regiones diana intermitentemente a intervalos planificados previamente. El intervalo entre inyecciones puede variar en función de varios factores, tales como la acidez de la condensación en la región diana, la cantidad de condensación y el pH del agente de neutralización. Para facilitar la inyección intermitente del agente de neutralización, se puede implementar un temporizador con la invención para hacer que el sistema inyecte el agente de neutralización en la región diana a intervalos predeterminados. La duración de cada periodo de inyección, por ejemplo la duración de cada inyección en el modo de realización con inyección intermitente, también puede variar en función de varios factores tales como el pH del condensado localizado, el pH del agente de neutralización y la cantidad de condensado en la región diana.

La figura 1 muestra un reactor MTO y el sistema de eliminación del condensado según la presente invención. Como se muestra, una materia prima 101 que contiene compuestos oxigenados, que preferiblemente contiene metanol, se dirige a un reactor MTO. Los compuestos oxigenados en la materia prima 101 que contienen compuestos oxigenados se ponen en contacto preferiblemente con un catalizador de tamiz molecular en el reactor MTO 102 en condiciones eficaces para convertir al menos una porción de los compuestos oxigenados en olefinas ligeras, por ejemplo etileno y propileno, que salen del reactor MTO 102 a través de una corriente de producto. Después de ser opcionalmente enfriada en uno o más intercambiadores de calor, no mostrados, la corriente de producto 103 se introduce preferiblemente en una unidad de enfriamiento 104.

En la unidad de enfriamiento 104, la corriente de producto 103 se pone en contacto con un medio de enfriamiento en condiciones eficaces para condensar al menos una porción de los componentes fácilmente condensables contenidos en la corriente de producto 103. Específicamente, la corriente de producto 103 se pone en contacto con el medio de enfriamiento, preferiblemente de forma a contracorriente, en condiciones eficaces para formar una fracción ligera de producto 105 y una fracción pesada de producto 106. La fracción ligera de producto 105 contiene preferiblemente la mayoría de las olefinas ligeras, más preferiblemente al menos 80 por ciento en peso y los más preferiblemente al menos 95 por ciento en peso de las olefinas ligeras que estaban presente en la corriente de producto 103, en función del peso total de la corriente de producto 103 introducida en la unidad de enfriamiento 104. La fracción pesada de producto 106 contiene preferiblemente la mayoría del agua, más preferiblemente al menos 80 por ciento en peso y los más preferiblemente al menos 95 por ciento en peso del agua que estaba presente en la corriente de producto 103, en función del peso total de la corriente de producto 103 introducida en la unidad de enfriamiento 104.

La unidad de enfriamiento 104 incluye una salida de recirculación, donde una porción de los componentes fácilmente condensables se retiran de la unidad de enfriamiento 104 para formar una corriente de recirculación inicial 107 que es una corriente lateral, como se muestra. La corriente de recirculación inicial 107 es bombeada por una bomba 108 a un intercambiador de calor 110 mediante una corriente de recirculación 109. El intercambiador de calor 110 enfría la corriente de recirculación 109 formando de este modo una corriente de recirculación enfriada 111, que preferiblemente se vuelve a introducir en la unidad de enfriamiento 104 en una entrada de recirculación que está orientada en un punto por encima de la salida de recirculación en la unidad de enfriamiento 104. La corriente de recirculación enfriada 111 actúa como medio de enfriamiento para facilitar el enfriamiento de la corriente de producto 103. Como se usa en la presente memoria, el término "recirculación" y "corriente de recirculación" incluye una o más

de la corriente de recirculación inicial 107, bomba 108, corriente de recirculación 109, intercambiador de calor 110 y corriente de recirculación enfriada 111.

Idealmente, la fracción ligera de producto 105, o una porción de ella, se dirige a un sistema de compresión que preferiblemente incluye varias etapas de compresión. En la figura 1 se ilustran dos etapas de compresión, una primera etapa de compresión 151 y una segunda etapa de compresión 152. Específicamente, la fracción ligera de producto 105, o una porción de ella, se dirige a un primer compresor 129 que comprime al menos una porción de la fracción ligera de producto 105 formando una corriente de producto ligera comprimida 130. La corriente de producto ligera comprimida 130 se enfría preferiblemente en el intercambiador de calor 131 para formar una corriente de producto ligera enfriada 132. La corriente de producto ligera enfriada 132 se dirige a continuación a un tambor separador 133 para la separación de los componentes líquidos de los componentes gaseosos. En un modo de realización, al menos una porción de los componentes líquidos en el tambor separador 133 se eliminan de él mediante una corriente de condensado 135. En otro modo de realización, no mostrado, todos o una porción de los componentes acuosos en el tambor separador 133 se eliminan de él y se combinan con la corriente de recirculación. Adicional o alternativamente, una porción de los componentes acuosos en el tambor separador 133 se eliminan de él y se reintroducen directamente en la unidad de enfriamiento 104. En otro modo de realización, no mostrado, una porción de los componentes acuosos en el tambor separador 133 se eliminan de él y se combinan con una o más corrientes anteriores y/o corrientes posteriores en el sistema de compresión. Los componentes gaseosos del tambor separador 133 forman la corriente de producto ligera derivada 136 que preferiblemente se extrae del tambor separador 133 y se dirige a un segundo compresor 137 en una segunda etapa de compresión 152.

Los componentes no acuosos también pueden condensar en el tambor separador 133. Como resultado, el tambor separador 133 actúa opcionalmente como una unidad de separación de tres fases. En este modo de realización, las condiciones son eficaces en el tambor separador 133 para separar la corriente de producto ligera enfriada 132 en la corriente de producto ligera derivada 136, una corriente oleosa, no mostrada, y la corriente de condensado acuosa 135.

El segundo compresor 137 comprime al menos una porción de la corriente de producto ligera derivada 136 y forma la corriente de producto ligera comprimida 138. La corriente de producto ligera comprimida 138 se enfría preferiblemente en el intercambiador de calor 139 para formar la corriente de producto ligera enfriada 153. La corriente de producto ligera enfriada 153 se dirige a continuación a un tambor separador 140 para la separación de los componentes líquidos de los componentes gaseosos. En un modo de realización, al menos una porción de los componentes líquidos en el tambor separador 140 se eliminan de él mediante una corriente de condensado 141. Opcionalmente, una porción de los componentes líquidos en el tambor separador 140 se eliminan de él y se combinan con la corriente de recirculación indicada anteriormente. Adicional o alternativamente, una porción de los componentes líquidos en el tambor separador 140 se eliminan de él y se reintroducen directamente en la unidad de enfriamiento 104. El tambor separador 140 opcionalmente actúa como una unidad de separación de tres fases, como se ha indicado anteriormente con respecto al tambor separador 133. Los componentes gaseosos del tambor separador 140 forman la corriente de producto ligera final 142 que preferiblemente se extrae del tambor separador 140 y se dirige a un sistema de separación, no mostrado en la figura 1. El sistema de separación preferiblemente incluye varias unidades de separación y está adaptado para separar uno o más componentes contenidos en la corriente de producto ligera final 142. Finalmente, el sistema de separación forma preferiblemente etileno y propileno con grado de polimerización.

Aunque la figura 1 muestra dos etapas de compresión, la presente invención no está limitada de tal modo, y el sistema de compresión puede incluir más de dos etapas de compresión. Si el sistema de compresión incluye más de dos etapas de compresión, el sistema de compresión puede formar varias corrientes de producto ligeras derivadas, estando asociada cada corriente de producto ligera derivada con un compresor intermedio respectivo.

La fracción pesada de producto 106 de la unidad de enfriamiento 104 se dirige a una unidad de separación de tres fases 112 en la que la fracción pesada de producto 106 se somete a condiciones eficaces para separar la fracción pesada de producto 106 en una corriente de vapor 113, una corriente oleosa 114 y una corriente acuosa 115. Preferiblemente, el vapor en la corriente de vapor 113 se redirige a la unidad de enfriamiento 104 para procesamiento posterior y el aceite de la corriente oleosa 114 se dirige preferiblemente a una o más unidades de separación, no mostradas, para procesamiento posterior o se quema como combustible. La corriente acuosa 115 típicamente contiene agua, compuestos oxigenados sin reaccionar, tales como metanol y dimetil éter, así como aldehídos, ácidos orgánicos e inorgánicos e hidrocarburos disueltos. La fase acuosa 115 se dirige preferiblemente a un extractor de condensado 116 con el fin de recuperar cualquier compuesto oxigenado sin reaccionar del agua.

El extractor de condensado 116 preferiblemente es una columna de destilación que está adaptada para separar los compuestos oxigenados sin reaccionar del agua. En el extractor de condensado 116, al menos una porción de la fracción pesada de producto 106, por ejemplo la corriente acuosa 115, se somete a condiciones eficaces para formar una corriente de superficie de compuestos oxigenados 122 que preferiblemente contiene la mayor parte de los compuestos oxigenados que estaban presentes en la al menos una porción de la fracción pesada de producto 106, y una corriente que contiene agua extraída 118 que preferiblemente contiene la mayor parte del agua que estaba presente en la al menos una porción de la fracción pesada de producto 106.

El extractor de condensado 116 incluye opcionalmente un sistema condensador de superficie para formar la corriente de superficie de compuestos oxigenados 122. Como se muestra, una corriente de superficie inicial 117 del extractor de condensado 116 se dirige al intercambiador de calor 119 para enfriar la corriente de superficie inicial, formando de este modo una corriente de superficie enfriada 120. La corriente de superficie enfriada 120 se dirige a continuación al tambor separador 121 en el que se deja que condensen los componentes. Los componentes condensados en el tambor separador 121 se retiran preferiblemente de él a través de una corriente de componente condensado 123 que se redirige al extractor de condensado 116 para su procesamiento posterior. Los componentes sin condensar forman la corriente de superficie de compuestos oxigenados 122. En un modo de realización preferido, no mostrado en la figura 1, al menos una porción de la corriente de superficie de compuestos oxigenados 122 se dirige y se combina con la materia prima 101 o se envía directamente al reactor MTO 102 para su conversión posterior en olefinas ligeras.

El extractor de condensado 116 también incluye preferiblemente un sistema rehervidor. En este modo de realización, una bomba opcional 125 retira una corriente extraída del rehervidor 124, por ejemplo una corriente del fondo del rehervidor, del extractor de condensado 116 y bombea la corriente 126 a un intercambiador de calor 127 para calentar la corriente extraída del rehervidor. Alternativamente, se puede usar un termosifón, no mostrado, mejor que una bomba 125 para retirar la corriente extraída del rehervidor 124 del extractor de condensado 116. El intercambiador de calor 127 calienta y preferiblemente vaporiza al menos una porción de la corriente de bombeo 126, formando de este modo una corriente del rehervidor calentada 128. Al menos una porción de la corriente del rehervidor calentada 128 se redirige a continuación al extractor de condensado 116 para el procesamiento posterior. Como se muestra, se extraen dos corrientes de fondo en paralelo del extractor de condensado 116, siendo la primera corriente una corriente extraída que contiene agua 118 y la siendo la segunda corriente la corriente extraída del rehervidor 124. La corriente extraída que contiene agua 118 preferiblemente se dirige a una instalación de tratamiento del agua, no mostrada, para su tratamiento. Alternativamente, se extrae una sola corriente de fondo, no mostrada, del extractor de condensado 116 y se divide entre la corriente que contiene agua extraída 118 y la corriente extraída del rehervidor 124.

El agente de neutralización se inyecta en una o más regiones de la corriente de recirculación, tal como en la corriente de recirculación inicial 107, la bomba 108, la corriente de recirculación 109, el intercambiador de calor 110 y/o la corriente de recirculación enfriada 111. La figura 1 muestra la corriente del agente de neutralización 145 suministrando agente de neutralización en la corriente de recirculación 109.

En otro modo de realización no acorde con la presente invención, el agente de neutralización se inyecta en una o más regiones en el sistema condensador del extractor del condensado 116. Específicamente, el agente de neutralización se inyecta opcionalmente en uno o más de la corriente de superficie inicial 117, el intercambiador de calor 119, la corriente de superficie inicial enfriada 120, el tambor separador 121 y/o la corriente de componente condensado 123. El agente de neutralización también se puede inyectar en la corriente de superficie de compuestos oxigenados 122. Como se muestra en la figura 1, el agente de neutralización se inyecta en la corriente de superficie inicial 117 a través de la corriente del agente de neutralización 148.

En un modo de realización no acorde con la presente invención, el agente de neutralización se inyecta en una o más regiones del extractor del condensado 116. En este modo de realización, el agente de neutralización se inyecta preferiblemente en el extractor de condensado 116 en una región por debajo del punto de introducción de la corriente acuosa 115 o la fracción pesada de producto 106. Sin embargo, se contempla que el agente de neutralización se puede inyectar en el extractor de condensado 116 en un punto por encima de este punto de introducción. Opcionalmente, el agente de neutralización se inyecta directamente en la región del extractor del condensado 116 que contiene el material empaquetado, por encima del material empaquetado o por debajo del material empaquetado. Como se muestra en la figura 1, el agente de neutralización se inyecta en el extractor de condensado 116 a través de la corriente del agente de neutralización 149 que está orientada por debajo del material empaquetado. En un modo de realización, no mostrado, el agente de neutralización se inyecta en la corriente acuosa 115, en la unidad de separación de tres fases 112 y/o en la fracción pesada de producto 106 antes de su introducción en el extractor de condensado 116.

En otro modo de realización no acorde con la presente invención, el agente de neutralización se inyecta en una o más regiones en el sistema rehervidor del extractor del condensado 116. Específicamente, el agente de neutralización se inyecta opcionalmente en una o más de la corriente extraída del rehervidor 124, bomba 125 o termosifón (no mostrado), corriente bombeada 126, intercambiador de calor 127, y/o corriente del rehervidor calentada 128. Como se muestra en la figura 1, el agente de neutralización se inyecta en la corriente extraída del rehervidor 124 a través de la corriente del agente de neutralización 150.

En otro modo de realización no acorde con la presente invención, el agente de neutralización se inyecta en una o más regiones del sistema de compresión. Específicamente, el agente de neutralización se inyecta opcionalmente en una o más entre: fracción ligera de producto 105, primer compresor 129, corriente de producto ligera comprimida 130, intercambiador de calor 131, corriente de producto ligera enfriada 132, tambor separador 133, corriente de condensado 135, corriente de producto ligera derivada 136, segundo compresor 137, corriente de producto ligera comprimida 138, intercambiador de calor 139, corriente de producto ligera enfriada 153, tambor separador 140, corriente de condensado 141 y/o corriente de producto ligera final 142. Si el sistema de compresión incluye más de

dos etapas de compresión, entonces el agente de neutralización se puede inyectar en una o más regiones correspondientes de estas etapas de compresión adicionales. Como se muestra en la figura 1, el agente de neutralización se inyecta en las corrientes de producto ligeras comprimidas 130 y 138 a través de la corriente de agente de neutralización 146 y de la corriente de agente de neutralización 147, respectivamente. También se muestra el agente de neutralización siendo inyectado en la fracción ligera de producto 105 a través de la corriente de agente de neutralización 144.

Sistemas de reacción de metanol a olefina

La presente invención proporciona la reducción de la corrosión en un sistema de procesamiento del efluente en un sistema de reacción MTO que se ha tratado en más detalle en la parte anterior de la presente memoria.

Los tamices moleculares tienen varias características químicas y físicas y de estructura. Los tamices moleculares han sido bien clasificados por la Comisión de Estructura de la Asociación Internacional de Zeolitas según las reglas de la Comisión de la IUPAC de Nomenclatura de la Zeolita. Un estructura tipo describe la conectividad y topología de los átomos coordinados tetraédricamente que constituyen la estructura y hace una abstracción de las propiedades específicas de estos materiales. Los tamices moleculares de estructura tipo zeolita y tipo zeolita para los que se ha establecido una estructura se designan con un código de tres letras y se describen en el documento *Atlas of Zeolite Framework Types*, 5ª edición, Elsevier, Londres, Inglaterra (2001), el cual se incorpora totalmente en la presente memoria como referencia.

Los ejemplos no limitantes de estos tamices moleculares son los tamices moleculares de poros pequeños, AEI, AFT, APC, ATN, ATT, ATV, AWW, BIK, CAS, CHA, CHI, DAC, DDR, EDI, ERI, GOO, KFI, LEV, LOV, LTA, MON, PAU, PHI, RHO, ROG, THO, y formas sustituidas de los mismos; los tamices moleculares de poros medios, AFO, AEL, EUO, HEU, FER, MEL, MFI, MTW, MTT, TON, y formas sustituidas de los mismos; y los tamices moleculares de poros grandes, EMT, FAU, y formas sustituidas de los mismos. Otros tamices moleculares incluyen ANA, BEA, CFI, CLO, DON, GIS, LTL, MER, MOR, MWW y SOD. Los ejemplos no limitantes de los tamices moleculares preferidos, en particular para convertir una materia prima que contiene compuesto oxigenado en olefina(s), incluyen AEL, AFY, BEA, CHA, EDI, FAU, FER, GIS, LTA, LTL, MER, MFI, MOR, MTT, MWW, TAM y TON. En un modo de realización preferido, el tamiz molecular de la invención tiene una estructura tipo AEI o una estructura tipo CHA o una de sus combinaciones, lo más preferiblemente una topología CHA.

Los materiales de tamices moleculares tienen todos una estructura de armazón tridimensional que comparte los vértices del tetraedro TO₄, en la que T es cualquier catión de coordinación tetraédrica. Estos tamices moleculares normalmente se describen en términos del tamaño de anillo que define un poro, en el que el tamaño se basa en el número de átomos T en el anillo. Otras características del tipo de estructura incluyen la disposición de los anillos que forman una caja, y cuando están presentes, la dimensión de los canales y los espacios entre cajas. Véase van Bekkum, *et al.*, "Introduction to Zeolite Science and Practice", Segunda Edición totalmente revisada y ampliada, Volumen 137, páginas 1-67, Elsevier Science, B.V., Amsterdam, Países Bajos (2001).

Los tamices moleculares de poros pequeños, medios y grandes tienen un tipo de estructura de anillo de 4 a anillo de 12 miembros o mayor. En un modo de realización preferido, los tamices moleculares de zeolita tienen estructuras de anillo de 8, 10 ó 12 miembros o mayores y un tamaño medio de poros en el intervalo de aproximadamente 3 Å a 15 Å. En el modo de realización más preferido, los tamices moleculares de la invención, preferiblemente tamices moleculares de silicoaluminofosfato, tienen anillos de 8 miembros y un tamaño medio de poros menor que aproximadamente 5 Å, preferiblemente en el intervalo de 3 Å a aproximadamente 5 Å, más preferiblemente de 3 Å a aproximadamente 4,5 Å, y lo más preferiblemente de 3,5 Å a aproximadamente 4,2 Å.

Los tamices moleculares, en particular los tamices moleculares zeolíticos y de tipo zeolítico, preferiblemente tienen una estructura molecular de una, preferiblemente dos o más unidades tetraédricas [TO₄] que comparten vértices, más preferiblemente, dos o más unidades tetraédricas [SiO₄], [AlO₄] y/o [PO₄], y lo más preferiblemente unidades tetraédricas [SiO₄], [AlO₄] y [PO₄]. Estos tamices moleculares basados en silicio, aluminio y fósforo y los tamices moleculares basados en silicio, aluminio y fósforo que contienen metal, se han descrito con detalle en numerosas publicaciones que incluyen, por ejemplo, la patente de Estados Unidos N° 4.567.029 (MeAPO en el que Me es Mg, Mn, Zn o Co), patente de Estados Unidos N° 4.440.871 (SAPO), solicitud de patente europea EP-A-0159624 (ELAPO en el que El es As, Be, B, Cr, Co, Ga, Ge, Fe, Li, Mg, Mn, Ti o Zn), patente de Estados Unidos N° 4.554.143 (FeAPO), patentes de Estados Unidos N° 4.822.478, 4.683.217, 4.744.885 (FeAPO), EP-A-0158975 y patente de Estados Unidos N° 4.935.216 (ZnAPO, EP-A-0161489 (CoAPO), EP-A-0158976 (ELAPO, en el que EL es Co, Fe, Mg, Mn, Ti o Zn), patente de Estados Unidos N° 4.310.440 (AlPO₄), EP-A-0158350 (SENAPO), patente de Estados Unidos N° 4.973.460 (LiAPO), patente de Estados Unidos N° 4.789.535 (LiAPO), patente de Estados Unidos N° 4.992.250 (GeAPO), patente de Estados Unidos N° 4.888.167 (GeAPO), patente de Estados Unidos N° 5.057.295 (BAPSO), patente de Estados Unidos N° 4.738.837 (CrAPO), patentes de Estados Unidos N° 4.759.919, y 4.851.106 (CrAPO), patentes de Estados Unidos N° 4.758.419, 4.882.038, 5.434.326 y 5.478.787 (MgAPO), patente de Estados Unidos N° 4.554.143 (FeAPO), patente de Estados Unidos N° 4.894.213 (AsAPO), patente de Estados Unidos N° 4.913.888 (AsAPO), patentes de Estados Unidos N° 4.686.092, 4.846.956 y 4.793.833 (MnAPO), patentes de Estados Unidos N° 5.345.011 y 6.156.931 (MnAPO), patente de Estados Unidos N° 4.737.353 (BeAPO), patente de Estados Unidos N° 4.940.570 (BeAPO), patentes de Estados Unidos N°

4.801.309, 4.684.617 y 4.880.520 (TiAPSO), patentes de Estados Unidos N° 4.500.651, 4.551.236 y 4.605.492 (TiAPO), patentes de Estados Unidos N° 4.824.554, 4.744.970 (CoAPSO), patente de Estados Unidos N° 4.735.806 (GaAPSO) EP-A-0293937 (QAPSO, en el que Q es unidad de óxido de la estructura [QO₂]), así como las patentes de Estados Unidos N° 4.567.029, 4.686.093, 4.781.814, 4.793.984, 4.801.364, 4.853.197, 4.917.876, 4.952.384, 4.956.164, 4.956.165, 4.973.785, 5.241.093, 5.493.066 y 5.675.050. Otros tamices moleculares se describen en el documento R. Szostak, *Handbook of Molecular Sieves*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York, Nueva York (1992).

Los tamices moleculares que contienen silicio, aluminio y/o fósforo y los tamices moleculares que contienen aluminio, fósforo y opcionalmente silicio, más preferidos incluyen tamices moleculares de aluminofosfato (ALPO) y tamices moleculares de silicoaluminofosfato (SAPO) y tamices moleculares de ALPO y SAPO sustituidos, preferiblemente sustituidos con metal. Los tamices moleculares más preferidos son los tamices moleculares de SAPO y los tamices moleculares de SAPO sustituidos con metal. En un modo de realización, el metal es un metal alcalino del Grupo Ia de la Tabla Periódica de los Elementos, un metal alcalinotérreo del Grupo IIA de la Tabla Periódica de los Elementos, un metal de las tierras raras del Grupo IIIB, incluyendo los lantánidos: lantano, cerio, praseodimio, neodimio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio; y escandio o itrio de la Tabla Periódica de los Elementos, un metal de transición de los Grupos IVB, VB, VIB, VIIIB, VIIIIB y IB de la Tabla Periódica de los Elementos, o mezclas de cualquiera de estas especies de metales. En un modo de realización preferido, el metal se elige entre el grupo que consiste en Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, Mg, Mn, Ni, Sn, Ti, Zn y Zr, y mezclas de los mismos. En otro modo de realización preferido, estos átomos metálicos discutidos anteriormente se insertan en la estructura de un tamiz molecular por una unidad tetraédrica, tal como [MeO₂], y llevan una carga neta dependiendo del estado de valencia del sustituyente metálico. Por ejemplo, en un modo de realización, cuando el sustituyente metálico tiene un estado de valencia de +2, +3, +4, +5 o +6, la carga neta de la unidad tetraédrica es entre -2 y +2.

En un modo de realización, el tamiz molecular, como se describe en muchas de las patentes de Estados Unidos mencionadas anteriormente, se representa mediante la fórmula empírica, en una base anhidra:



en la que R representa al menos un agente de molde, preferiblemente un agente de molde orgánico; m es el número de moles de R por mol de $(M_xAl_yP_z)O_2$ y m tiene un valor de 0 a 1, preferiblemente de 0 a 0,5, y lo más preferiblemente de 0 a 0,3; x, y, y z representan la fracción molar de Al, P y M como óxidos tetraédricos, en los que M es un metal elegido entre uno del Grupo IA, IIA, IB, IIIB, IVB, VB, VIB, VIIIB, VIIIIB y lantánidos de la Tabla Periódica de los Elementos, preferiblemente M se elige entre uno del grupo que consiste en Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, Mg, Mn, Ni, Sn, Ti, Zn y Zr. En un modo de realización, m es mayor o igual que 0,2, y x, y y z son mayores o iguales que 0,01. En otro modo de realización, m es mayor que 0,1 a aproximadamente 1, x es mayor que 0 a aproximadamente 0,25, y está en el intervalo de 0,4 a 0,5, y z está en el intervalo de 0,25 a 0,5, más preferiblemente m es de 0,15 a 0,7, x es de 0,01 a 0,2, y es de 0,4 a 0,5, y z es de 0,3 a 0,5.

Los ejemplos no limitantes de tamices moleculares de SAPO y ALPO de la invención incluyen uno o una combinación de SAPO-5, SAPO-8, SAPO-11, SAPO-16, SAPO-17, SAPO-18, SAPO-20, SAPO-31, SAPO-34, SAPO-35, SAPO-36, SAPO-37, SAPO-40, SAPO-41, SAPO-42, SAPO-44 (patente de Estados Unidos N° 6.162.415), SAPO-47, SAPO-56, ALPO-5, ALPO-11, ALPO-18, ALPO-31, ALPO-34, ALPO-36, ALPO-37, ALPO-46, y tamices moleculares de los mismos que contienen metal. Los tamices moleculares de tipo zeolita más preferidos incluyen uno o una combinación de SAPO-18, SAPO-34, SAPO-35, SAPO-44, SAPO-56, ALPO-18 y ALPO-34, incluso más preferiblemente uno o una combinación de SAPO-18, SAPO-34, ALPO-34 y ALPO-18, y sus tamices moleculares que contienen metal, y lo más preferiblemente uno o una combinación de SAPO-34 y ALPO-18, y sus tamices moleculares que contienen metal.

En un modo de realización, el tamiz molecular es un material de intercrecimiento que tiene dos o más fases distintas de estructuras cristalinas dentro de una composición de tamiz molecular. En particular, los tamices moleculares de intercrecimiento se describen en la solicitud de patente de Estados Unidos N° de serie 09/924.016 presentada el 7 de agosto de 2001 y PCT WO 98/15496 publicada el 16 de abril de 1998. Por ejemplo, SAPO-18, ALPO-18 y RUW-18 tienen una estructura de tipo AEI, y SAPO-34 tiene una estructura de tipo CHA. En otro modo de realización, el tamiz molecular comprende al menos una fase de intercrecimiento de estructuras tipo AEI y CHA, preferiblemente el tamiz molecular tiene una cantidad mayor de estructura CHA que de estructura AEI y más preferiblemente la relación entre CHA y AEI es mayor que 1:1.

Las composiciones de catalizadores de tamiz molecular descritos anteriormente son particularmente útiles en los procedimientos de conversión de diferentes materias primas. Típicamente, la materia prima contiene uno o más compuestos que contienen una parte alifática que incluye: alcoholes, aminas, compuestos carbonílicos por ejemplo aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos, éteres, halogenuros, mercaptanos, sulfuros y similares y mezclas de los mismos. El resto alifático de los compuestos que contienen una parte alifática contiene típicamente de 1 a aproximadamente 50 átomos de carbono, preferiblemente de 1 a 20 átomos de carbono, más preferiblemente de 1 a 10 átomos de carbono y lo más preferiblemente de 1 a 4 átomos de carbono.

- La(s) olefina(s) o monómero(s) olefínico(s) producido(s) a partir de la materia prima tiene(n) típicamente de 2 a 30 átomos de carbono, preferiblemente de 2 a 8 átomos de carbono, más preferiblemente de 2 a 6 átomos de carbono, aún más preferiblemente de 2 a 4 átomos de carbono y lo más preferiblemente son etileno y/o propileno. Ejemplos no limitantes de monómero(s) olefínico(s) incluyen: etileno, propileno, 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno y 1-deceno, preferiblemente: etileno, propileno, 1-buteno, 1-penteno-1, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno e isómeros de los mismos. Otro(s) monómero(s) olefínico(s) incluyen monómeros insaturados, diolefinas con 4 a 18 átomos de carbono, dienos conjugados o no conjugados, polienos, monómeros de vinilo y olefinas cíclicas.
- En el modo de realización más preferido, la materia prima se convierte en presencia de una composición catalítica de tamiz molecular de la invención en olefina(s) que tiene(n) de 2 a 6 átomos de carbono, preferiblemente de 2 a 4 átomos de carbono. La(s) olefina(s) preferida(s) etileno y/o propileno.
- Hay muchos procedimientos usados para convertir una materia prima en olefina(s), incluyendo varios procedimientos de craqueo, tales como craqueo con vapor, craqueo térmico regenerativo, craqueo en lecho fluidizado, craqueo catalítico fluido, craqueo catalítico profundo y reducción de la viscosidad. El procedimiento más preferido se denomina generalmente conversión de gas a olefinas (GTO) o alternativamente, conversión de metanol a olefinas (MTO). En un procedimiento de conversión GTO un gas natural se convierte típicamente en un gas sintético que se convierte en una materia prima oxigenada, preferiblemente que contiene metanol, en la que la materia prima oxigenada se convierte en presencia de una composición catalizadora de tamiz molecular en una o más olefinas, preferiblemente etileno y/o propileno. En un procedimiento MTO, típicamente una materia prima oxigenada, lo más preferiblemente una materia prima que contiene metanol, se convierte en presencia de una composición catalizadora de tamiz molecular en una o más olefinas, preferiblemente y predominantemente, etileno y/o propileno, a menudo denominadas olefina(s) ligera(s).
- En un modo de realización del procedimiento para la conversión de una materia prima, la cantidad de olefina u olefinas producidas con respecto al peso total de hidrocarburo producido es mayor que 50 por ciento en peso, preferiblemente mayor que 60 por ciento en peso, más preferiblemente mayor que 70 por ciento en peso, y lo más preferiblemente mayor que 75 por ciento en peso. En otro modo de realización el procedimiento, la cantidad de etileno y/o propileno producida con respecto al peso total de producto hidrocarburo producido es mayor que 65 por ciento en peso, preferiblemente mayor que 70 por ciento en peso, más preferiblemente mayor que 75 por ciento en peso, y lo más preferiblemente mayor que 78 por ciento en peso.
- En otro modo de realización del procedimiento, la cantidad de etileno producida en porcentaje en peso con respecto al peso total de producto hidrocarburo producido es mayor que 30 por ciento en peso, más preferiblemente mayor que 35 por ciento en peso, y lo más preferiblemente mayor que 40 por ciento en peso. En todavía otro modo de realización del procedimiento, la cantidad de propileno producida en porcentaje en peso con respecto al peso total de producto hidrocarburo producido es mayor que 20 por ciento en peso, preferiblemente mayor que 25 por ciento en peso, más preferiblemente mayor que 30 por ciento en peso, y lo más preferiblemente mayor que 35 por ciento en peso.
- La materia prima, en un modo de realización, contiene uno o más diluyentes, normalmente usados para reducir la concentración de la materia prima, y en general no son reactivos con la materia prima o la composición de catalizador de tamiz molecular. Los ejemplos no limitantes de diluyentes incluyen helio, argón, nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, agua, parafinas esencialmente no reactivas (especialmente alcanos tales como metano, etano y propano), compuestos aromáticos esencialmente no reactivos y mezclas de los mismos. Los diluyentes más preferidos son agua y nitrógeno, siendo particularmente preferida el agua.
- El diluyente, agua, se usa bien en una forma líquida o una de vapor o una combinación de las mismas. El diluyente bien se añade directamente a una materia prima que entra en un reactor o se añade directamente en un reactor o se añade con una composición de catalizador de tamiz molecular. En un modo de realización, la cantidad de diluyente en la materia prima está en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 99 por ciento en moles con respecto al número total de moles de la materia prima y el diluyente, preferiblemente de aproximadamente 1 a aproximadamente 80 por ciento en moles, más preferiblemente de aproximadamente 5 a aproximadamente 50 y lo más preferiblemente de aproximadamente 5 a aproximadamente 25.
- En un modo de realización, se añaden otros hidrocarburos a la materia prima bien directa o indirectamente e incluyen olefina(s), parafina(s), compuesto(s) aromático(s) (véase por ejemplo la patente de Estados Unidos N° 4.677.242, adición de compuestos aromáticos) o mezclas de los mismos, preferiblemente propileno, butileno, pentileno y otros hidrocarburos con 4 o más átomos de carbono o mezclas de los mismos.
- El procedimiento para convertir una materia prima en presencia de una composición catalizadora de tamiz molecular de la invención se realiza en un procedimiento de reacción en un reactor, donde el procedimiento es un procedimiento en lecho fijo, un procedimiento en lecho fluidizado (incluyendo un procedimiento en lecho turbulento), preferiblemente en un procedimiento en lecho fluidizado y lo más preferiblemente en un procedimiento continuo en lecho fluidizado con elevada velocidad.

Los procedimientos de reacción pueden tener lugar en varios reactores catalíticos tales como reactores híbridos que tienen zonas de reacción de lecho denso o de lecho fijo y/o zonas de reacción de lecho fluidizado rápido acopladas juntas, reactores de lecho fluidizado circulantes, reactores de flujo ascendente y similares. Se describen tipos de reactores convencionales adecuados en, por ejemplo, la patente de Estados Unidos N° 4.076.796, patente de Estados Unidos N° 6.287.522 (tubo ascendente doble), y "*Fluidization Engineering*", D. Kunii y O. Levenspiel, Robert E. Krieger Publishing Company, Nueva York, Nueva York 1977.

Los tipos de reactores preferidos son reactores de flujo ascendente descritos en general en "*Riser Reactor, Fluidization and Fluid-Particle Systems*", páginas 48 a 59, F. A. Zenz y D. F. Othmo, Reinhold Publishing Corporation, Nueva York, 1960, y la patente de Estados Unidos N° 6.166.282 (reactor de lecho fluidizado rápido), y la solicitud de patente de Estados Unidos N° de serie 09/564.613 presentada el 4 de mayo de 2000 (reactor de flujo ascendente múltiple),

En el modo de realización preferido, un procedimiento de lecho fluidizado o procedimiento de lecho fluidizado de alta velocidad incluye un sistema de reactor, un sistema regenerador y un sistema de recuperación.

El sistema de reactor es preferiblemente un sistema reactor de lecho fluidizado con una primera zona de reacción dentro de uno o más reactores de flujo ascendente y una segunda zona de reacción dentro de al menos un recipiente de separación, que comprende preferiblemente uno o más ciclones. En un modo de realización, uno o más reactores de flujo ascendente y el recipiente de separación están contenidos dentro de un único recipiente de reactor. Se alimenta materia prima de nueva aportación, que preferiblemente contiene uno o más compuestos oxigenados, opcionalmente con uno o más diluyentes, al o los reactores de flujo ascendente, en los cuales se introduce una composición de catalizador de tamiz molecular o su versión de coque. En un modo de realización, la composición de catalizador de tamiz molecular o su versión de coque, se pone en contacto con un líquido o un gas, o una combinación de ellos, antes de introducirla en el(los) reactor(es) de flujo ascendente, preferiblemente el líquido es agua o metanol y el gas es un gas inerte tal como nitrógeno.

En un modo de realización, la cantidad de materia prima líquida alimentada por separado o conjuntamente con una materia prima de vapor, a un sistema de reactor está en el intervalo de 0,1 por ciento en peso a aproximadamente 85 por ciento en peso, preferiblemente de aproximadamente 1 por ciento en peso a aproximadamente 75 por ciento en peso, más preferiblemente de aproximadamente 5 por ciento en peso a aproximadamente 65 por ciento en peso, con respecto al peso total de la materia prima, incluyendo cualquier diluyente contenido en la misma. Las materias primas líquidas y de vapor son preferiblemente de similar o la misma composición, o pueden contener proporciones variables de la misma o diferentes materias primas con el mismo o diferente diluyente.

La materia prima que entra en el sistema reactor preferiblemente se convierte, parcial o totalmente, en la primera zona del reactor en un efluente gaseoso que entra en el recipiente de desprendimiento junto con la composición de catalizador de tamiz molecular de coque. En el modo de realización preferido, se diseña(n) ciclón(ones) en el recipiente de desprendimiento para separar la composición de catalizador de tamiz molecular, preferiblemente una composición de catalizador de tamiz molecular de coque, del efluente gaseoso que contiene una o más olefinas en la zona de desprendimiento. Se prefieren los ciclones, sin embargo, los efectos de gravedad dentro del recipiente de desprendimiento también separarán las composiciones de catalizador del efluente gaseoso. Otros métodos para separar las composiciones de catalizador del efluente gaseoso incluyen el uso de placas, cubiertas, codos y similares.

En un modo de realización del sistema de separación, el sistema de separación incluye un recipiente de separación, típicamente una porción inferior del recipiente de separación es una zona de rectificación. En una zona de rectificación la composición catalítica de tamiz molecular de coque se pone en contacto con un gas, preferiblemente uno o una combinación de: vapor, metano, dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrógeno o un gas inerte tal como argón, preferiblemente vapor, para recuperar hidrocarburos adsorbidos de la composición catalítica de tamiz molecular de coque que se introduce después en el sistema de regeneración. En otro modo de realización, la zona de rectificación está en un recipiente separado del recipiente de separación y el gas se hace pasar a una velocidad superficial horaria de gas (GHSV, por sus siglas en inglés) de 1 h^{-1} a aproximadamente 20.000 h^{-1} , basado en el volumen de gas a volumen de composición catalítica de tamiz molecular de coque, preferiblemente a una temperatura elevada de aproximadamente 250°C a aproximadamente 750°C , preferiblemente de aproximadamente 350°C a 650°C , sobre la composición catalítica de tamiz molecular de coque.

La temperatura de conversión empleada en el procedimiento de conversión, específicamente dentro del sistema reactor está en el intervalo de aproximadamente 200°C a aproximadamente 1.000°C , preferiblemente de aproximadamente 250°C a aproximadamente 800°C , más preferiblemente de aproximadamente 250°C a aproximadamente 750°C , aún más preferiblemente de aproximadamente 300°C a aproximadamente 650°C , incluso aún más preferiblemente de aproximadamente 350°C a aproximadamente 600°C y lo más preferiblemente de aproximadamente 350°C a aproximadamente 550°C .

La presión de conversión empleada en el procedimiento de conversión, específicamente dentro del sistema reactor, varía en un amplio intervalo incluyendo presión autógena. La presión de conversión se basa en la presión parcial de la materia prima excluida de cualquier diluyente en ella. Típicamente, la presión de conversión empleada en el

procedimiento está en el intervalo de aproximadamente 0,1 kPaa a aproximadamente 5 MPaa, preferiblemente de aproximadamente 5 kPaa a aproximadamente 1 MPaa y lo más preferiblemente de aproximadamente 20 kPaa a aproximadamente 500 kPaa.

5 La velocidad espacial horaria ponderada (WHSV, por sus siglas en inglés), particularmente en un procedimiento para convertir una materia prima que contiene uno o más compuestos oxigenados en presencia de una composición de catalizador de tamiz molecular en una zona de reacción, se define como el peso total de la corriente de la materia prima excluyendo cualquier diluyente en la zona de reacción por hora por peso de tamiz molecular en la composición de catalizador de tamiz molecular en la zona de reacción. La WHSV se mantiene a un nivel suficiente para mantener la composición catalítica en un estado fluidizado en un reactor .

10 Típicamente, la WHSV varía de aproximadamente 1 h^{-1} a aproximadamente 5000 hr^{-1} , preferiblemente de aproximadamente 2 h^{-1} a aproximadamente 3000 h^{-1} , más preferiblemente de aproximadamente 5 h^{-1} a aproximadamente 1500 h^{-1} y lo más preferiblemente de aproximadamente 10 h^{-1} a aproximadamente 1000 h^{-1} . En un modo de realización preferido, la WHSV es mayor que 20 h^{-1} , preferiblemente la WHSV para la conversión de una materia prima que contiene metanol y dimetil éter está en el intervalo de aproximadamente 20 h^{-1} a
15 aproximadamente 300 h^{-1} .

La velocidad superficial del gas (SGV, por sus siglas en inglés) de una materia prima que incluye diluyente y productos de reacción en el sistema reactor es preferiblemente suficiente para fluidizar la composición de catalizador de tamiz molecular en una zona de reacción en el reactor. La SGV en el procedimiento, particularmente dentro del sistema reactor, más particularmente dentro del (de los) reactor(es) de flujo ascendente, es al menos 0,1 metro por segundo (m/s), preferiblemente mayor que 0,5 m/s, más preferiblemente mayor que 1 m/s, incluso más preferiblemente mayor que 2 m/s, incluso aún más preferiblemente mayor que 3 m/s y lo más preferiblemente mayor que 4 m/s. Véase por ejemplo la solicitud de patente de Estados Unidos N° de Serie 09/708.753 presentada el 8 de noviembre de 2.000.

25 En un modo de realización preferido del procedimiento para convertir un compuesto oxigenado en olefina(s) usando una composición catalítica de tamiz molecular de silicoaluminofosfato, el procedimiento funciona a una WHSV de al menos 20 h^{-1} y una Selectividad de Metano Normalizada de Temperatura Corregida (TCNMS, por sus siglas en inglés) menor que 0,016, preferiblemente menor que o igual a 0,01. Véase por ejemplo la patente de Estados Unidos N° 5.952.538. En otro modo de realización de los procedimientos para convertir un compuesto oxigenado tal como metanol en una o más olefinas usando una composición de catalizador de tamiz molecular, la WHSV es de $0,01 \text{ hr}^{-1}$
30 a aproximadamente 100 hr^{-1} , a una temperatura de aproximadamente 350°C a 550°C , y una relación molar entre la sílice y el Me_2O_3 (Me es un elemento del Grupo IIIA o VIII del sistema periódico de los elementos) de 300 a 2500. Véase por ejemplo el documento EP-0642485-B1. Otros procedimientos para convertir un compuesto oxigenado tal como metanol en una o más olefinas usando una composición de catalizador de tamiz molecular se describen en la patente internacional PCT WO 01/23500 publicada el 5 de abril de 2.001 (reducción de propano a una exposición de la materia prima catalítica media de al menos 1,0).

La composición de catalizador de tamiz molecular de coque se extrae del recipiente de desprendimiento, preferiblemente por uno o más ciclones y se introduce en el sistema de regeneración. El sistema de regeneración comprende un regenerador en el que la composición de catalizador de coque se pone en contacto con un medio de regeneración, preferiblemente un gas que contiene oxígeno, en condiciones de regeneración generales de
40 temperatura, presión y tiempo de permanencia. Ejemplos no limitantes del medio de regeneración incluyen uno o más de O_3 , SO_3 , N_2O , NO , NO_2 , N_2O_5 , aire, aire diluido con nitrógeno o dióxido de carbono, oxígeno y agua (patente de Estados Unidos N° 6.245.703), monóxido de carbono y/o hidrógeno. Las condiciones de regeneración son las capaces de quemar coque de la composición catalítica de coque, preferiblemente a un nivel menor que 0,5 por ciento en peso, basado en el peso total de la composición catalítica de tamiz molecular de coque que entra en el sistema de regeneración. La composición catalítica de tamiz molecular de coque extraída del regenerador forma una
45 composición catalítica de tamiz molecular regenerado.

La temperatura de regeneración está en el intervalo de aproximadamente 200°C a aproximadamente 1.500°C , preferiblemente de aproximadamente 300°C a aproximadamente 1.000°C , más preferiblemente de aproximadamente 450°C a aproximadamente 750°C y lo más preferiblemente de aproximadamente 550°C a 700°C . La presión de regeneración está en el intervalo de aproximadamente 15 psia (103 kPaa) a aproximadamente 500 psia (3.448 kPaa), preferiblemente de aproximadamente 20 psia (138 kPaa) a aproximadamente 250 psia (1.724 kPaa), más preferiblemente de aproximadamente 25 psia (172 kPaa) a aproximadamente 150 psia (1.034 kPaa) y lo más preferiblemente de aproximadamente 30 psia (207 kPaa) a aproximadamente 60 psia (414 kPaa). El tiempo de permanencia preferido de la composición de catalizador de tamiz molecular en el regenerador está en el intervalo de
50 aproximadamente un minuto a varias horas, lo más preferiblemente aproximadamente un minuto a 100 minutos y el volumen preferido de oxígeno en el gas está en el intervalo de aproximadamente 0,01 por ciento en moles a aproximadamente 5 por ciento en moles, con respecto al volumen total del gas.

En un modo de realización, los activadores de regeneración, típicamente compuestos que contienen metales tales como platino, paladio y similares, se añaden al regenerador directa o indirectamente, por ejemplo con la
60 composición de catalizador de coque. También, en otro modo de realización, se añade una composición de

catalizador de tamiz molecular recién preparado al regenerador que contiene un medio de regeneración de oxígeno y agua, como se describe en la patente de Estados Unidos N° 6.245.703. En todavía otro modo de realización, una porción de la composición de catalizador de tamiz molecular de coque del regenerador se hace volver directamente al o los reactores de flujo ascendente, o indirectamente poniéndola en contacto previamente con la materia prima o poniéndola en contacto con una composición de catalizador de tamiz molecular preparada recientemente o con una composición de catalizador de tamiz molecular regenerada enfriada como se ha descrito anteriormente.

La combustión de coque es una reacción exotérmica y en un modo de realización, la temperatura dentro del sistema de regeneración se controla por diversas técnicas en la materia incluyendo alimentar un gas enfriado al recipiente del regenerador, se hace funcionar en un modo discontinuo, continuo o semicontinuo o una combinación de los mismos. Una técnica preferida implica extraer la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada del sistema de regeneración y pasar la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada a través de un refrigerante del catalizador que forma una composición de catalizador de tamiz molecular regenerada. En un modo de realización, el refrigerante del catalizador es un intercambiador de calor que está situado interna o externamente al sistema de regeneración. En un modo de realización, la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada por el refrigerante se devuelve al regenerador en un ciclo continuo, alternatively, (véase la solicitud de patente de Estados Unidos N° de Serie 09/587.766 presentada el 6 de junio de 2.000) una porción de la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada enfriada se devuelve al recipiente regenerador en un ciclo continuo y otra porción de la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada enfriada se devuelve al (a los) reactor(es) de flujo ascendente, directa o indirectamente, o una porción de la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada o de la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada enfriada se pone en contacto con subproductos en el efluente gaseoso (patente internacional PCT WO 00/49106 publicada el 24 de agosto de 2.000). En otro modo de realización, una composición de catalizador de tamiz molecular regenerada puesta en contacto con un alcohol, preferiblemente: etanol, 1-propanol, 1-butanol o mezcla de los mismos, se introduce en el sistema reactor, como se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos N° de Serie 09/785.122 presentada el 16 de febrero de 2.001, que se incorpora en la presente memoria como referencia en su totalidad. Otros métodos para hacer funcionar un sistema de regeneración se describen en la patente de Estados Unidos N° 6.290.916 (controlando la humedad).

La composición de catalizador de tamiz molecular regenerada retirada del sistema de regeneración, preferiblemente del refrigerante de catalizador, se combina con una composición de catalizador de tamices moleculares de nueva aportación y/o una composición de catalizador de tamices moleculares recirculada y/o materia prima y/o gas o líquidos de nueva aportación, y se devuelven al o a los reactores de flujo ascendente. En otro modo de realización, la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada extraída del sistema de regeneración se devuelve al o a los reactores de flujo ascendente directamente, opcionalmente después de pasar por un refrigerador del catalizador. En un modo de realización, un portador, tal como un gas inerte, materia prima de vapor, vapor o similares, semicontinuamente o continuamente, facilita la introducción de la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada al sistema reactor, preferiblemente a uno o más reactores de flujo ascendente.

En un modo de realización, el nivel óptimo de coque en la composición de catalizador de tamiz molecular en la zona de reacción se mantiene controlando el flujo de la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada o de la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada enfriada del sistema de regeneración al sistema reactor, una regeneración completa. Hay muchas técnicas para controlar el flujo de una composición de catalizador de tamiz molecular, descritas en el documento Michael Louge, *Experimental Techniques, Circulating Fluidized Beds*, Grace, Avidan y Knowlton, eds., Blackie, 1.997 (336-337). En otro modo de realización, el nivel óptimo de coque en la composición de catalizador de tamiz molecular en la zona de reacción se mantiene controlando el caudal del gas que contiene oxígeno que fluye en el regenerador, una regeneración parcial. Los niveles de coque en la composición de catalizador de tamiz molecular, se miden extrayendo del procedimiento de conversión la composición de catalizador de tamiz molecular en un momento del procedimiento y determinando su contenido en carbono. Los niveles típicos de coque en la composición de catalizador de tamiz molecular, después de la regeneración, están en el intervalo de 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 15 por ciento en peso, preferiblemente de aproximadamente 0,1 por ciento en peso a aproximadamente 10 por ciento en peso, más preferiblemente de aproximadamente 0,2 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso y lo más preferiblemente de aproximadamente 0,3 por ciento en peso a aproximadamente 2 por ciento en peso con respecto al peso total del tamiz molecular y no el peso total de la composición de catalizador de tamiz molecular.

En un modo de realización, la mezcla de composición de catalizador de tamiz molecular preparada recientemente y/o la composición molecular de tamiz molecular regenerada y/o la composición de catalizador de tamiz molecular regenerada enfriada en la zona de reacción contiene en el intervalo de aproximadamente 1 a 50 por ciento en peso, preferiblemente de aproximadamente 2 a 30 por ciento en peso, más preferiblemente de aproximadamente 2 a aproximadamente 20 por ciento en peso y lo más preferiblemente de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 por ciento en peso de coque o de depósito carbonoso, con respecto al peso total de la mezcla de composiciones de catalizador de tamiz molecular. Véase por ejemplo la patente de Estados Unidos N° 6.023.005. Se sabe que la composición de catalizador de tamiz molecular en la zona de reacción está hecha de una mezcla de composiciones de catalizador de tamiz molecular preparadas recientemente y regeneradas que tienen niveles cambiantes de carbono y depósitos similares al carbono, coque. El nivel medido de estos depósitos, específicamente coque,

representa una media de los niveles en las partículas de la composición de catalizador de tamiz molecular individuales.

El efluente gaseoso se retira del sistema de desprendimiento y se hace pasar por un sistema de recuperación. Hay muchos sistemas, técnicas y secuencias de recuperación, bien conocidos, que son útiles en la separación de olefina(s) y purificación de olefina(s) del efluente gaseoso. Los sistemas de recuperación en general comprenden uno o más o una combinación de varias torres, columnas, separadores o trenes de separación, fraccionamiento y/o destilación, sistemas de reacción tales como de fabricación de etilbenceno (patente de Estados Unidos N° 5.476.978) y otros procedimientos derivados tales como fabricación de aldehídos, cetonas y ésteres (patente de Estados Unidos 5.675.041), y otro equipamiento asociado, por ejemplo diferentes condensadores, intercambiadores de calor, sistemas de refrigeración o trenes de enfriamiento, compresores, tambores separadores, bombas y similares. Ejemplos no limitantes de estas torres, columnas, separadores o trenes usados solos o combinados incluyen uno o más de un desmetanizador, preferiblemente un desmetanizador de alta temperatura, un desetanizador, un despropanizador, preferiblemente un despropanizador por vía húmeda, una torre de lavado a menudo denominada una torre de lavado cáustico y/o una torre de enfriamiento, torres de absorción, torres de adsorción, membranas, separador de etileno (C2), separador de propileno (C3), separador de buteno (C4) y similares.

Diversos sistemas de recuperación útiles para recuperar predominantemente olefina(s), preferiblemente olefina(s) principal(es) o ligera(s) tales como: etileno, propileno y/o buteno, se describen en la patente de Estados Unidos N° 5.960.643 (corriente rica en etileno secundaria), las patentes de Estados Unidos Nos. 5.019.143, 5.452.581 y 5.082.481 (separaciones de membrana), la patente de Estados Unidos 5.672.197 (adsorbentes dependientes de la presión), la patente de Estados Unidos N° 6.069.288 (eliminación de hidrógeno), la patente de Estados Unidos N° 5.904.880 (metanol recuperado a hidrógeno y dióxido de carbono en una etapa), la patente de Estados Unidos N° 5.927.063 (metanol recuperado en planta de energía por turbina de gas) y la patente de Estados Unidos N° 6.121.504 (enfriamiento rápido directo de producto), la patente de Estados Unidos N° 6.121.503 (olefinas de alta pureza sin superfraccionamiento) y la patente de Estados Unidos N° 6.293.998 (adsorción por variación de presión).

Acompañando generalmente a la mayoría de los sistemas de recuperación está la producción, generación o acumulación de productos adicionales, subproductos y/o contaminantes junto con los productos principales preferidos. Los productos principales preferidos, las olefinas ligeras, tales como etileno y propileno, se purifican típicamente para su uso en procedimientos de fabricación de derivados tales como procedimientos de polimerización. Por lo tanto, en el modo de realización más preferido del sistema de recuperación, el sistema de recuperación también incluye un sistema de purificación. Por ejemplo, la(s) olefina(s) ligera(s) producida(s) en un procedimiento de metanol a olefinas, se hace(n) pasar por un sistema de purificación que retire niveles bajos de subproductos o contaminantes. Los ejemplos no limitantes de contaminantes y subproductos incluyen en general compuestos polares tales como agua, alcoholes, ácidos carboxílicos, éteres, óxidos de carbono, compuestos de azufre tales como sulfuro de hidrógeno, sulfuros de carbonilo y mercaptanos, amoniaco y otros compuestos nitrogenados, arsina, fosfina y cloruros. Otros contaminantes o subproductos incluyen hidrógeno e hidrocarburos tales como acetileno, metilacetileno, propadieno, butadieno y butino.

Otros sistemas de recuperación que incluyen sistemas de purificación, por ejemplo para la purificación de olefina(s), se describen en el documento *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 4ª Edición, Volumen 9, John Wiley & Sons, 1.996, páginas 249-271 y 894-899. También se describen sistemas de purificación en, por ejemplo, la patente de Estados Unidos N° 6.271.428 (purificación de una corriente hidrocarbonada diolefínica), la patente de Estados Unidos N° 6.293.999 (que separa propileno de propano) y la solicitud de patente de Estados Unidos N° 09/689.363 presentada el 20 de octubre de 2000 (corriente de purga usando catalizador de hidratación).

Típicamente, en la conversión de metanol en olefina(s) con 2 ó 3 átomos de carbono, se forma o produce una cantidad de hidrocarburos, particularmente olefina(s), especialmente olefina(s) con 4 o más átomos de carbono y otros subproductos. En los sistemas de recuperación de la invención se incluyen sistemas de reacción para convertir los productos contenidos dentro de la corriente efluente gaseosa extraída del reactor o para convertir los productos obtenidos como resultado del sistema de recuperación utilizado.

En un modo de realización, el efluente gaseoso extraído del reactor se hace pasar por un sistema de recuperación que produce una o más corrientes que contienen hidrocarburos, en particular, una corriente que contiene hidrocarburos de tres o más átomos de carbono (C3+). En este modo de realización, la corriente que contiene hidrocarburo C3+ se hace pasar por una primera zona de fraccionamiento que produce un hidrocarburo C3 bruto y una corriente que contiene hidrocarburo C4+, la corriente que contiene hidrocarburo C4+ se hace pasar por una segunda zona de fraccionamiento que produce un hidrocarburo C4 bruto y una corriente que contiene hidrocarburo C5+. Los hidrocarburos de cuatro o más carbonos incluyen butenos tales como 1-buteno y 2-buteno, butadienos, butanos saturados e isobutanos.

El efluente gaseoso eliminado de un procedimiento MTO tiene típicamente una cantidad minoritaria de hidrocarburos con 4 o más átomos de carbono. La cantidad de hidrocarburos con 4 o más átomos de carbono está típicamente en una cantidad menor que 20 por ciento en peso, preferiblemente menor que 10 por ciento en peso, más preferiblemente menor que 5 por ciento en peso y lo más preferiblemente menor que 2 por ciento en peso, con

respecto al peso total del efluente gaseoso extraído de un procedimiento MTO, excluyendo el agua. En particular con un procedimiento de conversión de compuestos oxigenados en olefina(s) utilizando una composición de catalizador de tamiz molecular, el efluente gaseoso comprende típicamente una mayoría de etileno y/o propileno y una cantidad minoritaria de productos de cuatro átomos de carbono y mayor número de átomos de carbono y otros subproductos, excluyendo el agua.

Los sistemas de reacción bien conocidos, adecuados, como parte del sistema de recuperación toman principalmente productos de valor inferior y los convierten en productos de valor superior. Por ejemplo, los hidrocarburos C4, 1-buteno y 2-buteno, se usan para preparar alcoholes con 8 a 13 átomos de carbono y otros compuestos químicos específicos, el isobutileno se usa para preparar un aditivo de gasolina, el metil terc-butil éter, el butadieno en una unidad de hidrogenación selectiva se convierte en 1-buteno y 2-buteno y el butano es útil como combustible. Ejemplos no limitantes de dichos sistemas de reacción incluyen la patente de Estados Unidos N° 5.955.640 (que convierte un producto de cuatro carbonos en 1-buteno), la patente de Estados Unidos N° 4.774.375 (isobutano y 2-buteno oligomerizados en una gasolina alquilada), la patente de Estados Unidos N° 6.049.017 (dimerización de n-butileno), las patentes de Estados Unidos N° 4.287.369 y 5.763.678 (carbonilación o hidroformilación de olefinas superiores con dióxido de carbono e hidrógeno preparando compuestos carbonílicos), la patente de Estados Unidos N° 4.542.252 (procedimiento adiabático multietapa), la patente de Estados Unidos N° 5.634.354 (recuperación de olefina-hidrógeno) y Cosyns, J. *et al.*, "Process for Upgrading C3, C4 and C5 Olefinic Streams", Pet. & Coal, Vol. 37, No. 4 (1995) (que dimeriza u oligomeriza propileno, butileno y pentileno).

La(s) olefina(s) ligera(s) preferida(s) son productos olefínico(s) principal(es) de alta pureza que contienen una olefina con un número único de átomos de carbono, en una cantidad mayor que 80 por ciento, preferiblemente mayor que 90 por ciento en peso, más preferiblemente mayor que 95 por ciento en peso y lo más preferiblemente no menor que aproximadamente 99 por ciento en peso, con respecto al peso total de la olefina. En un modo de realización, la(s) olefina(s) principal(es) de alta pureza se producen en el procedimiento de la invención con una tasa mayor que 5 kg por día, preferiblemente mayor que 10 kg por día, más preferiblemente mayor que 20 kg por día y lo más preferiblemente mayor que 50 kg por día. En otro modo de realización, se produce etileno de alta pureza y/o propileno de alta pureza mediante el procedimiento de la invención con una tasa mayor que 4.500 kg por día, preferiblemente mayor que 100.000 kg por día, más preferiblemente mayor que 500.000 kg por día, incluso más preferiblemente mayor que 1.000.000 kg por día, todavía incluso más preferiblemente mayor que 1.500.000 kg por día, todavía incluso más preferiblemente mayor que 2.000.000 kg por día y lo más preferiblemente mayor que 2.500.000 kg por día.

Otros procedimientos de conversión, en particular un procedimiento de conversión en una o más olefinas en presencia de una composición de catalizador de tamiz molecular, especialmente cuando el tamiz molecular está sintetizado a partir de una fuente de silicio, fósforo o alúmina incluyen los descritos por ejemplo en: la patente de Estados Unidos N° 6.121.503 (tratamiento de plástico con un producto olefínico con una relación parafina a olefina en peso menor que o igual a 0,05), la patente de Estados Unidos N° 6.187.983 (energía electromagnética para sistema de reacción), la patente internacional PCT WO 99/18055 publicada el 15 de abril de 1.999 (hidrocarburo pesado en el efluente gaseoso alimentado a otro reactor) la patente internacional PCT WO 01/60770 publicada el 23 de agosto de 2.001 y la solicitud de patente de Estados Unidos N° de Serie 09/627.634 presentada el 28 de julio de 2.000 (alta presión), la solicitud de patente de Estados Unidos N° de Serie 09/507.838 presentada el 22 de febrero de 2.000 (inyección de materia prima por etapas) y la solicitud de patente de Estados Unidos N° de Serie 09/785.409 presentada el 16 de febrero de 2.001 (alimentación conjunta de acetona).

Un modo de realización del sistema MTO proporciona un procedimiento integrado para producir olefina(s) ligera(s) a partir de una materia prima de hidrocarburos, preferiblemente una materia prima de hidrocarburos gaseosa, más preferiblemente metano y/o etano. La primera etapa en el procedimiento es hacer pasar la materia prima hidrocarbonada gaseosa, preferiblemente combinada con una corriente de agua, a una zona de producción de gas de síntesis para producir una corriente de gas de síntesis (abreviado generalmente como syngas por su acrónimo en inglés). Se conoce bien la producción de gas de síntesis y las temperaturas del gas de síntesis típicas están en el intervalo de aproximadamente 700°C a aproximadamente 1.200°C y las presiones del gas de síntesis están en el intervalo de aproximadamente 2 MPa a aproximadamente 100 MPa. Las corrientes de gas de síntesis se producen a partir de: gas natural, líquidos del petróleo y materiales carbonosos tales como carbón, plástico reciclado, residuos municipales y cualquier otro material orgánico, preferiblemente la corriente de gas de síntesis se produce vía reformado con vapor de gas natural. Generalmente, un catalizador heterogéneo, típicamente un catalizador a base de cobre, se pone en contacto con una corriente de gas de síntesis, típicamente dióxido de carbono y monóxido de carbono e hidrógeno para producir un alcohol, preferiblemente metanol, con frecuencia en asociación con agua. En un modo de realización, la corriente de gas de síntesis a una temperatura de síntesis en el intervalo de aproximadamente 150°C a aproximadamente 450°C y a una presión de síntesis en el intervalo de aproximadamente 5 MPa a aproximadamente 10 MPa, se hace pasar por una zona de conversión de óxido de carbono para producir una corriente que contenga un compuesto oxigenado.

Los procedimientos de polimerización incluyen: disolución, fase gas, fase en suspensión y un procedimiento de alta presión o una combinación de los mismos. Se prefiere particularmente una polimerización en fase gaseosa o una en fase suspensión de una o más olefinas al menos una de las cuales sea etileno o propileno. Estos procedimientos de polimerización utilizan un catalizador de polimerización que puede incluir uno cualquiera o una combinación de los

catalizadores de tamiz molecular discutidos anteriormente, sin embargo, los catalizadores de polimerización preferidos son los catalizadores de polimerización de Ziegler-Natta, de tipo Phillips, de metaloceno, de tipo metaloceno y avanzados y mezclas de los mismos. Los polímeros producidos por los procedimientos de polimerización descritos anteriormente incluyen polietileno de baja densidad lineal, elastómeros, plastómeros, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, copolímeros de polipropileno y polipropileno. Los polímeros con base de propileno producidos por los procedimientos de polimerización incluyen: polipropileno atáctico, polipropileno isotáctico, polipropileno sindiotáctico y copolímeros aleatorios, de bloque o de impacto, de propileno.

En un modo de realización preferido, los procedimientos integrados comprenden un procedimiento de polimerización de una o más olefinas en presencia de un sistema catalizador de polimerización en un reactor de polimerización para producir uno o más productos poliméricos, en el que una o más olefinas se han preparado convirtiendo un alcohol, particularmente metanol, usando una composición de catalizador de tamiz molecular. El procedimiento de polimerización preferido es un procedimiento de polimerización en fase gaseosa y al menos una de las olefinas es bien etileno o propileno y preferiblemente el sistema catalítico de polimerización es un sistema catalítico de metaloceno soportado. En este modo de realización, el sistema catalítico de metaloceno soportado comprende un soporte, un compuesto de metaloceno o de tipo metaloceno y un activador, preferiblemente el activador es un anión de no coordinación o alumoxano o combinación de los mismos y lo más preferiblemente el activador es alumoxano.

Además de las poliolefinas, se forman otros numerosos productos derivados de olefinas a partir de la(s) olefina(s) recuperada(s) de uno cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente, en particular los procedimientos de conversión, más en particular los procedimientos GTO o los procedimientos MTO. Estos incluyen, pero no están limitados a, aldehídos, alcoholes, ácido acético, alfaolefinas lineales, acetato de vinilo, dicloruro de etileno y cloruro de vinilo, etilbenceno, óxido de etileno, cumeno, alcohol isopropílico, acroleína, cloruro de alilo, óxido de propileno, ácido acrílico, cauchos de etileno y propileno y acrilonitrilo, y trímeros y dímeros de etileno, propileno o butilenos.

La figura 2 es un diagrama de flujo que muestra un sistema de reacción MTO, denominado generalmente 200, y será descrito a continuación con mayor detalle. Una materia prima o corriente de alimentación que contiene metanol 220 se alimenta en un sistema de vaporización 221 de la alimentación e introducción (FVI por sus iniciales en inglés), el cual somete el metanol en la corriente de alimentación que contiene el metanol 220 a condiciones, por ejemplo temperatura y presión, suficientes para al menos vaporizar parcialmente el metanol. Por ejemplo, el sistema FVI incluye preferiblemente un tambor separador vapor-líquido en el que las condiciones son suficientes para proporcionar una corriente que contiene metanol vaporizada 222 y una corriente líquida, no mostrada, que puede incluir las sustancias no volátiles. La corriente que contiene el metanol vaporizada 222 se dirige a la unidad del reactor MTO 223 en la que el metanol en la corriente que contiene el metanol vaporizada 222 se pone en contacto con un catalizador de conversión MTO en condiciones eficaces para convertir al menos una porción del metanol en olefinas ligeras en la corriente de producto 224. La corriente de producto de olefinas ligeras 224 incluye metano, etileno, etano, propileno, propano, DME, olefinas C4 hidrocarburos C5+, agua y otros componentes hidrocarbonados.

La corriente de producto de olefinas ligeras 224 preferiblemente se dirige a continuación a una unidad de enfriamiento 225, por ejemplo una torre de enfriamiento, en la que la corriente de producto de olefinas ligeras 224 se enfría y el agua y otros componentes fácilmente condensable se condensan. Los componentes condensados, que comprenden una cantidad sustancial de agua, se extraen de la unidad de enfriamiento 225 mediante una fracción pesada de producto 239. Una porción de los componentes condensados se hacen circular mediante una corriente de recirculación, no mostrada, de vuelta a la unidad de enfriamiento 225. La corriente de recirculación puede contener una unidad de enfriamiento, por ejemplo un intercambiador de calor, no mostrado, para enfriar adicionalmente los componentes condensados de forma que se proporcione un medio de enfriamiento para enfriar adicionalmente los componentes en la unidad de enfriamiento 225.

El vapor olefínico deja a través de la porción de superficie de la unidad de enfriamiento 225 en la fracción ligera de producto 226. El vapor olefínico en la fracción ligera de producto 226 es comprimido en una o más etapas y en uno o más compresores en la zona de compresión 227 para formar una corriente de producto comprimida 228, por ejemplo la corriente de producto ligera final 142 de la figura 1. Después de cada una de la o las etapas, las corrientes comprimidas pasan a través de intercambiadores de calor y se enfrían con el fin de condensar los componentes más pesados, tales como el agua residual. El(los) componente(s) condensado(s) se recoge(n) en uno o más tambores separadores entre las etapas de compresión y salen de la zona de compresión 227 vía corriente(s) de condensado por compresión 240. La corriente de producto comprimida 228 pasa opcionalmente a través de una unidad de absorción de agua, no mostrada, en la que el metanol se usa preferiblemente como absorbente de agua. En la unidad de absorción de agua, el absorbente de agua se pone en contacto con la corriente de producto comprimida 228, preferiblemente de forma a contracorriente, en condiciones eficaces para separar el agua de los otros componentes en la corriente de producto comprimida 228. Las olefinas ligeras se recuperan de la unidad de absorción de agua en una corriente de superficie, no mostrada. Como se muestra, la corriente de producto comprimida 228, o una porción de ella, se dirige a un sistema de separación para separar los diversos componentes contenidos en ella.

Se pueden implementar varios sistemas de separación según la presente invención. La solicitudes de patente de Estados Unidos N° de Serie 10/125.138, presentada el 18 de Abril de 2002 y 10/124,859, también presentada el 18 de Abril de 2002, describen dos esquemas de separación que pueden ser implementados según la presente invención. En la figura 2 se muestra un sistema de separación no limitante. Como se muestra, la corriente de producto comprimida 228 se dirige a una zona de separación de C3- 229. La zona de separación de C3- 229 separa el etileno y el propileno, así como los componentes más ligeros, del DME y componentes más pesados que incluyen las olefinas C4 hidrocarburos C5+, metanol sin reaccionar y el metanol que queda de la unidad de absorción de agua opcional. La zona de separación de C3- 229 incluye una o más unidades de separación, por ejemplo columnas de destilación, que se adaptan para separar los componentes C3 del DME y los componentes más pesados. Opcionalmente, se añade metanol adicional, no mostrado, a la zona de separación de C3- 229 para reducir la formación de hidratos y/o agua libre. La mayor parte del etileno y el propileno de la corriente de producto comprimida 228 sale de la zona de separación de C3- 229 a través de la corriente de superficie de C3 230. La mayor parte del DME y los componentes más pesados que incluyen las olefinas C4 y los hidrocarburos C5+ salen de la zona de separación de C3- 229 a través de la corriente de fondo de C4+ 241.

Los componentes C3 en la corriente de superficie de C3 230 se dirigen preferiblemente a una unidad de lavado cáustico 231 en la que la corriente de superficie de C3 230 se pone en contacto con un medio de lavado cáustico en condiciones eficaces para eliminar el dióxido de carbono y el ácido carbónico de ella y formar una corriente empobrecida en CO₂ 232. Preferiblemente, el medio de lavado cáustico se envía a través de una línea, no mostrada, a la porción superior de la unidad de lavado cáustico 231 para eliminar el dióxido de carbono que es arrastrado por la corriente de superficie de C3 230. Los productos cáusticos gastados salen de la unidad de lavado cáustico 231 a través de una línea de residuos cáusticos, no mostrada.

Como la presente invención se refiere a la inyección de un agente de neutralización, por ejemplo un compuesto cáustico, en una o más regiones diana de un sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO, el sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO puede incluir necesariamente o no una unidad de lavado cáustico. Un beneficio adicional de la presente invención es que la unidad de lavado cáustico puede eliminarse del sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO si se inyectó suficiente agente de neutralización para eliminar el dióxido de carbono y el ácido carbónico de la corriente de superficie de C3 230.

Si el sistema de separación incluye una unidad de lavado cáustico 231, entonces el etileno y el propileno tratado con los compuestos cáusticos salen de la unidad de lavado cáustico 231 a través de la corriente empobrecida en CO₂ 232 y preferiblemente se dirigen a una columna de lavado con agua, no mostrada. El agua entra en la columna de lavado con agua y los componentes absorbidos salen de la columna de lavado con agua a través de la línea de fondo, no mostrada. El etileno y el propileno lavados con agua salen de la columna de lavado con agua a través de la línea de superficie, no mostrada, y pasan a través de la sección de secado. Como se muestra, sin embargo, la corriente empobrecida en CO₂ 232 de la unidad de lavado cáustico 231 se dirige a la sección de secado. La corriente de producto seca 234 sale de la sección de secado 233 y se dirige al sistema de separación C2/C3 235, que preferiblemente incluye una o más columnas de fraccionamiento criogénico. El sistema de separación C2/C3 235 forma preferiblemente una corriente gaseosa de cola 236, una corriente de producto de etileno 237 y una corriente de producto de propileno 238. La corriente gaseosa de cola 236 incluye preferiblemente la mayor parte del metano y del hidrógeno que estaba presente en la corriente de producto seca 234; la corriente de producto de etileno 237 incluye preferiblemente la mayor parte del etileno que estaba presente en la corriente de producto seca 234; El etileno y/o propileno en la corriente de producto de etileno 237 y en la corriente de producto de propileno 238, respectivamente, se pueden usar como monómeros o comonómeros para la formación de polietileno y/o polipropileno. La columna gaseosa de cola 236 opcionalmente se quema como combustible en una o más etapas del procedimiento de reacción MTO.

Como se muestra, la corriente de fondo de C4+ 241 de la zona de separación de C3- 229 se dirige a una zona de separación de C4/C5+ 242. La zona de separación de C4/C5+ 242 incluye uno o más dispositivos de separación, por ejemplo torres de destilación, que separan las olefinas C4 de los hidrocarburos C5+ en la corriente de fondo de C4+ 241, formando de este modo una corriente de producto de C4 243 y una corriente de producto de C5+ 244. La zona de separación de C4/C5+ 242 también forma una corriente que contiene metanol 245, que incluye preferiblemente agua, metanol sin reaccionar de la corriente que contiene metanol vaporizada 222, metanol de una unidad de absorción de agua anterior, si existe, DME y otros componentes oxigenados. Idealmente, la corriente que contiene metanol 245 incluye la mayor parte del metanol y del agua que estaba presente en la corriente de fondo de C4+ 241.

La fracción pesada de producto 239, más preferiblemente una porción acuosa de ella, y/o la(s) corriente(s) de condensado del compresor 240, solas o combinadas, se dirigen a una unidad de separación del condensado 246, por ejemplo un extractor del condensado. Adicional o alternativamente, la corriente que contiene metanol 245 se dirige a la unidad de separación del condensado 246. Opcionalmente, la fracción pesada de producto 239 y la(s) corriente(s) de condensado del compresor 240 se combinan y se dirigen a la unidad de separación del condensado 246 en una línea única, como se muestra en la figura 2. La unidad de separación del condensado 246 preferiblemente incluye uno o más dispositivos de separación, por ejemplo torres de destilación, que someten a una o más de la fracción pesada de producto 239, la(s) corriente(s) de condensado del compresor 240 y/o la corriente que contiene metanol 245 a condiciones eficaces para separar el metanol y los subproductos hidrocarbonados

oxigenados del agua contenida en ellas. La unidad de separación del condensado 246 forma de este modo una corriente de superficie de compuestos oxigenados 247, la cual incluye la mayor parte del metanol que estaba presente en una o más corrientes que se dirigieron a la unidad de separación del condensado 246. Preferiblemente, al menos una porción de la corriente de superficie de compuestos oxigenados 247 se dirige al sistema FVI 221 para su vaporización, introducción en la unidad del reactor MTO 223 y conversión en olefinas ligeras. La unidad de separación del condensado 246 también forma una corriente que contiene agua extraída 248, la cual incluye la mayor parte del agua que estaba presente en la o las corrientes que se dirigieron a la unidad de separación del condensado 246.

Como se ha descrito en la presente memoria, la presente invención se refiere a la reducción de la corrosión en un sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO. Como se ha descrito en detalle anteriormente con referencia a la figura 1, la invención se refiere a la reducción de la corrosión en el sistema de eliminación del condensado de un sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO. Como se usa en la presente memoria, el término "sistema de eliminación del condensado" incluye los componentes de la unidad de enfriamiento 225 a la unidad de separación del condensado 246, incluyendo la zona de compresión 227. El sistema de eliminación del condensado en la figura 2 está marcado por la línea discontinua.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento para reducir la corrosión en un sistema de procesamiento del efluente de un procedimiento MTO, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
 - 5 (a) dirigir una corriente de producto de un reactor MTO a una unidad de enfriamiento a través de una entrada de enfriamiento;
 - (b) poner en contacto la corriente de producto con un medio de enfriamiento en la unidad de enfriamiento en condiciones eficaces para formar una corriente de superficie que contiene las olefinas ligeras, una corriente de fondo que contiene los componentes condensados y una corriente de recirculación condensada que es una corriente lateral;
 - 10 (c) añadir un agente de neutralización a la corriente de recirculación condensada para formar el medio de enfriamiento, donde el medio de enfriamiento tiene un pH de 7,0 a 8,0, y mayor que el pH de la corriente de recirculación condensada;
 - (d) inyectar el medio de enfriamiento en la unidad de enfriamiento en un punto de inyección orientado en la unidad de enfriamiento por encima de la entrada de la unidad de enfriamiento; y
 - 15 (e) controlar el pH de la corriente de recirculación condensadadonde la etapa (c) es sensible a una determinación en la etapa (e) de que el pH de la corriente de recirculación condensada se está aproximando a condiciones ácidas y
donde el medio de enfriamiento es una corriente que es esencialmente agua.
- 20 2.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el procedimiento comprende además la etapa de: poner en contacto al menos una porción de la corriente de superficie con un compuesto cáustico en una unidad de lavado cáustico en condiciones eficaces para proporcionar una corriente de superficie de la unidad cáustica y una corriente de fondo de la unidad cáustica, donde la corriente de superficie de la unidad cáustica contiene la mayor parte de las olefinas ligeras que estaban presentes en la al menos una porción de la corriente de superficie y donde la corriente de fondo de la unidad cáustica contiene al menos parcialmente el compuesto cáustico agotado.
- 25 3.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la corriente de superficie no se trata con un compuesto cáustico en una unidad de lavado cáustico.
- 4.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el procedimiento comprende además la etapa de enfriar la corriente de recirculación condensada.
- 30 5.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el procedimiento comprende además la etapa de: enfriar el medio de enfriamiento.
- 6.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la corriente de fondo contiene metanol, comprendiendo del procedimiento además las etapas de: dirigir la corriente de fondo a una unidad de eliminación de condensado; y someter la corriente de fondo en la unidad de eliminación de condensado a condiciones eficaces para separar la corriente de fondo en una corriente de superficie de compuestos oxigenados y una corriente que contiene agua, donde la corriente de superficie de compuestos oxigenados contiene una mayor parte del metanol que estaba presente en la corriente de fondo y donde la corriente que contiene agua contiene una mayor parte del agua que estaba presente en la corriente de fondo.
- 35 7.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el agente de neutralización se elige entre el grupo que consiste en: disolución cáustica, hidróxido de amonio, hidróxido de potasio, amoníaco y aminas.
- 40 8.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el agente de neutralización comprende al menos una disolución cáustica parcialmente agotada.

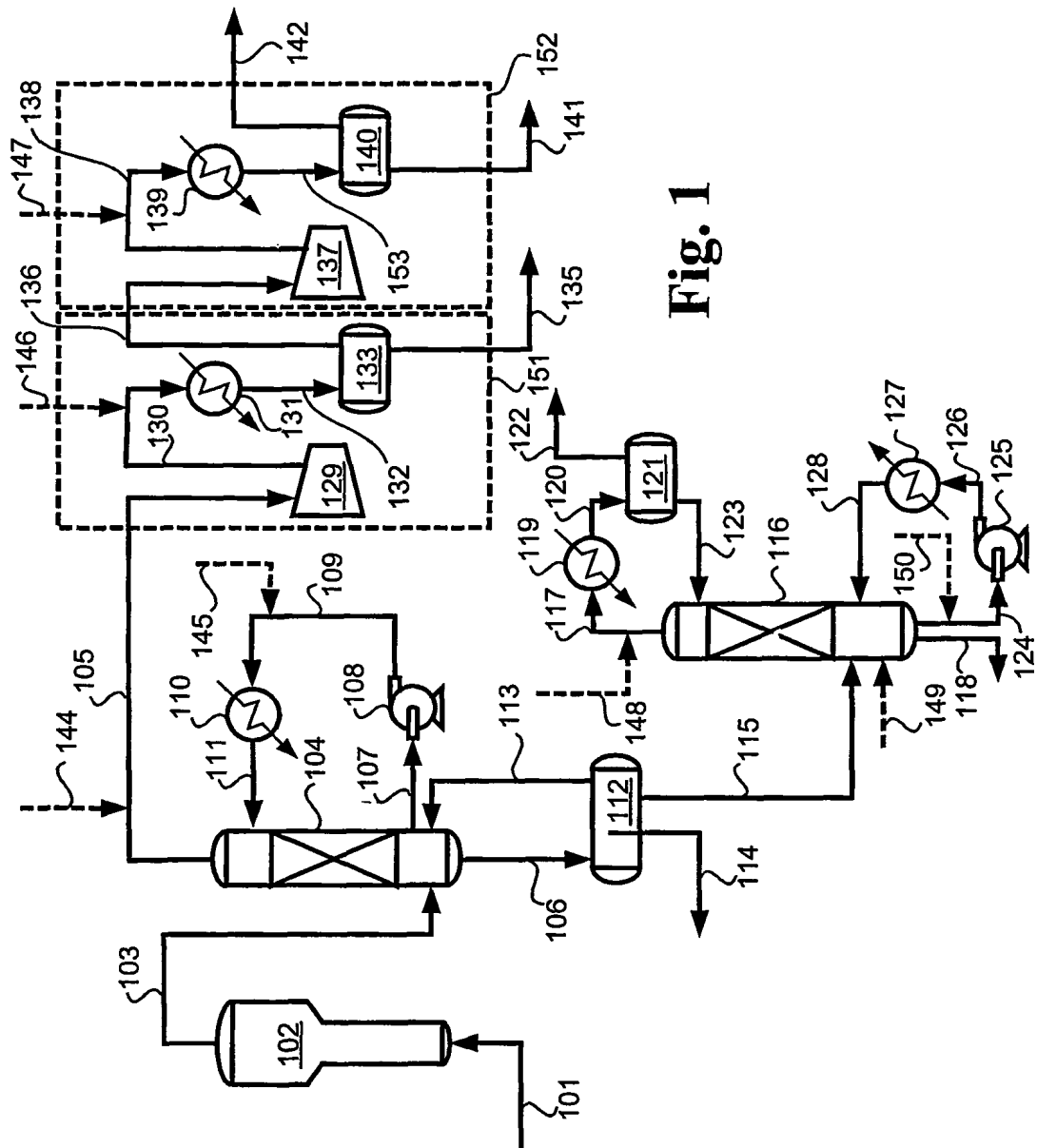


Fig. 1

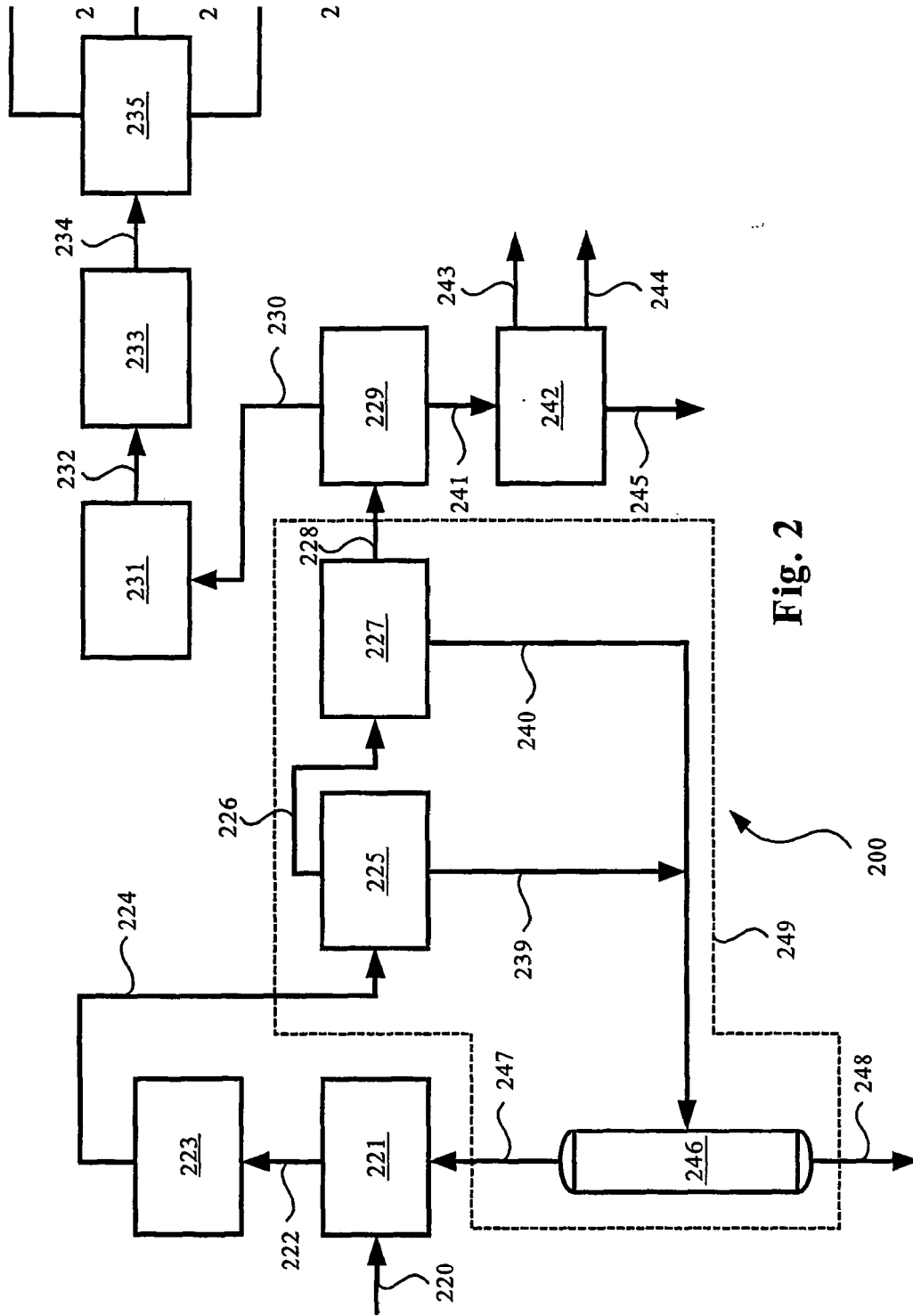


Fig. 2