

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 870**

51 Int. Cl.:

**C10G 21/00** (2006.01)

**C10L 3/00** (2006.01)

**C10G 25/00** (2006.01)

**C10G 25/12** (2006.01)

**B01J 20/12** (2006.01)

**B01J 20/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2010 PCT/US2010/035890**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.01.2011 WO11008344**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2010 E 10800201 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018 EP 2454345**

54 Título: **Método para eliminar impurezas coloreadas y que contienen azufre de corrientes de hidrocarburo**

30 Prioridad:

**17.07.2009 US 226633 P**

**17.02.2010 US 706923**

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

**25.07.2018**

73 Titular/es:

**GTC TECHNOLOGY US, LLC (100.0%)  
1001 S. Dairy Ashford Rd. Suite 500  
Houston, TX 77077, US**

72 Inventor/es:

**SEALEY, AMY y  
WYTCHERLEY, RANDI**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

ES 2 676 870 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para eliminar impurezas coloreadas y que contienen azufre de corrientes de hidrocarburo

### 5 Antecedentes

El estireno es un producto químico básico usado comúnmente en la fabricación de muchos tipos de productos de consumo incluyendo, por ejemplo, plásticos (poliestireno y copolímeros del mismo), cauchos, y resinas. Los productos de consumo a base de estireno se usan de forma rutinaria en aplicaciones alimentarias, seguridad y salud. La estabilidad, pureza y aspecto del monómero de estireno puede ser importante para el uso final pretendido en estas y otras aplicaciones.

La pureza de monómero de estireno puede determinar las propiedades del material a base de estireno producido finalmente. Por ejemplo, las impurezas pueden inhibir la capacidad del estireno para polimerizarse con un peso molecular polimérico deseado e influir en las propiedades mecánicas del polímero obtenido de ese modo. El color del polímero Tania se puede ver influido por las impurezas. La presencia de impurezas puede influir adicionalmente en la estabilidad del monómero de estireno durante su almacenamiento debido a la naturaleza reactiva del grupo vinilo del estireno. La polimerización u oligomerización prematura del estireno no solamente conduce una pérdida de estireno, sino también a una deposición de suciedad de un sistema de procesamiento de estireno.

La deshidrogenación catalítica de etilbenceno es el método más común con el que se produce estireno. El estireno producido de esta manera es un líquido incoloro con un contenido de azufre muy bajo. El estireno también está presente en corrientes de hidrocarburos tales como, por ejemplo, gasolina de pirólisis. Aunque generalmente se ha considerado que la separación de estireno de gasolina de pirólisis y otras corrientes de hidrocarburo es difícil, Los avances recientes en tecnología de separaciones han permitido que se pueda obtener estireno, aunque con un coste significativo. Por ejemplo, estireno se puede recuperar a partir de gasolina de pirólisis sin procesar obtenida a partir del craqueo de vapor de nafta, aceites de gas y líquidos del gas natural (NGL). Sin embargo, la calidad del estireno obtenido directamente a partir de una corriente de hidrocarburo tal como gasolina de pirólisis es por lo general inferior a la obtenida por deshidrogenación de etilbenceno. El documento WO9206938 desvela un método para eliminar impurezas de una corriente de hidrocarburo.

En vista de lo mencionado anteriormente, en la técnica podrían ser deseables métodos eficaces para eliminar impurezas de una corriente de hidrocarburo que contiene estireno y otros compuestos aromáticos de vinilo. Con la disponibilidad de métodos de eliminación de impurezas de ese tipo, las corrientes de hidrocarburo no convencionales tales como gasolina de pirólisis pueden llegar a ser una materia prima más atractiva para la producción de productos químicos básicos de alto valor tal como, por ejemplo, estireno. En el caso del estireno y otros compuestos aromáticos de vinilo, los métodos de purificación de ese tipo podrían conducir de forma ventajosa a un aumento de la estabilidad del monómero, evitar la deposición de suciedad de los sistemas de procesamiento y conducir a una mayor reproducibilidad durante reacciones de polimerización.

40

### Sumario de la invención

El método de la invención se define en la reivindicación 1. En diversas realizaciones, en el presente documento se describen métodos para eliminar impurezas de una corriente de hidrocarburo que contiene al menos un compuesto aromático de vinilo. Los métodos incluyen poner en contacto la corriente de hidrocarburo con al menos un sorbente que adsorbe al menos una parte de las impurezas de la corriente de hidrocarburo para formar una corriente de hidrocarburo purificado y a continuación separar la corriente de hidrocarburo purificado del al menos un sorbente.

Otras diversas realizaciones de métodos para eliminar impurezas de una corriente de hidrocarburo incluyen tratar previamente al menos un sorbente para formar al menos un sorbente tratado y poner en contacto la corriente de hidrocarburo con al menos un sorbente tratado para adsorber al menos una parte de las impurezas de la corriente de hidrocarburo. La etapa de tratamiento previo incluye a) lavar el al menos un sorbente con un disolvente, b) ajustar el pH del al menos un sorbente mientras está en el disolvente, c) desgasificar el al menos un sorbente mientras está en el disolvente, d) eliminar el disolvente del al menos un sorbente, y e) secar el al menos un sorbente. Las impurezas incluyen, por ejemplo, impurezas coloreadas, impurezas que contienen azufre y combinaciones de las mismas.

Lo mencionado anteriormente ha destacado bastante ampliamente las características de la presente divulgación a la que la descripción detallada que sigue a continuación se pueda comprender mejor. En lo sucesivo en el presente documento se describirán características y ventajas adicionales de la divulgación, que forman el objeto de las reivindicaciones.

60

### Breve descripción de las figuras

Para una comprensión más completa de la presente divulgación, y las ventajas de la misma, a continuación, se hace referencia a las siguientes descripciones para que se tomen en conjunto con las figuras adjuntas que describen realizaciones específicas de la divulgación, en la que:

65

La FIGURA 1A muestra un esquema ilustrativo de un lecho de columna que contiene dos sorbentes para eliminar impurezas de una corriente de hidrocarburo; y la FIGURA 1B muestra un esquema ilustrativo de dos lechos de columna unidos en serie, cada lecho de columna conteniendo un sorbente para eliminar impurezas de una corriente de hidrocarburo.

5

### Descripción detallada de realizaciones ilustrativas

En la siguiente descripción, se presentan ciertos detalles tales como cantidades específicas, tamaños, etc., con el fin de proporcionar una comprensión minuciosa de las presentes realizaciones que se desvelan en el presente documento. Sin embargo, para las personas con experiencia en la materia será evidente que la presente divulgación se puede poner en práctica sin tales detalles específicos. En muchos casos, los detalles que se refieren a tales consideraciones y similares se han omitido en vista de que tales detalles no son necesarios para obtener una comprensión completa de la presente divulgación y están dentro de las habilidades de las personas con una experiencia habitual en la materia pertinente.

15

Haciendo referencia a las figuras en general, se entenderá que las ilustraciones son con el fin de describir realizaciones en particular de la divulgación y no pretenden limitarse a las mismas. Las figuras no están necesariamente a escala.

20

Aunque la mayoría de los términos usados en el presente documento podrán ser reconocidos por las personas con una experiencia habitual en la materia, se debería entender, sin embargo, que cuando no se definen de forma explícita, se debería interpretar que los términos adoptan un significado aceptado en la actualidad por las personas con una experiencia habitual en la materia. En casos en los que la construcción de un término pudiera hacerlo que no tuviera sentido o que esencialmente no tuviera sentido, la definición se debería tomar a partir del Diccionario de Webster, 3ª Edición, 2009. Las definiciones y/o interpretaciones no se deberían incorporar a partir de otra patente solicitudes, patentes, o publicaciones, relacionadas o no, a menos que se indique de forma específica en la presente memoria descriptiva o si la incorporación es necesaria para mantener la validez.

25

Como se usa en el presente documento, el término "aromático" se refiere a aromaticidad, una propiedad química en la que un anillo conjugado de enlaces insaturados, pares solitarios, u orbitales vacíos presentan una estabilización más fuerte pero que se podría esperar por la estabilización solo de la conjugación. También se puede considerar como una manifestación de deslocalización cíclica y de estabilización por resonancia. Normal se considera que esto se produce porque los electrones son libres para ciclarse alrededor de disposiciones circulares de átomos, están unidos de forma alterna con un enlace sencillo y uno doble entre sí.

30

Como se usa en el presente documento, el término "alifático" se refiere a compuestos que tienen átomos de carbono que son capaces de unirse entre sí en cadenas lineales, cadenas ramificadas, o anillos (en cuyo caso se denominan alicíclicos). Se pueden unir mediante enlaces sencillos (alcanos), enlaces dobles (alquenos), o enlaces triples (alquinos).

35

Como se usa en el presente documento, el término "Bentonita" se refiere a una arcilla de filosilicato de aluminio que consiste principalmente en montmorillonita.

40

Como se usa en el presente documento, el término "polímero" hará referencia de forma colectiva a polímeros de compuestos aromáticos de vinilo incluyendo dímeros, trímeros, oligómeros superiores y polímeros.

45

Además de en los ejemplos de operación, o cuando se indique de otro modo, se debe entender que los números expresan cantidades de componentes usados en el presente documento están modificados en todos los casos con el término "aproximadamente".

50

Las realizaciones de la presente divulgación se refieren a métodos para eliminar impurezas coloreadas e impurezas que contienen azufre del estireno o de compuestos aromáticos de vinilo relacionados producidos a partir de gasolina de pirólisis u otras corrientes de hidrocarburo. Los métodos incluyen el tratamiento del estireno o compuestos aromáticos de vinilo con al menos un sorbente o una mezcla de sorbente tratada previamente de un modo tal que el sorbente adsorbe al menos una parte de las impurezas coloreadas y que contienen azufre contenidas dentro de la corriente de hidrocarburo. Los sorbentes tratados previamente también se pueden usar para mejorar la eficacia de o en combinación con métodos de purificación adicionales tales como, por ejemplo, tratamiento químico, destilación y combinaciones de los mismos.

55

En diversas realizaciones, en el presente documento se describen métodos para eliminar impurezas de una corriente de hidrocarburo que contiene al menos un compuesto aromático de vinilo. Los métodos incluyen poner en contacto la corriente de hidrocarburo con al menos un absorbente que adsorbe al menos una parte de las impurezas de la corriente de hidrocarburo para formar una corriente de hidrocarburo purificado y a continuación separar la corriente de hidrocarburo purificado del al menos un sorbente. En algunas realizaciones, el al menos un compuesto aromático de vinilo es estireno. En algunas realizaciones, las impurezas incluyen, por ejemplo, impurezas coloreadas, impurezas que contienen azufre y combinaciones de las mismas. En algunas realizaciones, la corriente de

60

65

hidrocarburo es gasolina de pirólisis.

En otras diversas realizaciones, los métodos para eliminar impurezas de una corriente de hidrocarburo incluyen tratar previamente al menos un sorbente para formar al menos un sorbente tratado y poner en contacto la corriente de hidrocarburo con al menos un sorbente tratado para adsorber al menos una parte de las impurezas de la corriente de hidrocarburo. La etapa de tratamiento previo incluye a) lavar el al menos un sorbente con un disolvente, b) ajustar el pH del al menos un sorbente mientras está en el disolvente, c) desgasificar el al menos un sorbente mientras está en el disolvente, d) eliminar el disolvente del al menos un sorbente, and e) secar el al menos un sorbente. Las impurezas incluyen, por ejemplo, impurezas coloreadas, impurezas que contienen azufre y combinaciones de las mismas. En algunas realizaciones, el al menos un compuesto aromático de vinilo es estireno. En algunas realizaciones, los métodos incluyen adicionalmente separar la corriente de hidrocarburo del al menos un sorbente y aislar el estireno después de la etapa de contacto.

En la descripción que sigue a continuación, se desvelan métodos para eliminar impurezas coloreadas e impurezas que contienen azufre de estireno. Sin embargo, la eliminación de impurezas coloreadas e impurezas que contienen azufre de cualquier compuesto aromático de vinilo entra dentro del espíritu y del alcance de las realizaciones de la presente divulgación.

En general, las impurezas coloreadas y las impurezas que contienen azufre eliminadas con los métodos de la presente divulgación tienen un punto de ebullición cercano al del estireno. A menudo, las impurezas también tienen estructuras químicas relacionadas con las del estireno y otros compuestos aromáticos de vinilo. Por lo general, las impurezas de ese tipo están copresentes con estireno u otros compuestos aromáticos de vinilo en una corriente de hidrocarburo tal como, por ejemplo, gasolina de pirólisis. Los ejemplos no limitantes de impurezas coloreadas incluyen compuestos oxigenados (tales como alcoholes, cetonas y aldehídos) y olefinas conjugadas. Los ejemplos no limitantes de compuestos que contienen azufre incluyen sulfuros, mercaptanos y tiofenos. Tales compuestos que contienen azufre también pueden contribuir al color de una corriente de hidrocarburo.

Los sorbentes usados en los métodos de la presente divulgación son arcillas. En algunas realizaciones las arcillas incluyen, por ejemplo, Bentonita o Tierra de Fuller. En otras realizaciones, las arcillas pueden ser diversas arcillas patentadas disponibles en GTC Technology US, LLC. Dependiendo de la fuente geográfica de las arcillas patentadas, las características de la arcilla pueden variar ampliamente. Por ejemplo, las arcillas patentadas pueden variar en aspecto desde partículas arenosas, finas hasta cualquiera de arcilla de tipo tierra o arcilla de tipo roca puntiaguda pequeña. La composición elemental de las arcillas patentadas también puede variar de forma significativa.

Aunque el uso de arcillas para eliminar contaminantes de corrientes de hidrocarburo aromático se conoce en la técnica, los solicitantes han encontrado que el tratamiento previo de los sorbentes (arcillas) hasta un pH superior a aproximadamente 9 o superior a aproximadamente 10 en otras realizaciones es ventajoso para activar la arcilla y para hacerla operativa para eliminar impurezas de la corriente de hidrocarburos de la presente divulgación. En algunas realizaciones, el pH del sorbente (arcilla) se ajusta a aproximadamente 10. Por el contrario, el uso anterior de arcillas para eliminar impurezas de corrientes de hidrocarburo aromático ha usado generalmente arcillas neutras o arcillas con un pH inferior a 9. Los solicitantes han encontrado que es más probable que las arcillas de ese tipo generen polímero a través de mecanismos de polimerización inducida por calcio/anión que las arcillas tratadas que se describen en la presente divulgación. Además, los solicitantes han encontrado que una arcilla neutra se puede combinar con una arcilla tratada previamente de acuerdo con realizaciones que se describen en el presente documento para conseguir una purificación mayor de lo que es posible usando cualquier arcilla sola.

En diversas realizaciones, los sorbentes de la presente divulgación se tratan previamente antes de que la corriente de hidrocarburo entre en contacto con el sorbente. En diversas realizaciones, la etapa de tratamiento previo incluye a) lavar el sorbente con un disolvente, b) ajustar el pH del sorbente mientras está en el disolvente, c) desgasificar el sorbente mientras está en el disolvente, d) eliminar el sorbente del disolvente y e) secar el sorbente anterior. En algunas realizaciones, la eliminación del sorbente del disolvente se produce mediante filtración. Las etapas de tratamiento previo que se han descrito anteriormente por lo general se producen antes de que se produzca la humectación previa y puesta en contacto del sorbente con la corriente aromática. Los sorbentes tratados previamente también se pueden usar para mejorar la eficacia de o en combinación con otros métodos de purificación tales como, por ejemplo, tratamiento químico, destilación y combinaciones de los mismos.

En diversas realizaciones de la presente divulgación, la eficacia de la eliminación de impurezas coloreadas de una corriente de hidrocarburo se puede determinar usando el Método de Ensayo Convencional de la norma ASTM D1209 para Color de Líquidos Transparentes (Escala de Platino-Cobalto).

En diversas realizaciones, el estireno se puede aislar de la corriente de hidrocarburo después de la etapa de puesta en contacto con el sorbente. El aislamiento del estireno se puede realizar mediante cualquier método conocido por las personas con una experiencia habitual en la materia. En otras diversas realizaciones, el estireno se puede aislar de gasolina de pirólisis usando métodos que se describen en los documentos de Patente de Estados Unidos N.ºs 5.849.982 y 5.877.385, cada uno de los cuales se incorporan por referencia en el presente documento en su

totalidad. Entre las enseñanzas de estas patentes se encuentra la producción de un heart cut (método multidimensional convencional) de gasolina de pirólisis que se ha desoctanizado y desheptanizado para contener de aproximadamente un 25 % a aproximadamente un 35 % de estireno. En este punto el estireno tiene un índice de color de acuerdo con la norma ASTM D1209 entre 300 y 500. Después de hidrogenación selectiva para eliminar fenilacetileno, se realiza destilación extractiva para separar estireno de los componentes restantes de la mezcla tales como as, por ejemplo, o-xileno. Estireno se recupera en un disolvente, que a continuación se alimenta a una columna de recuperación de disolvente para eliminar el disolvente y recuperar el estireno aislado. El disolvente recuperado a continuación se alimenta de nuevo a la columna de destilación extractiva. Durante el proceso de destilación extractiva de estireno, se eliminan algunas de las impurezas coloreadas. Sin embargo, sin etapas adicionales para eliminar impurezas coloreadas, el estireno purificado por lo general contiene impurezas coloreadas residuales que imparten un índice de color de acuerdo con la norma ASTM D1209 de aproximadamente 30 aproximadamente 40.

La especificación de color para monómero de estireno purificado tal como se presenta en la norma ASTM D2827 (Especificación Estándar para Monómero de Estireno) es un índice de color de 10 de acuerdo con la norma ASTM D1209. Por lo tanto, por lo general la eliminación de color adicional se considera necesaria para satisfacer las especificaciones convencionales de color.

En algunas realizaciones, dos sorbentes se ponen en contacto con la corriente de hidrocarburo. En ciertas realizaciones, los dos sorbentes se tratan previamente por separado y a continuación se colocan en un lecho antes de la etapa de contacto. En algunas realizaciones, los dos sorbentes se mezclan en el lecho, y en otras realizaciones, los sorbentes permanecen separados en distintas zonas. En otras diversas realizaciones, los dos sorbentes se tratan previamente por separado y a continuación se colocan en lechos separados colocados en serie antes de la etapa de puesta en contacto. En tales realizaciones, la corriente de hidrocarburo fluye a través del primer lecho antes de encontrarse con el sorbente colocado en el segundo lecho.

### Ejemplos Experimentales

Los siguientes ejemplos se proporcionan para ilustrarnos completamente algunas de las realizaciones que se han desvelado anteriormente en el presente documento.

**Ejemplo 1: Eliminación de Impurezas Coloreadas e Impurezas que Contienen Azufre a partir de Gasolina De Pirólisis Simulada.** Se preparó una fuente de gasolina de pirólisis mimética inhibida que contiene estireno, impurezas coloreadas e impurezas que contienen azufre. El contenido de la gasolina de pirólisis mimética se presenta en la Tabla 1. Como se usa en el presente documento, la expresión "gasolina de pirólisis mimética" se refiere a, por ejemplo, una mezcla que contiene un número limitado de los componentes más comunes encontrados en gasolina de pirólisis convencional.

**Tabla 1:** Composición de Gasolina de Pirólisis Mimética

Agente Químico	Que Causa Color	Que Contiene Azufre	Cantidad (ppm)
Inhibidor de radicales libres estable			15
6,6-dimetilfulveno	✓		50
2-vinil tiofeno		✓	50*
dimetil tiofeno		✓	50*
hexano-1-tiol		✓	50*
dipropilsulfuro		✓	50*
*ppm se refiere a contenido de azufre solo, no a la concentración total de ppm del compuesto			

**Tratamiento previo de la arcilla:** una parte de la arcilla (200 - 600 ml) se lavó con 3 partes de agua. Cuando la arcilla todavía estaba en el agua, el pH se equilibró a 7 o 10, y a continuación la arcilla se desgasificó. Después de la desgasificación, la arcilla se recogió por filtración y se secó en un horno. La arcilla seca se humedeció previamente mediante inmersión en etilbenceno durante 20 minutos con agitación ocasional. A continuación, la mezcla de etilbenceno/arcilla se filtró usando un vacío ligero para eliminar el exceso de etilbenceno a la vez que la arcilla se mantenía completamente humedecida. A partir de ese momento la arcilla humedecida se empaquetó en un reactor de flujo pistón para minimizar la evaporación de disolvente.

**Preparación del sistema de reactor de flujo pistón:** el sistema de reactor de flujo pistón se preparó llenando un matraz de fondo redondo, de cuatro bocas de 1 l con 1 l de la gasolina de pirólisis mimética que se ha descrito en la

Tabla 1. La FIGURA 1 muestra adicionalmente un esquema ilustrativo en el que las arcillas tratadas previamente se empaquetan en una columna o columnas. La FIGURA 1A muestra un esquema ilustrativo de un lecho de columna 1 que contiene los sorbentes 100 y 101 para eliminar las impurezas de una corriente de hidrocarburo. La FIGURA 1B Muestra un esquema ilustrativo de dos lechos de columna 2 y 3 unidos en serie, con cada lecho de columna conteniendo un sorbente 101 y 102 para eliminar las impurezas de una corriente de hidrocarburo. En un primer método de empaquetamiento, se preparó una única columna que contenía dos lechos de arcilla separados (FIGURA 1A). En un segundo método de empaquetamiento, se prepararon dos columnas unidas en serie en las que había un lecho de arcilla por columna (FIGURA 1B).

De acuerdo con el segundo método de empaquetamiento de columna que se ha descrito anteriormente en el presente documento, una columna de vidrio equipada con una base de vidrio sinterizado y una pieza de cabeza separable se empaquetó con dos lechos de arcilla de 70 ml (sorbentes 100 y 101), de acuerdo con la matriz experimental que se ilustra en la Tabla 2. La pieza de cabeza separable se empaquetó con lana de vidrio. Las virutas de ebullición politetrafluoroetileno (PTFE) proporcionaron una zona de transición entre los lechos de arcilla tal como se muestra en la FIGURA 1A.

De acuerdo con el segundo método de empaquetamiento de columna, cada columna de vidrio se empaquetó con un lecho de arcilla de 70 ml (sorbentes 100 y 101), virutas de ebullición de PTFE, y lana de vidrio tal como se muestra en la FIGURA 1B. Las dos columnas se conectaron con tubo MASTERFLEX VITON para unir los dos lechos de arcilla en serie.

Una vez que la(s) columna(s) se empaquetó/empaquetaron, el sistema de reactor de flujo pistón se construyó conectando la columna(s) al recipiente de alimentación que contenía la gasolina de pirólisis mimética usando una bomba. Una zona de recogida de producto seguía a la columna(s). Las conexiones se prepararon con tubo MASTERFLEX VITON. La bomba era una bomba peristáltica funcionando a un caudal de 23,3 ml/min. Este caudal, junto con las dimensiones de la columna, proporcionaban una velocidad espacial horaria de líquido (LHSV) de 1 h<sup>-1</sup>.

La gasolina de pirólisis mimética se extrajo del recipiente de alimentación mediante bombeo en la base de la columna, a través de los lechos de arcilla, y fuera de la parte superior de la columna en la zona de recogida del producto. Las muestras se recogieron cada 10 minutos drenando en primer lugar del producto recogido a través de un puerto de toma de muestras de producto y permitiendo que la zona de recogida se rellenara con muestra recién preparada en el momento deseado. Cada alícuota de producto recogido se convino en un matraz cerrado herméticamente. Se obtuvo el volumen total de producto acumulado, así como una muestra de producto combinado final.

**Tabla 2:** Matriz Experimental del Reactor de Flujo Pistón

Número del Experimento	Capa Inferior ( <i>Entrada</i> )	Capa Superior ( <i>Salida</i> )	Preparación de la Columna
1	Arcilla Tratada Previamente 1 (pH = 10)	Arcilla Tratada Previamente 2 (pH = 7)	Doble empaquetamiento
2	Arcilla Tratada Previamente 2 (pH = 7)	Arcilla Tratada Previamente 1 (pH = 10)	Doble empaquetamiento
3	Arcilla Tratada Previamente 3 (pH = 10)	Arcilla Tratada Previamente 2 (pH = 7)	Doble empaquetamiento
4	Arcilla Tratada Previamente 2 (pH = 7)	Arcilla Tratada Previamente 3 (pH = 10)	Empaquetamiento individual en serie
Arcilla 1 = arcilla patentada n.º 1 Arcilla 2 = arcilla patentada n.º 2 Arcilla 3 = arcilla patentada n.º 3			

La Tabla 3 resume los resultados del índice de color de las muestras tratadas. Como se puede observar en la Tabla 3, la eliminación del color cuando las arcillas tratadas previamente con un pH final de 7 se usaban o se combinaban con arcillas tratadas previamente con un pH final de 10 daban como resultado de forma coherente la eliminación de > 79 % del color. En la mayoría de los casos, el índice de color se determinó después de contacto con sorbente, seguido por una destilación ultrarrápida de una sola etapa (SSFD). Cuando solamente se usaba una arcilla tratada previamente con un pH final de 7, solo se eliminaba aproximadamente un 30 % del color. Cuando una arcilla tratada previamente con un pH final de 10 se usaba sola, se eliminaba aproximadamente un 78 % del color. En los casos en los que se realizó destilación, se recogieron cinco muestras de destilación a partir del condensado de la parte

superior para determinación del color, y se hizo el promedio de las tres muestras de condensado de la parte superior con el índice de color más bajo.

**Tabla 3:** Resultados del Índice de Color del Reactor de Flujo Pistón

Número del Experimento*	Tipo de Muestra	Descripción de la Muestra	Índice de Color Medio (N.º de Color según ASTM 1209)	% de Eliminación de Color (normalizado con respecto al % eliminado)
N/D	Gasolina de pirólisis mimética, Sin SSFD	Estireno que contiene color y azufre, inhibido	66	N/D
N/D	Gasolina de pirólisis mimética, SSFD	Estireno que contiene color y azufre, inhibido	40	39 %
N/D	Estireno (99 %, Acros Organics), Sin SSFD	Referencia	10	N/D
1	SSFD	Véase la Tabla 2	11	83 %
2	SSFD	Véase la Tabla 2	14	79 %
3	SSFD	Véase la Tabla 2	7	89 %
4	SSFD	Véase la Tabla 2	3	95 %
4	Sin SSFD	Véase la Tabla 2	16	76 %
N/D	SSFD	Arcilla Tratada Previamente 3 (pH = 10)	85 (Alimentación) 19 (Producto)	78 %
N/D	SSFD	Arcilla Tratada Previamente 2 (pH = 7)	45 (Alimentación) 31 (Producto)	31 %

SSFD = Destilación Ultrarrápida de una Sola Etapa realizada en esta muestra.  
Sin SSFD = Destilación Ultrarrápida de una Sola Etapa no realizada en esta muestra.

5

**Ejemplo 2: Eliminación de Impurezas Coloreadas e Impurezas que Contienen Azufre de Gasolina de Pirólisis Pesada.** Se obtuvo una muestra comercial de gasolina de pirólisis pesada con un intervalo de punto de ebullición de 100 °C a 290 °C. La muestra se desheptanizó y se desoctanizó, produciendo un heart cut. Las muestras del heart cut se obtuvieron y se pusieron en contacto con diversos sorbentes para determinar la cantidad de color eliminado. Una parte del heart cut se hidrotató adicionalmente para reducir el contenido de fenilacetileno. El heart cut hidrotatado también se puso en contacto con los sorbentes para determinar la cantidad de color eliminado después de la etapa de hidrotatamiento.

10

15

**Preparación de la Arcilla:** Una parte de la arcilla (200 - 600 ml) se lavó con 3 partes de agua y el pH se equilibró a 7 o 10. Mientras está aún en el agua, la arcilla se desgasificó y a continuación se recogió mediante filtración. A continuación, la arcilla recogida se secó en un horno. La arcilla seca se humedeció previamente mediante inmersión en etilbenceno durante 20 minutos con agitación ocasional. A continuación, la mezcla de etilbenceno/arcilla se filtró usando un vacío ligero para eliminar el exceso de etilbenceno a la vez que la arcilla se mantenía completamente humedecida. A partir de ese momento la arcilla humedecida se empaquetó en el sistema de reactor que se describe a continuación en el presente documento para minimizar la evaporación de disolvente.

20

25

**Preparación del Reactor:** Un sistema de reactor discontinuo se preparó usando un matraz Erlenmeyer de 250 ml con una barra de agitación y 50 ml de la arcilla tratada previamente y humedecida, junto con 100 ml del heart cut o alimentación de heart cut hidrotatado. La preparación del reactor y el tratamiento del heart cut se realizaron a temperatura y presión ambientales. Todas las alimentaciones incluían un inhibidor de terc-butilcatecol (TBC). La alimentación y el sorbente se mezclaron a 350 rpm durante 2 horas a temperatura y presión ambientales. Estas condiciones son aproximadamente equivalentes a una velocidad espacial horaria de líquido (LHSV) de 1 h<sup>-1</sup>.

30

La Tabla 4 resume los resultados del índice de color de las muestras tratadas. En la mayoría de los casos se realizó una SSFD en cada muestra. se recogieron cinco muestras de destilación a partir del condensado de la parte superior

para determinación del color, y se hizo el promedio de las tres muestras de condensado de la parte superior con el índice de color más bajo.

**Tabla 4:** Resultados del Índice de Color del Reactor Discontinuo

Alimentación	Tipo de Muestra	Sorbente	Índice de Color Medio (N.º de Color según ASTM 1209)	% de Eliminación de Color (normalizado con respecto al % eliminado)
Heart Cut	Alimentación Sin SSFD	ninguno	265	N/D
Heart Cut	Alimentación SSFD	ninguno	255	4 %
Heart Cut Hidrotratado	Alimentación Sin SSFD	ninguno	1616	N/D
Heart Cut Hidrotratado	Alimentación SSFD	ninguno	40	97 %
Heart Cut	SSFD	Arcilla Tratada Previamente 2 (pH = 7) Arcilla Tratada Previamente 1 (pH = 10)	14	95 %
Heart Cut	SSFD	Arcilla Tratada Previamente 2 (pH = 7) Arcilla Tratada Previamente 3 (pH = 10)	6	98 %
Heart Cut Hidrotratado	SSFD	Arcilla Tratada Previamente 2 (pH = 7) Arcilla Tratada Previamente 1 (pH = 10)	22	99 %
Heart Cut Hidrotratado	SSFD	Arcilla Tratada Previamente 2 (pH = 7) Arcilla Tratada Previamente 3 (pH = 10)	30	98 %

SSFD = Destilación Ultrarrápida de una Sola Etapa realizada en esta muestra.  
 Sin SSFD = Destilación Ultrarrápida de una Sola Etapa no realizada en esta muestra.  
 % de eliminación de color refleja la reducción total del color debido a SSFD y sorbente (si se utiliza) en comparación con el índice de color de la alimentación sin alterar.  
 Arcilla 1 = arcilla patentada n.º 1  
 Arcilla 2 = arcilla patentada n.º 2  
 Arcilla 3 = arcilla patentada n.º 3

5 El Ejemplo 2 verifica la eficacia de las arcillas tratadas previamente para la eliminación de compuestos que contribuyen al color encontrado en una corriente real de gasolina de pirólisis. En estos casos, las combinaciones de arcillas a pH 10 conseguían una eliminación del color superior a un 95 % en comparación con el color de la alimentación sin tratar.

10 También es interesante indicar el efecto de la eliminación de color en la corriente de gasolina de pirólisis hidrotratada en la que no hubo contacto con un sorbente. Después de hidrotratamiento, una destilación ultrarrápida de una sola etapa sencilla eliminaba de forma eficaz un 97 % del color en comparación con el color de la alimentación sin tratar. Por el contrario, con la muestra no hidratada, solamente un 4 % del color se eliminaba como resultado de una  
 15 destilación ultrarrápida de una sola etapa sencilla.

Las realizaciones que se han descrito anteriormente en el presente documento pretenden ser solamente ilustrativas y no se deberían tomar como limitantes del alcance de la divulgación, que se define en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para eliminar impurezas de una corriente de hidrocarburo que comprende al menos un compuesto aromático de vinilo, dicho método comprendiendo:
- 5
- a. tratamiento previo del al menos un sorbente de arcilla a un pH superior a 9;
  - b. puesta en contacto de la corriente de hidrocarburo con al menos un sorbente de arcilla que adsorbe al menos una parte de las impurezas de la corriente de hidrocarburo para proporcionar una corriente de hidrocarburo purificado; y
  - 10 c. separación de la corriente de hidrocarburo purificado del al menos un sorbente de arcilla.
2. El método de la reivindicación 1, en el que las impurezas se seleccionan entre el grupo que consiste en impurezas coloreadas, impurezas que contienen azufre y combinaciones de las mismas.
- 15
3. El método de la reivindicación 1, en el que la corriente de hidrocarburo comprende gasolina de pirólisis.
4. El método de la reivindicación 1, en el que el sorbente de arcilla se selecciona entre el grupo que consiste en Bentonita, Tierra de Fuller y combinaciones de las mismas.
- 20
5. El método de la reivindicación 1, en el que la etapa de tratamiento previo comprende:
- a. lavar el al menos un sorbente de arcilla con un disolvente;
  - b. ajustar el pH del al menos un sorbente de arcilla mientras está en el disolvente;
  - 25 c. desgasificar el al menos un sorbente de arcilla mientras está en el disolvente;
  - d. eliminar el disolvente del al menos un sorbente de arcilla; y
  - e. secar el al menos un sorbente de arcilla.
6. El método de la reivindicación 5, en el que la etapa de eliminación comprende filtrar el al menos un sorbente de arcilla.
- 30
7. El método de la reivindicación 5, en el que el pH se ajusta a 10.
8. El método de la reivindicación 1, en el que el al menos un compuesto aromático de vinilo comprende estireno.
- 35
9. El método de la reivindicación 8, que comprende adicionalmente:  
aislar el estireno de la corriente de hidrocarburo después de la etapa de puesta en contacto.
10. El método de la reivindicación 1, en el que dos sorbentes se ponen en contacto con la corriente de hidrocarburo.
- 40
11. El método de la reivindicación 10, en el que los dos sorbentes se tratan previamente por separado y a continuación se colocan en un lecho antes de la etapa de puesta en contacto.
12. El método de la reivindicación 10, en el que los dos sorbentes se tratan previamente por separado y a continuación se colocan en lechos separados antes de la etapa de puesta en contacto;
- 45 en el que los lechos separados se colocan en serie.
13. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:  
realizar un proceso de purificación adicional para eliminar las impurezas de la corriente de hidrocarburo.

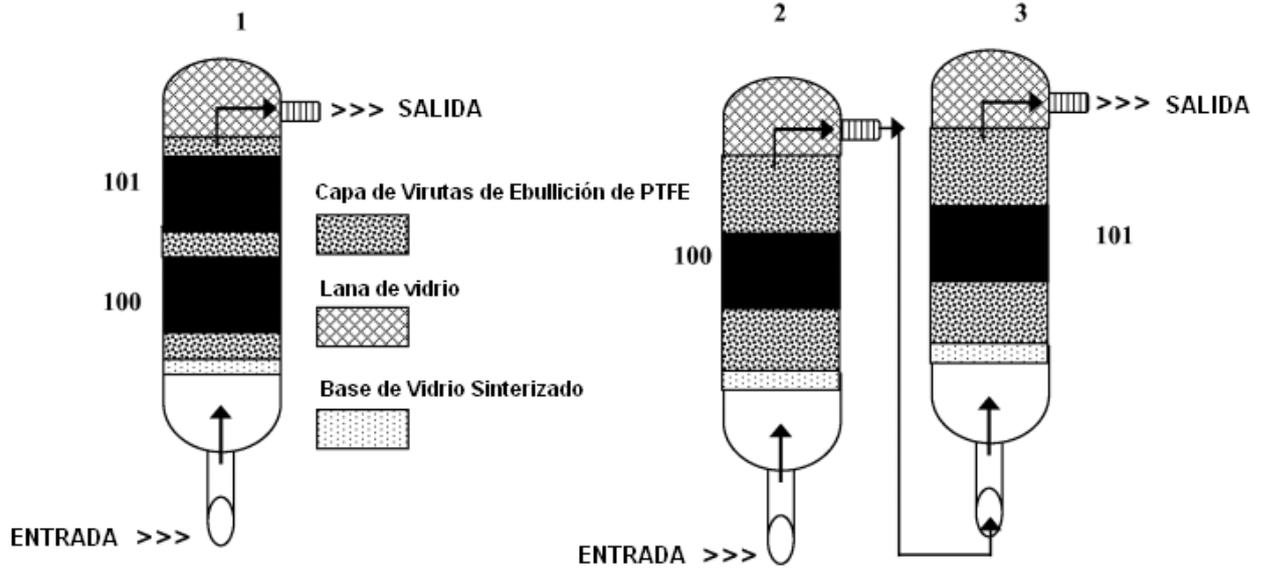


FIG. 1A

FIG. 1B