

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 910**

51 Int. Cl.:

C07C 2/00 (2006.01)

B01J 29/00 (2006.01)

C07C 2/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2009 PCT/US2009/058674**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2010 WO2010039661**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2009 E 09818338 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2331485**

54 Título: **Procedimiento de producción de etilbenceno**

30 Prioridad:

28.09.2009 US 568007
30.09.2008 US 101610 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2017

73 Titular/es:

FINA TECHNOLOGY, INC. (100.0%)
P.O. Box 674412
Houston, TX 77267-4412, US

72 Inventor/es:

BUTLER, JAMES, R.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 617 910 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de producción de etilbenceno

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 La presente invención reivindica prioridad a la solicitud provisional número 61/101610 enviada el 30 de septiembre de 2008.

Campo

Las realizaciones de la presente invención se refieren generalmente a la alquilación de compuestos aromáticos

Antecedentes

10 Las reacciones de alquilación implican generalmente poner en contacto un primer compuesto aromático con un agente de alquilación en presencia de un catalizador para formar un segundo compuesto aromático. Una reacción de alquilación importante es la reacción de benceno con etileno en la producción de etilbenceno (documento US 5.600.050).

El etilbenceno puede deshidrogenarse después para formar estireno.

Wang y col., Catalysis Letters., vol. 76, n.º 3-4, 2001, 225-229 desvela la alquilación de benceno con propileno.

15 La vida del catalizador es una consideración importante en las reacciones de alquilación. Están los costes relacionados con el mismo catalizador, tales como el coste unitario del catalizador, la vida útil del catalizador, la capacidad de regenerar el catalizador usado y el coste de eliminar el catalizador usado. También están los costes relacionados con el apagado de un reactor de alquilación para reemplazar el catalizador y/o para regenerar el lecho catalizador, que incluye labor, materiales y pérdida de productividad.

20 La desactivación del catalizador puede tender a reducir el nivel de conversión, el nivel de selectividad o ambos, cada uno de los cuales puede dar como resultado una pérdida indeseable de la eficiencia del procedimiento. Puede haber diversas razones para la desactivación de catalizadores de alquilación. Estas pueden incluir el taponamiento de superficies del catalizador, tales como por coque o alquitranes, que puede denominarse carbonización; la rotura física de la estructura catalizadora; y la pérdida de promotores o aditivos del catalizador. Dependiendo del catalizador y los diversos parámetros de funcionamiento que se usan, pueden aplicarse uno o más de estos mecanismos.

25 Otra causa de la desactivación del catalizador puede ser el resultado de venenos presentes en una corriente de entrada al sistema de alquilación, por ejemplo compuestos de amina o amoníaco. Los venenos pueden reaccionar con componentes del catalizador dando lugar a la desactivación del componente o una restricción del acceso al componente dentro de la estructura catalizadora. Los venenos pueden actuar además reduciendo rendimientos y aumentando costes. Por lo tanto, existe una necesidad de desarrollar un sistema de alquilación que sea capaz de reducir la desactivación del catalizador de alquilación o un procedimiento para manejar la desactivación del catalizador de alquilación de una manera eficaz.

30 En vista de lo anterior, sería deseable tener un procedimiento eficaz para producir etilbenceno en cantidades comerciales a través de una reacción de alquilación catalítica. Sería además deseable si el procedimiento fuera robusto y no experimentara frecuentes interrupciones debidas a las interrupciones del procedimiento para la regeneración o el reemplazamiento del catalizador.

Sumario

40 Las realizaciones de la presente invención incluyen un procedimiento para producir cantidades comerciales de etilbenceno por la reacción de alquilación catalítica de benceno y etileno.

45 Las realizaciones de la presente invención incluyen un procedimiento para producir alquilaromáticos mediante la alquilación de un aromático y de un agente alquilante, implicando el procedimiento proporcionar al menos una zona de reacción que contiene catalizador de H-beta zeolita en una corriente de suministro que comprende un aromático y se introduce un agente alquilante. Al menos una porción del aromático se hace reaccionar en condiciones de alquilación para producir un alquilaromático. Después puede retirarse una primera corriente de producto que contiene alquilaromático. El aromático puede ser benceno, el agente alquilante puede ser etileno y el alquilaromático puede ser etilbenceno. La producción de alquilaromáticos puede ser al menos 0,23 millones de kilos al día y puede estar entre al menos 0,23 millones de kilos al día y 4,5 millones de kilos al día.

50 La al menos una zona de reacción puede incluir al menos un reactor de alquilación preliminar y al menos un reactor de alquilación primario. El al menos un reactor de alquilación preliminar puede contener catalizador de H-beta zeolita en una cantidad de entre al menos 2267,9 kilos y 22679,6 kilos. Uno o más del al menos un reactor de alquilación preliminar y al menos un reactor de alquilación primario pueden contener un catalizador mixto que incluye el

catalizador de H-beta zeolita además del al menos un catalizador distinto. En una realización el reactor de alquilación primario experimenta una velocidad reducida de desactivación del catalizador cuando el reactor de alquilación preliminar que contiene el catalizador de H-beta zeolita está de servicio. En una realización el reactor de alquilación primario no experimenta desactivación del catalizador cuando el reactor de alquilación preliminar que contiene el catalizador de H-beta zeolita está de servicio.

La cantidad de H-beta catalizador puede estar entre al menos 2267,9 kilos y 22679,6 kilos y puede estar en un sistema de alquilación preliminar, que puede tener un tiempo de ejecución de al menos 6 meses, o al menos 9 meses, o al menos 12 meses, o al menos 18 meses antes de la regeneración. El catalizador de H-beta zeolita en el sistema de alquilación preliminar puede regenerarse *in situ*. El sistema de alquilación preliminar puede omitirse para la regeneración del catalizador sin poner el al menos un reactor de alquilación primario fuera de servicio.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama en bloque esquemático de una realización de un procedimiento de alquilación/transalquilación.

La Figura 2 es un diagrama en bloque esquemático de una realización de un procedimiento de alquilación/transalquilación que incluye una etapa de alquilación preliminar.

La Figura 3 es una ilustración esquemática de un sistema reactor en paralelo que puede usarse para una etapa de alquilación preliminar.

La Figura 4 ilustra una realización de un reactor de alquilación con una pluralidad de lechos catalizadores.

La Figura 5 es un gráfico de los datos de elevación de temperatura en porcentaje obtenidos en un Ejemplo de la presente invención.

Descripción detallada

La presente solicitud se dirige a un procedimiento para producir un alquilaromático por la alquilación de un aromático con un agente alquilante, comprendiendo el procedimiento: proporcionar al menos una zona de reacción que contiene un catalizador de H-beta zeolita, en el que la al menos una zona de reacción comprende al menos un reactor de alquilación preliminar y al menos un reactor de alquilación primario corriente abajo del reactor de alquilación preliminar, en el que el catalizador de H-beta zeolita está contenido en el reactor de alquilación preliminar y un catalizador distinto del catalizador de H-beta zeolita está contenido en el reactor de alquilación primario; introducir una corriente de suministro que comprende un aromático y un agente alquilante a la zona de reacción, en el que la corriente de suministro incluye además venenos del catalizador, que son compuestos de nitrógeno; y hacer reaccionar al menos una porción del aromático en condiciones de alquilación para producir un alquilaromático.

Los procedimientos de conversión de aromáticos llevados a cabo sobre catalizadores de tamiz molecular se conocen bien en la industria química. Las reacciones de alquilación de los aromáticos, tales como benceno, para producir una diversidad de derivados alquil-benceno, tales como etilbenceno, son bastante comunes.

Las realizaciones de la presente invención se refieren generalmente a un sistema de alquilación adaptado para minimizar las preocupaciones del procedimiento debidas a la desactivación del catalizador de alquilación y la resultante regeneración o reemplazamiento del catalizador. En una realización de la invención, se usan cantidades comerciales de catalizador H-beta en un procedimiento de alquilación para producir cantidades comerciales de etilbenceno a partir de benceno y etileno. El procedimiento puede incluir uno o más lechos de catalizadores fijados de H-beta que pueden regenerarse bien *in situ* o bien *ex situ* sin interrupciones significativas para las tasas de producción de alquilación comerciales.

Como se usa en el presente documento cantidades comerciales de un catalizador de alquilación H-beta significa una cantidad de 1360,7 kilos a 22679,6 kilos o más de catalizador en uso como un sistema de alquilación en un procedimiento de alquilación, tal como para la producción de etilbenceno. El catalizador de alquilación H-beta puede usarse como un sistema de alquilación preliminar dentro de un procedimiento de alquilación para la producción de etilbenceno. El sistema de alquilación preliminar puede ser un lecho o lechos iniciales en un reactor de múltiples lechos, o puede ser un reactor o grupo de reactores inicial en un procedimiento de Alquilación de múltiples reactores, por ejemplo. En realizaciones de la invención donde se utiliza un catalizador de alquilación H-beta tanto para el sistema de alquilación preliminar como para el sistema de Alquilación primario, la cantidad de catalizador para el procedimiento total puede variar hasta 4535,9 kilos o más. Como se usa en el presente documento las cantidades comerciales de etilbenceno del procedimiento de Alquilación pueden variar desde una producción diaria media de 0,23 millones de kilos hasta 4,5 millones de kilos de etilbenceno o más.

Los reactores de zeolita beta son adecuados para su uso en la presente invención y se conocen bien en la técnica. Los catalizadores de zeolita beta tienen típicamente una relación molar sílice/alúmina (expresada como $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) de aproximadamente 10 a aproximadamente 300, o de aproximadamente 15 a aproximadamente 75, por ejemplo. En una realización, la zeolita beta puede tener un bajo contenido de sodio, por ejemplo, menos de aproximadamente

el 0,2 % en peso expresado como Na_2O , o menos de aproximadamente el 0,06 % en peso, por ejemplo. El contenido de sodio puede reducirse por cualquier procedimiento conocido por un experto en la materia, tal como a través de intercambio iónico, por ejemplo. Los catalizadores de zeolita beta se caracterizan por tener una alta área superficial de al menos $400 \text{ m}^2/\text{g}$ basado en la forma cristalina sin ningún respecto a los componentes suplementarios tales como aglutinantes. En una realización, la zeolita beta puede tener una área superficial de al menos $600 \text{ m}^2/\text{g}$. La formación de catalizadores de zeolita beta se describe además en la Patente de EE.UU. n.º 3.308.069 de Wadlinger y col y en la Patente de EE.UU. n.º 4.642.226 de Calvert y col.

Un catalizador de zeolita tipo H-beta tiene la característica de tener hidrógeno en su forma de catión nominal. Dentro de una realización particular se usa un catalizador H-beta disponible en el mercado de Zeolyst International con una designación comercial de Zeolyst CP 787 Zeolite H-Beta Extrudate en cantidades comerciales para la producción de etilbenceno mediante la reacción de alquilación de benceno y etileno.

La Figura 1 ilustra un diagrama en bloque esquemático de una realización de un procedimiento 100 de alquilación/transalquilación. El procedimiento 100 incluye generalmente suministrar una corriente 102 de entrada (por ejemplo, una primera corriente de entrada) a un sistema 104 de alquilación (por ejemplo, un primer sistema de alquilación). El sistema 104 de alquilación se adapta generalmente para poner en contacto la corriente 102 de entrada con un catalizador de alquilación para formar una corriente 106 de salida de alquilación (por ejemplo, una primera corriente de salida).

Al menos una porción de la corriente 106 de salida de alquilación pasa a un primer sistema 108 de separación. Se recupera generalmente una fracción de cabeza del primer sistema 108 de separación a través de una línea 110 mientras que una porción de la fracción de cola se pasa a través de la línea 112 a un segundo sistema 114 de separación.

Se recupera generalmente una fracción de cabeza del segundo sistema 114 de separación a través de la línea 116 mientras que al menos una porción de una fracción de cola se pasa a través de la línea 118 a un tercer sistema 115 de separación. Se recupera generalmente una fracción de cola del tercer sistema 115 de separación a través de la línea 119 mientras que al menos una porción de una fracción de cabeza se pasa a través de la línea 120 a un sistema 121 de transalquilación. Además de la fracción 120 de cabeza, una entrada adicional, tal como compuesto aromático adicional, se suministra generalmente al sistema de transalquilación 121 a través de la línea 122 y contacta con el catalizador de transalquilación, formando una salida 124 de transalquilación.

Aunque no se muestra en el presente documento, el flujo de corriente puede modificarse basado en la optimización unitaria. Por ejemplo, al menos una porción de cualquier fracción de cabeza puede reciclarse como entrada a cualquier otro sistema dentro del procedimiento. Además, puede emplearse equipo de procesamiento adicional, tales como intercambiadores de calor, a través de los procedimientos descritos en el presente documento y la colocación del equipo de procedimiento puede ser como se conoce generalmente por un experto en la materia. Además, mientras que se describen en términos de componentes primarios, las corrientes indicadas pueden incluir cualquier componente adicional como se sabe por un experto en la materia.

La corriente 102 de entrada incluye generalmente un compuesto aromático y un agente alquilante. El compuesto aromático puede incluir compuestos aromáticos sustituidos o no sustituidos. El compuesto aromático puede incluir hidrocarburos, tales como benceno, por ejemplo. Si están presentes, los sustituyentes en los compuestos aromáticos pueden seleccionarse independientemente de alquilo, arilo, alcarilo, alcoxi, ariloxi, cicloalquilo, haluro y/u otros grupos que no interfieran con la reacción de alquilación, por ejemplo. La corriente 102 de entrada y el agente alquilante pueden entrar en múltiples localizaciones como se muestra en la Figura 4.

El agente alquilante puede incluir olefinas tales como etileno o propileno, por ejemplo. En una realización, el compuesto aromático es benceno y el agente alquilante es etileno, que reacciona para formar un producto que incluye etilbenceno como un componente significativo, por ejemplo.

Además del compuesto aromático y el agente alquilante, la corriente 102 de entrada puede incluir además otros compuestos en cantidades menores (por ejemplo, a veces denominados venenos o compuestos inactivos). Los venenos pueden ser componentes de nitrógeno tales como amoníaco, compuestos de amina o nitrilos, por ejemplo. Estos venenos pueden estar en cantidades en el intervalo de partes por billón (ppb), pero pueden tener un efecto significativo en el rendimiento del catalizador y reducir su vida útil. En una realización, la corriente de entrada 102 incluye hasta 100 ppb o más de venenos. En una realización, la corriente de entrada 102 incluye venenos típicamente que varían de 10 ppb a 50 ppb. En una realización, el contenido de veneno varía típicamente de 20 ppb a 40 ppb.

Los compuestos inactivos, que pueden denominarse compuestos inertes, tales como compuestos alifáticos C_6 a C_8 también pueden estar presentes. En una realización, la corriente 102 de entrada incluye menos de aproximadamente el 5 % de tales compuestos o menos de aproximadamente el 1 %, por ejemplo.

El sistema 104 de alquilación puede incluir una pluralidad de recipientes de reacción multi-fase. En una realización, los recipientes de reacción multi-fase pueden incluir una pluralidad de lechos catalizadores funcionalmente conectados, tales como lechos que contienen un catalizador de alquilación, tal como se muestra en la Figura 4 por

- ejemplo. Tales recipientes de reacción son generalmente reactores de fase líquida que funcionan a temperaturas y presiones del reactor suficientes para mantener la reacción de alquilación en la fase líquida, es decir, el compuesto aromático está en fase líquida. Tales temperaturas y presiones se determinan generalmente por parámetros del procedimiento individual. Por ejemplo, la temperatura del recipiente de reacción puede ser de 65 °C a 300 °C, o de 200 °C a 280 °C, por ejemplo. La presión del recipiente de reacción puede ser cualquier presión adecuada en la que la reacción de alquilación pueda tener lugar en la fase líquida, tal como de 2.068,43 kPa a 8.273,7 kPa, por ejemplo.
- 5
- En una realización, la velocidad espacial del recipiente de reacción dentro del sistema 104 de alquilación es de 10 velocidad espacial horaria del líquido (LHSV, por sus siglas en inglés) por lecho a 200 LHSV por lecho, basado en la velocidad de suministro de aromático. En realizaciones alternativas, la LHSV puede variar de 10 a 100, o de 10 a 50, o de 10 a 25 por lecho. Para el procedimiento global de alquilación, incluyendo todos los lechos de alquilación del reactor o reactores de alquilación preliminares y el reactor o reactores de alquilación primarios, la velocidad espacial puede variar de 1 LHSV a 20 LHSV.
- 10
- La salida 106 de alquilación incluye generalmente un segundo compuesto aromático. En una realización, el segundo compuesto aromático incluye etilbenceno, por ejemplo.
- 15
- Un primer sistema 108 de separación puede incluir cualquier procedimiento o combinación de procedimientos conocidos por un experto en la materia para la separación de compuestos aromáticos. Por ejemplo, el primer sistema 108 de separación puede incluir una o más columnas de destilación (no mostradas), bien en serie o en paralelo. El número de tales columnas puede depender del volumen de la salida 106 de alquilación que pasa a través.
- 20
- La fracción 110 de cabeza del primer sistema 108 de separación incluye generalmente el primer compuesto aromático, tal como benceno, por ejemplo.
- La fracción 112 de cola del primer sistema 108 de separación incluye generalmente el segundo compuesto aromático, tal como etilbenceno, por ejemplo.
- 25
- Un segundo sistema 114 de separación puede incluir cualquier procedimiento conocido por un experto en la materia, por ejemplo, una o más columnas de destilación (no mostradas), bien en serie o en paralelo.
- La fracción 116 de cabeza del segundo sistema 114 de separación incluye generalmente el segundo compuesto aromático, tal como etilbenceno, que puede recuperarse y usarse para cualquier fin adecuado, tal como la producción de estireno, por ejemplo.
- 30
- La fracción 118 de cola del segundo sistema 114 de separación incluye generalmente compuestos aromáticos más pesados, tales como polietilbenceno, cumeno y/o butilbenceno, por ejemplo.
- Un tercer sistema 115 de separación incluye generalmente cualquier procedimiento conocido por un experto en la materia, por ejemplo, una o más columnas de destilación (no mostradas), bien en serie o en paralelo.
- 35
- En una realización específica, la fracción 120 de cabeza del tercer sistema 115 de separación puede incluir dietilbenceno y trietilbenceno, por ejemplo. La fracción 119 de cola (por ejemplo, pesados) puede recuperarse del tercer sistema 115 de separación para procesamiento adicional y recuperación (no mostrado).
- El sistema 121 de transalquilación incluye generalmente uno o más recipientes de reacción que tienen un catalizador de transalquilación dispuesto en los mismos. Los recipientes de reacción pueden incluir cualquier recipiente de reacción, combinación de recipientes de reacción y/o número de recipientes de reacción (bien en serie o en paralelo) conocidos por un experto en la materia.
- 40
- Una salida 124 de transalquilación incluye generalmente el segundo compuesto aromático, por ejemplo, etilbenceno. La salida 124 de transalquilación puede enviarse a uno de los sistemas de separación, tal como el segundo sistema 114 de separación, para la separación de los componentes de la salida 124 de transalquilación.
- 45
- En una realización, el sistema 121 de transalquilación se hace funcionar en condiciones de fase líquida. Por ejemplo, el sistema 121 de transalquilación puede hacerse funcionar a una temperatura de aproximadamente 65 °C a aproximadamente 290 °C y a una presión de aproximadamente 5.515,8 kPa
- 50
- En una realización específica, la corriente 102 de entrada incluye benceno y etileno. El benceno puede suministrarse a partir de una diversidad de fuentes, tales como por ejemplo; una fuente de benceno fresco y/o una diversidad de fuentes de reciclaje. Como se usa en el presente documento, la frase "fuente de benceno fresco" se refiere a una fuente que incluye al menos aproximadamente un 95 % en peso de benceno, al menos aproximadamente un 98 % en peso de benceno o al menos aproximadamente un 99 % en peso de benceno, por ejemplo. En una realización, la relación molar de benceno a etileno puede ser de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 20:1, para el procedimiento de alquilación total incluyendo todos los lechos de alquilación, por ejemplo. La relación molar de benceno a etileno para los lechos de alquilación individuales puede variar de 10:1 a 100:1, por ejemplo.

En una realización específica, el benceno se recupera a través de la línea 110 y se recicla (no mostrado) como entrada al sistema 104 de alquilación, mientras que el etilbenceno y/o los bencenos polialquilados se recuperan a través de la línea 112.

5 Como se analiza previamente, el sistema 104 de alquilación incluye generalmente un catalizador de alquilación. La corriente 102 de entrada, por ejemplo, benceno/etileno, contacta con el catalizador de alquilación durante la reacción de alquilación para formar la salida 106 de alquilación, por ejemplo, etilbenceno.

10 Desafortunadamente, los sistemas catalizadores de alquilación experimentan generalmente la desactivación que requiere bien la regeneración o el reemplazamiento. Adicionalmente, los procedimientos de alquilación requieren generalmente un mantenimiento periódico. Ambas circunstancias producen generalmente interrupciones para los procedimientos de alquilación en fase líquida. La desactivación resulta de un número de factores. Uno de esos factores es que los venenos presentes en la corriente 102 de entrada, tales como impurezas que contienen nitrógeno, azufre y/o oxígeno, bien de origen natural o bien como resultado de un procedimiento anterior, pueden reducir la actividad del catalizador de alquilación.

15 Las realizaciones de la presente invención proporcionan un procedimiento en el que puede lograrse la producción continua durante la regeneración del catalizador y el mantenimiento. Por ejemplo, un reactor puede sacarse de la línea para la regeneración del catalizador, bien por procedimientos *in situ* o bien *ex situ*, mientras que el reactor que queda puede mantenerse en línea para la producción. La determinación de cuándo se requerirá tal regeneración puede depender de las condiciones específicas del sistema, pero es generalmente un punto de ajuste predeterminado (por ejemplo, productividad del catalizador, temperatura o tiempo).

20 Si no es posible la regeneración *in situ*, cuando se retira el catalizador del reactor para la regeneración, puede ser posible reemplazar el catalizador y colocar el reactor en línea mientras que el catalizador retirado/desactivado se regenera. En una realización tal, el coste de reemplazar el catalizador puede ser grande y por lo tanto es beneficioso que tal catalizador deba tener una larga vida antes de la regeneración. Las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar un sistema de alquilación capaz de extender la vida del catalizador y extender las ejecuciones de producción.

25 Con referencia a la Figura 2, el sistema 100 de alquilación/transalquilación puede incluir además un sistema 103 de alquilación preliminar. El sistema 103 de alquilación preliminar puede mantenerse en condiciones de alquilación, por ejemplo. La corriente 101 de entrada de alquilación preliminar puede hacerse pasar a través del sistema 103 de alquilación preliminar para entrar en el sistema 104 de alquilación para reducir el nivel de venenos en la corriente 102 de entrada, por ejemplo. En una realización, el nivel de venenos se reduce al menos un 10 %, o al menos un 25 % o al menos un 40 % o al menos un 60 % o al menos un 80 %, por ejemplo. Por ejemplo, el 103 de alquilación preliminar puede usarse como un sistema de sacrificio, reduciendo de esta manera la cantidad de venenos que se ponen en contacto con el catalizador de alquilación en el sistema 104 de alquilación y reduciendo la frecuencia de regeneración necesaria del catalizador de alquilación en el sistema 104 de alquilación.

35 En una realización la corriente 101 de entrada de alquilación preliminar comprende el benceno entero suministrado al procedimiento y una porción del etileno suministrado al procedimiento. Este suministro pasa a través del sistema 103 de alquilación preliminar que contiene un catalizador de zeolita beta antes de entrar al sistema 104 de alquilación para reducir el nivel de venenos que entran en contacto con el catalizador de alquilación en el sistema 104 de alquilación. La corriente 102 de salida del sistema 103 de alquilación preliminar puede incluir benceno sin reaccionar y etilbenceno producido desde el sistema 103 de alquilación preliminar. Puede añadirse etileno adicional al sistema 104 de alquilación (no mostrado en la Figura 2) para reaccionar con el benceno sin reaccionar. En esta realización el sistema 103 de alquilación preliminar puede reducir el nivel de venenos en el benceno y de esa porción de suministro de etileno que se añade a la corriente 101 de entrada de alquilación preliminar del procedimiento. El etileno que se añade después del sistema 103 de alquilación preliminar, tal como al sistema 104 de alquilación, no tendría una reducción en el nivel de venenos desde el sistema 103 de alquilación preliminar.

El sistema 103 de alquilación preliminar puede hacerse funcionar en condiciones de fase líquida. Por ejemplo, el sistema 103 de alquilación preliminar puede hacerse funcionar a una temperatura de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 300 °C, o de 200 °C a aproximadamente 280 °C y a una presión para asegurar condiciones de fase líquida, tales como de aproximadamente 2.068,4 kPa a 8.273,7 kPa.

50 El sistema 103 de alquilación preliminar incluye generalmente un catalizador preliminar (no mostrado) colocado en el mismo. El catalizador de alquilación, el catalizador de transalquilación y/o el catalizador preliminar pueden ser el mismo o diferentes. En general, tales catalizadores se seleccionan de catalizadores de tamiz molecular, tales como catalizadores de zeolita beta, por ejemplo.

55 Como resultado del nivel de venenos presente en la entrada 101 de alquilación preliminar, el catalizador preliminar en el sistema 103 de alquilación preliminar puede volverse desactivado, requiriendo la regeneración y/o el reemplazamiento. Por ejemplo, el catalizador preliminar puede experimentar desactivación más rápidamente que el catalizador de alquilación.

Las realizaciones de la presente invención pueden utilizar un catalizador de H-beta zeolita en el sistema 103 de alquilación preliminar. Además la reacción de alquilación puede utilizar también tal catalizador H-beta. Las realizaciones pueden incluir el sistema de alquilación preliminar que tiene una carga de catalizador mixta que incluye un catalizador de H-beta zeolita y uno o más catalizadores distintos. La carga de catalizador mixta puede, por ejemplo, ser una disposición en capas de los diversos catalizadores, bien con o sin una barrera o una separación entre ellos, o alternativamente puede incluir una mezcla física donde los diversos catalizadores están en contacto entre sí.

Cuando se desea la regeneración de cualquier catalizador dentro del sistema, el procedimiento de regeneración incluye generalmente procesar el catalizador desactivado a altas temperaturas, aunque la regeneración puede incluir cualquier procedimiento de regeneración conocido por un experto en la materia.

Una vez que un reactor se toma fuera de línea, el catalizador colocado en el mismo puede purgarse. La purga del reactor fuera de corriente puede realizarse poniendo en contacto el catalizador en el reactor fuera de línea con una corriente de purga, que puede incluir cualquier gas inerte (por ejemplo, nitrógeno), por ejemplo. Las condiciones de purga de reactor fuera de corriente se determinan generalmente por los parámetros del procedimiento individual y se conocen generalmente por un experto en la materia.

El catalizador puede someterse después a regeneración. Las condiciones de regeneración pueden ser cualquier condición que sea eficaz para reactivar al menos parcialmente el catalizador y se conocen generalmente por un experto en la materia. Por ejemplo, la regeneración puede incluir calentar el catalizador de alquilación a una temperatura o una serie de temperaturas, tales como una temperatura de regeneración de aproximadamente 200 °C a aproximadamente 500 °C por encima de la temperatura de la purga o de la reacción de alquilación, por ejemplo.

En una realización, el catalizador de alquilación se calienta a una primera temperatura (por ejemplo, 400 °C) con un gas que contiene nitrógeno y un 2 % en moles o menos de oxígeno, por ejemplo, durante un tiempo suficiente para proporcionar una corriente de salida que tiene un contenido de oxígeno de aproximadamente un 0,1 % en moles. Las condiciones de regeneración se controlarán generalmente mediante las restricciones del sistema de alquilación y/o los requerimientos que permiten el funcionamiento que pueden regular condiciones, tales como el contenido de oxígeno permisible que puede enviarse a la llamarada para los controles de emisión. El catalizador de alquilación puede calentarse después a una segunda temperatura (por ejemplo, 500 °C) durante un tiempo suficiente para proporcionar una corriente de salida que tiene un cierto contenido de oxígeno. El catalizador puede además mantenerse a la segunda temperatura durante un periodo de tiempo, o a una tercera temperatura que es mayor que la segunda temperatura, por ejemplo. Tras la regeneración del catalizador, el reactor se deja enfriar y después puede estar listo para colocarse en línea para la producción continua.

La Figura 3 ilustra una realización no limitante de un sistema 200 de alquilación, que puede ser un sistema de alquilación preliminar. El sistema 200 de alquilación mostrado incluye una pluralidad de reactores de alquilación, tales como dos reactores 202 y 204 de alquilación, funcionando en paralelo. Uno o ambos reactores 202 y 204 de alquilación, que pueden ser el mismo recipiente de reacción, o en ciertas realizaciones, pueden ser diferentes tipos de recipientes de reacción, pueden ponerse en servicio al mismo tiempo. Por ejemplo, solamente un reactor de alquilación puede estar en línea mientras que el otro se somete a mantenimiento, tal como a regeneración de catalizador. En una realización, el sistema 200 de alquilación se configura de tal manera que la corriente de entrada se divide para suministrar aproximadamente la misma entrada a cada reactor 202 y 204 de alquilación. Sin embargo, tales tasas de flujo se determinarán por cada sistema individual.

Este modo de funcionamiento (por ejemplo, múltiples reactores en paralelo) pueden implicar el funcionamiento de los reactores individuales a velocidades espaciales relativamente bajas para periodos de tiempo prolongados con periodos periódicos relativamente bajos de funcionamiento a velocidades espaciales potenciadas relativamente mayores cuando un reactor se toma fuera de corriente. A modo de ejemplo, durante el funcionamiento normal del sistema 200, con ambos reactores 202 y 204 en línea, la corriente 206 de entrada puede suministrarse a cada reactor (por ejemplo, a través de las líneas 208 y 210) para proporcionar una velocidad espacial reducida. La corriente 206 de entrada puede ser el flujo combinado de cada reactor (por ejemplo, a través de las líneas 212 y 214). Cuando un reactor se toma fuera de línea y la velocidad de suministro continúa sin disminuir, la velocidad espacial del reactor que queda puede ser aproximadamente el doble.

En una realización específica, uno o más de la pluralidad de reactores de alquilación puede incluir una pluralidad de lechos catalizadores interconectados. La pluralidad de lechos catalizadores puede incluir de 2 a 15 lechos, o de 5 a 10 lechos o, en realizaciones específicas, 5 u 8 lechos, por ejemplo. Las realizaciones pueden incluir uno o más lechos catalizadores que tengan una carga de catalizador mixta que incluya un catalizador de H-beta zeolita y uno o más catalizadores distintos. La carga de catalizador mixta puede, por ejemplo, ser una disposición en capas de los diversos catalizadores, bien con o sin una barrera o una separación entre ellos, o alternativamente puede incluir una mezcla física donde los diversos catalizadores están en contacto entre sí.

La Figura 4 ilustra una realización no limitante de un reactor 302 de alquilación. El reactor 302 de alquilación incluye cinco series conectadas de lechos de catalizadores designadas como lechos A, B, C, D y E. Una corriente 304 de entrada (por ejemplo benceno/etileno) se introduce en el reactor 302, pasando a través de cada lecho catalizador

para contactar con el catalizador de alquilación y formar la salida 308 de alquilación. El agente alquilante adicional puede suministrarse a través de las líneas 306a, 306b y 306c a las localizaciones interfase en el reactor 302. También puede introducirse compuesto aromático adicional a las localizaciones interfase a través de las líneas 310a, 310b y 310c, por ejemplo.

5 Ejemplo

En el Ejemplo 1 un procedimiento para fabricar etilbenceno usando cantidades comerciales de una zeolita H-beta incluye un sistema de alquilación preliminar que tiene un único reactor cargado con aproximadamente 9.979,03 kilos de un catalizador de H-beta zeolita. El procedimiento comprende además un sistema de alquilación primario después del sistema de alquilación preliminar que contiene catalizador distinto del catalizador de H-beta zeolita.

10 La corriente de suministro al procedimiento puede contener impurezas tales como acetonitrilo, amoníaco y/o compuestos de amina, por ejemplo, en cantidades que varían de 1 ppb a 100 ppb o más y pueden mediar típicamente de 20 ppb a 40 ppb. El sistema de alquilación preliminar puede retirar impurezas en el suministro de benceno y una porción del suministro de etileno al procedimiento antes del sistema de alquilación primario. El catalizador H-beta está disponible en el mercado de Zeolyst International con una designación comercial de Zeolyst
15 CP 787 Zeolite H-Beta Extrudate.

El suministro de benceno se añade al reactor de alquilación preliminar a una velocidad de aproximadamente 317.514,6 a 340.194,2 kg por hora, pasa a través del reactor de alquilación preliminar y después al sistema de alquilación primario. El suministro de benceno es equivalente a aproximadamente 15 a 20 LHSV para el reactor de alquilación preliminar.

20 Se añade etileno tanto al reactor de alquilación preliminar como al sistema de alquilación primario. El etileno se añade al procedimiento en una relación molar benceno:etileno que varía típicamente de entre 15:1 y 20:1 para el reactor de alquilación preliminar y para cada lecho de catalizador dentro del sistema de alquilación primario. El procedimiento, incluyendo el reactor de alquilación preliminar y el sistema de alquilación primario, tiene una relación molar benceno:etileno global que varía típicamente entre 2,7:1 y 3,7:1. La conversión de benceno a etilbenceno en el reactor de alquilación preliminar da como resultado aproximadamente 0,4 millones de kilos al día de la producción de etilbenceno total. El procedimiento, incluyendo el reactor de alquilación preliminar y el sistema de alquilación primario, tiene una tasa de producción global de aproximadamente 3,4 millones de kilos de etilbenceno al día.

25 Durante el Ejemplo 1 los lechos de reacción de alquilación primarios no mostraron signos significativos de desactivación, indicando que el lecho preliminar está conteniendo, haciendo reaccionar o desactivando los venenos que están presentes en el suministro de benceno.
30

La Tabla 1 proporciona datos seleccionados obtenidos del Ejemplo 1. Los datos se presentan como un porcentaje de la elevación de temperatura global en el reactor de alquilación preliminar que ha ocurrido en localizaciones específicas. El termopar n.º 1 (TW n.º 1) proporciona la lectura de temperatura en un punto aproximadamente el 11 % en la longitud del lecho catalizador del reactor de alquilación preliminar y puede dar de esta manera una
35 indicación de la cantidad de reacción que ha ocurrido en el primer 11 % del lecho, que representa aproximadamente 1.088,6 kilos de catalizador. El termopar n.º 2 (TW n.º 2) está aproximadamente al 31 % a través del lecho catalizador del reactor de alquilación preliminar, que representa aproximadamente 3.084,4 kilos de catalizador, mientras que el termopar n.º 3 (TW n.º 3) está aproximadamente al 47 % a través del lecho catalizador del reactor de alquilación preliminar, que representa aproximadamente 4.672,0 kilos de catalizador, y el termopar n.º 4 (TW n.º 4)
40 está aproximadamente al 64 % a través del lecho catalizador del reactor de alquilación preliminar, que representa aproximadamente 6.395,6 kilos de catalizador. Los datos en la Tabla 1 no están normalizados para forzar una elevación del porcentaje máximo al 100 %. Los valores por encima del 100 % pueden deberse a variaciones de lectura de temperatura entre los diversos instrumentos.

45 Los perfiles de temperatura del lecho catalizador del reactor de alquilación preliminar indican dónde está ocurriendo la reacción catalítica y el grado de la desactivación del catalizador a lo largo de la longitud del lecho. Conforme el catalizador se desactiva y la zona de reacción activa avanza hacia abajo en la longitud del lecho al catalizador que está activo, el perfil de elevación de temperatura puede observarse progresar hacia abajo del reactor. Por ejemplo si la elevación porcentual en TW n.º 1 es el 50 %, entonces aproximadamente el 50 % de la elevación de temperatura entera a través de todo el lecho catalizador preliminar está ocurriendo en el primer 11 % del lecho. Si más tarde la elevación porcentual en TW n.º 1 disminuye al 20 %, eso indicaría que el catalizador en el primer 11 % del lecho
50 catalizador se ha desactivado en un grado que solamente el 20 % de la elevación de temperatura está ocurriendo en el primer 11 % de la longitud del lecho mientras que el 80 % de la elevación está ocurriendo después del primer 11 % de la longitud del lecho catalizador.

55 El reactor de alquilación preliminar que contiene catalizador de H-beta zeolita estuvo de servicio durante 580 días sin requerir regeneración. La Figura 5 ilustra los datos de tendencia de temperaturas para TW n.º 1, TW n.º 2 y TW n.º 3 para los primeros 600 días del Ejemplo 1. Los puntos de datos mostrados son la elevación porcentual en aproximadamente cada 10 días. La Figura 5 solamente es para ilustrar las tendencias en los datos de la Tabla 1 y no deberían tomarse para reemplazar la Tabla 1 de ninguna manera. Después de 100 días de servicio, la elevación

porcentual en TW n.º 1 (11 % en la longitud del reactor) había disminuido de un 89 % inicial a alrededor del 25 %, mientras que la elevación porcentual en TW n.º 2 (31 % en la longitud del reactor) no había mostrado ninguna disminución apreciable. Después de 200 días de servicio, la elevación porcentual en TW n.º 1 había disminuido a alrededor del 10 %, mientras que la elevación porcentual en TW n.º 2 había disminuido a alrededor del 95 %, mientras que la elevación porcentual en TW n.º 3 (47 % en la longitud del reactor) no había mostrado ninguna disminución apreciable. Después de 300 días de servicio, la elevación porcentual en TW n.º 1 había disminuido a alrededor del 5 %, la elevación porcentual en TW n.º 2 había disminuido a alrededor del 80 %, mientras que la elevación porcentual en TW n.º 3 no había mostrado ninguna disminución apreciable. Después de 400 días de servicio, la elevación porcentual en TW n.º 1 había disminuido a menos del 5 %, la elevación porcentual en TW n.º 2 había disminuido a alrededor del 55 %, mientras que la elevación porcentual en TW n.º 3 sólo había empezado a indicar una disminución. Después de 500 días de servicio, la elevación porcentual en TW n.º 1 había disminuido a alrededor del 2 %, la elevación porcentual en TW n.º 2 había disminuido a alrededor del 35 %, la elevación porcentual en TW n.º 3 había disminuido a alrededor del 94 %, mientras que la elevación porcentual en TW n.º 4 (64 % en la longitud del reactor) no había mostrado ninguna disminución apreciable. Después de 600 días de servicio, la elevación porcentual en TW n.º 1 todavía estaba alrededor del 2 %, la elevación porcentual en TW n.º 2 había disminuido a alrededor del 26 %, la elevación porcentual en TW n.º 3 había disminuido a alrededor del 90 %, mientras que la elevación porcentual en TW n.º 4 (64 % en la longitud del reactor) no había mostrado todavía ninguna disminución apreciable. Durante el Ejemplo 1 la velocidad de desactivación del catalizador en el reactor de alquilación primario localizado después del reactor de alquilación preliminar fue menos que la velocidad de desactivación antes de tener el reactor de alquilación preliminar en servicio. Hubo una reducción de la desactivación del catalizador en el sistema de alquilación primario, indicando que el reactor de alquilación preliminar era capaz de contener o reaccionar con los venenos contenidos en el suministro de benceno de tal manera que tuvieran un efecto reducido en el catalizador en el sistema de alquilación primario.

Un total de aproximadamente 616,8 millones de kilos de EB se produjeron durante los primeros 190 días del Ejemplo 1, de los que 181 días tuvieron producción en línea, con una desactivación de aproximadamente el noventa por ciento de la carga de catalizador en el reactor de alquilación preliminar hasta TW n.º 1 y un veinte por ciento de la carga del catalizador entre TW n.º 1 y TW n.º 2, que iguala a aproximadamente 1.360,7 kilos de catalizador desactivado. Esta porción del Ejemplo 1 proporcionó aproximadamente 0,20 millones de kilos de producción de EB por 0,45 kilos de catalizador por 0,45 millones de kilos de EB producidos.

Se produjo un total de aproximadamente 1190,6 millones de kilos de EB mediante el procedimiento durante los primeros 365 días del Ejemplo 1, de los que 350 días tuvieron producción en línea, con una desactivación de aproximadamente el 96 % de la carga de catalizador en el reactor de alquilación preliminar hasta TW n.º 1 y un 30 % de la carga del catalizador entre TW n.º 1 y TW n.º 2, que iguala a aproximadamente 1632,9 kilos de catalizador desactivado. Los primeros 350 días de producción en línea proporcionaron una desactivación de aproximadamente 0,6 kilos de catalizador por 0,45 millones de kilos de EB producidos.

Se produjo un total de aproximadamente 1.973,1 millones de kilos de EB mediante el procedimiento durante los primeros 595 días del Ejemplo 1, de los que 580 días tuvieron producción en línea, con una desactivación de aproximadamente el 97 % de la carga de catalizador en el reactor de alquilación preliminar hasta TW n.º 1, un 79 % de la carga del catalizador entre TW n.º 1 y TW n.º 2 y un 15 % de la carga del catalizador entre TW n.º 2 y TW n.º 3, que iguala a aproximadamente .2871,2 kilos de catalizador desactivado. Los primeros 580 días de producción en línea del Ejemplo 1 proporcionaron una desactivación de aproximadamente 0,65 kilos de catalizador por 0,45 millones de kilos de EB producidos.

Con referencia a la Figura 5, aunque el catalizador contenido en el primer 11 % del lecho del reactor de alquilación preliminar había estado en servicio durante 580 días, todavía proporcionaba aproximadamente un 3 % de la elevación de temperatura a través del reactor de alquilación preliminar, indicando que todavía había algo de actividad. La curva de disminución para TW n.º 2 es menos empinada que aquella de TW n.º 1, indicando que el catalizador antes de la localización TW n.º 1 en el lecho catalizador está reduciendo el efecto de los venenos presentes en el suministro de benceno en la corriente abajo del catalizador, extendiendo de esta manera la vida útil del catalizador. La curva de disminución para TW n.º 3 es menos empinada que aquella de TW n.º 1 durante su desactivación inicial y es menos empinada que aquella de TW n.º 2, indicando además que el catalizador antes de la localización TW n.º 2 en el lecho catalizador está retirando una cantidad significativa de los venenos presentes en el suministro, extendiendo de esta manera la vida útil del catalizador en la corriente abajo del catalizador.

Una realización de la presente invención implica un procedimiento para producir etilbenceno a partir de una corriente de suministro de alto veneno mediante la alquilación de benceno con etileno utilizando un catalizador de H-beta zeolita que tiene una tasa de desactivación del catalizador que no es más de 13,6 kilos de catalizador por 0,45 millones de kilos de EB producidos. Las realizaciones adicionales incluyen un procedimiento que tiene una tasa de desactivación del catalizador que no es más de 9,07 kilos de catalizador por 0,45 millones de EB producidos, no más de 4,5 kilos de catalizador por 0,45 millones de EB producidos, no más de 3,4 kilos de catalizador por 0,45 millones de EB producidos, no más de 2,3 kilos de catalizador por 0,45 millones de EB producidos, no más de 1,1 kilos de catalizador por 0,45 millones de EB producidos, no más de 0,9 kilos de catalizador por 0,45 millones de EB producidos y no más de 0,7 kilos de catalizador por 0,45 millones de EB producidos.

ES 2 617 910 T3

Tabla 1 Datos del reactor de alquilación preliminar

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
22/01/08	8,61	89 %	109 %	102 %	102 %
23/01/08	11,67	87 %	108 %	102 %	103 %
24/01/08	11,94	84 %	107 %	103 %	103 %
25/01/08	12,50	75 %	106 %	103 %	103 %
26/01/08	12,06	72 %	108 %	103 %	103 %
27/01/08	12,06	71 %	108 %	102 %	103 %
28/01/08	12,28	70 %	107 %	102 %	102 %
29/01/08	12,50	64 %	108 %	102 %	103 %
30/01/08	12,72	63 %	108 %	103 %	104 %
31/01/08	12,67	63 %	107 %	102 %	103 %
01/02/08	12,78	59 %	107 %	102 %	103 %
02/02/08	13,06	58 %	106 %	101 %	102 %
03/02/08	13,00	56 %	106 %	101 %	101 %
04/02/08	13,17	55 %	106 %	101 %	101 %
05/02/08	13,33	54 %	106 %	101 %	102 %
06/02/08	13,00	55 %	107 %	102 %	103 %
07/02/08	13,28	54 %	107 %	102 %	103 %
08/02/08	13,50	53 %	107 %	102 %	102 %
09/02/08	13,78	52 %	106 %	102 %	102 %
10/02/08	13,78	51 %	106 %	101 %	102 %
11/02/08	13,61	50 %	106 %	101 %	102 %
12/02/08	13,56	48 %	107 %	102 %	103 %
13/02/08	13,72	45 %	107 %	103 %	104 %
14/02/08	13,61	44 %	107 %	102 %	102 %
15/02/08	13,72	43 %	106 %	102 %	102 %
16/02/08	13,83	42 %	106 %	102 %	102 %
17/02/08	13,72	41 %	106 %	102 %	102 %
18/02/08	12,94	40 %	107 %	102 %	103 %
19/02/08	11,94	38 %	106 %	102 %	102 %
20/02/08	11,22	36 %	106 %	101 %	102 %
21/02/08	13,00	37 %	105 %	101 %	102 %
22/02/08	13,39	37 %	106 %	102 %	103 %
23/02/08	13,44	37 %	106 %	102 %	102 %
24/02/08	13,39	36 %	106 %	102 %	102 %
25/02/08	13,44	35 %	105 %	101 %	102 %
26/02/08	13,50	35 %	107 %	103 %	103 %
27/02/08	13,00	35 %	107 %	103 %	104 %
28/02/08	13,00	34 %	106 %	102 %	102 %
29/02/08	13,06	33 %	106 %	101 %	102 %
01/03/08	13,00	33 %	106 %	102 %	102 %
02/03/08	13,11	32 %	105 %	101 %	102 %
03/03/08	13,06	32 %	106 %	102 %	103 %
04/03/08	13,11	32 %	106 %	103 %	104 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
05/03/08	12,94	31 %	106 %	102 %	103 %
06/03/08	13,06	31 %	106 %	102 %	103 %
07/03/08	13,11	30 %	107 %	103 %	105 %
08/03/08	12,89	31 %	106 %	103 %	103 %
09/03/08	12,94	30 %	106 %	102 %	103 %
10/03/08	12,11	34 %	107 %	102 %	103 %
11/03/08	11,39	37 %	108 %	103 %	104 %
12/03/08	11,50	38 %	108 %	103 %	103 %
13/03/08	11,78	30 %	105 %	102 %	102 %
14/03/08	12,06	26 %	104 %	101 %	101 %
15/03/08	11,94	27 %	104 %	102 %	102 %
16/03/08	12,11	26 %	104 %	101 %	102 %
17/03/08	12,67	25 %	103 %	101 %	101 %
18/03/08	12,83	24 %	103 %	101 %	101 %
19/03/08	12,83	24 %	104 %	102 %	103 %
20/03/08	13,22	25 %	104 %	102 %	103 %
21/03/08	12,94	25 %	104 %	102 %	102 %
22/03/08	12,56	28 %	106 %	102 %	103 %
23/03/08	12,67	33 %	107 %	103 %	104 %
24/03/08	13,39	25 %	105 %	104 %	104 %
25/03/08	13,83	24 %	104 %	102 %	102 %
26/03/08	13,28	24 %	104 %	102 %	102 %
29/03/08	13,06	23 %	104 %	101 %	102 %
30/03/08	13,00	23 %	103 %	101 %	102 %
31/03/08	14,22	23 %	101 %	99 %	101 %
01/04/08	12,17	22 %	103 %	101 %	102 %
02/04/08	9,89	26 %	106 %	103 %	104 %
03/04/08	5,17	26 %	106 %	102 %	103 %
04/04/08	13,11	25 %	104 %	102 %	102 %
05/04/08	12,22	23 %	104 %	103 %	103 %
06/04/08	13,17	23 %	103 %	101 %	102 %
07/04/08	13,72	24 %	104 %	101 %	102 %
08/04/08	-6,56	30 %	116 %	104 %	107 %
09/04/08	14,06	23 %	103 %	101 %	102 %
10/04/08	13,89	22 %	103 %	101 %	101 %
11/04/08	11,78	22 %	101 %	100 %	100 %
12/04/08	6,94	27 %	106 %	104 %	104 %
13/04/08	12,44	22 %	104 %	103 %	104 %
14/04/08	13,39	21 %	103 %	103 %	104 %
15/04/08	13,78	21 %	102 %	102 %	103 %
16/04/08	13,56	21 %	102 %	101 %	102 %
17/04/08	13,11	23 %	104 %	101 %	102 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
18/04/08	12,61	25 %	106 %	102 %	103 %
19/04/08	12,67	25 %	106 %	102 %	103 %
20/04/08	12,61	25 %	106 %	102 %	102 %
21/04/08	12,67	24 %	105 %	102 %	102 %
22/04/08	12,56	23 %	105 %	101 %	102 %
23/04/08	18,22	24 %	105 %	101 %	101 %
24/04/08	12,78	22 %	105 %	101 %	101 %
25/04/08	-11,78	42 %	136 %	111 %	112 %
26/04/08	12,22	25 %	106 %	102 %	103 %
27/04/08	13,22	23 %	106 %	102 %	103 %
28/04/08	12,61	22 %	105 %	102 %	103 %
29/04/08	12,39	21 %	105 %	102 %	103 %
30/04/08	12,56	22 %	104 %	102 %	102 %
01/05/08	12,22	24 %	105 %	101 %	101 %
02/05/08	11,00	21 %	103 %	102 %	102 %
03/05/08	8,33	28 %	109 %	102 %	104 %
04/05/08	8,56	29 %	108 %	103 %	104 %
05/05/08	8,33	30 %	109 %	103 %	103 %
06/05/08	6,72	31 %	109 %	102 %	103 %
07/05/08	6,78	31 %	109 %	102 %	102 %
08/05/08	6,22	31 %	109 %	103 %	103 %
15/05/08	7,78	30 %	109 %	105 %	106 %
16/05/08	12,44	24 %	106 %	102 %	103 %
17/05/08	12,33	24 %	106 %	102 %	103 %
18/05/08	12,44	24 %	106 %	102 %	102 %
19/05/08	12,06	24 %	105 %	102 %	102 %
20/05/08	13,00	25 %	106 %	102 %	102 %
21/05/08	13,06	26 %	106 %	101 %	102 %
22/05/08	13,11	25 %	106 %	101 %	102 %
23/05/08	12,78	24 %	106 %	101 %	101 %
24/05/08	11,83	28 %	107 %	101 %	102 %
25/05/08	11,06	29 %	107 %	101 %	102 %
26/05/08	8,50	34 %	109 %	101 %	102 %
27/05/08	10,61	31 %	108 %	102 %	102 %
28/05/08	10,00	26 %	107 %	102 %	102 %
29/05/08	9,67	25 %	106 %	101 %	102 %
30/05/08	9,56	25 %	106 %	101 %	101 %
31/05/08	9,50	24 %	106 %	101 %	102 %
01/06/08	9,61	24 %	106 %	101 %	102 %
02/06/08	12,61	20 %	103 %	101 %	101 %
03/06/08	13,44	18 %	103 %	101 %	101 %
04/06/08	13,50	18 %	102 %	101 %	101 %
05/06/08	13,39	19 %	103 %	101 %	101 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
06/06/08	13,28	18 %	103 %	100 %	101 %
07/06/08	13,28	18 %	103 %	100 %	101 %
08/06/08	13,11	19 %	103 %	101 %	101 %
09/06/08	13,22	18 %	103 %	100 %	101 %
10/06/08	13,22	18 %	103 %	100 %	101 %
11/06/08	13,17	18 %	103 %	101 %	101 %
12/06/08	13,61	18 %	102 %	100 %	101 %
13/06/08	13,28	17 %	102 %	100 %	101 %
14/06/08	13,28	18 %	103 %	101 %	101 %
15/06/08	13,28	18 %	103 %	101 %	102 %
16/06/08	13,33	17 %	102 %	101 %	101 %
17/06/08	13,11	17 %	102 %	101 %	102 %
18/06/08	13,11	17 %	102 %	101 %	102 %
19/06/08	13,17	17 %	102 %	101 %	101 %
20/06/08	13,17	17 %	102 %	101 %	101 %
21/06/08	13,17	17 %	102 %	100 %	101 %
22/06/08	13,17	16 %	102 %	101 %	101 %
23/06/08	13,11	16 %	102 %	101 %	102 %
24/06/08	13,56	15 %	100 %	100 %	101 %
25/06/08	13,61	15 %	99 %	100 %	101 %
26/06/08	13,61	15 %	100 %	100 %	101 %
27/06/08	13,61	15 %	99 %	100 %	102 %
28/06/08	13,56	14 %	99 %	101 %	102 %
29/06/08	13,61	15 %	99 %	101 %	102 %
30/06/08	13,61	14 %	98 %	100 %	102 %
01/07/08	9,44	20 %	106 %	102 %	103 %
02/07/08	10,39	19 %	106 %	101 %	102 %
03/07/08	10,22	19 %	106 %	102 %	103 %
04/07/08	13,22	15 %	101 %	101 %	102 %
05/07/08	13,56	14 %	99 %	101 %	102 %
06/07/08	13,06	13 %	98 %	100 %	101 %
07/07/08	13,00	13 %	98 %	100 %	101 %
08/07/08	13,00	13 %	98 %	101 %	101 %
09/07/08	13,06	12 %	97 %	101 %	102 %
10/07/08	12,94	12 %	97 %	101 %	101 %
11/07/08	12,94	13 %	97 %	101 %	101 %
12/07/08	12,83	12 %	96 %	100 %	101 %
13/07/08	12,83	12 %	96 %	100 %	101 %
14/07/08	12,89	12 %	97 %	101 %	102 %
15/07/08	13,00	12 %	97 %	100 %	101 %
16/07/08	12,11	14 %	99 %	100 %	101 %
17/07/08	11,78	14 %	101 %	101 %	102 %
18/07/08	11,83	14 %	101 %	100 %	102 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
19/07/08	12,00	14 %	100 %	100 %	101 %
20/07/08	12,11	14 %	100 %	100 %	101 %
21/07/08	12,00	14 %	100 %	100 %	102 %
22/07/08	12,06	14 %	100 %	100 %	101 %
23/07/08	12,11	14 %	101 %	101 %	102 %
24/07/08	12,06	14 %	101 %	101 %	102 %
25/07/08	13,67	14 %	97 %	100 %	101 %
26/07/08	13,39	12 %	96 %	100 %	101 %
27/07/08	13,83	13 %	96 %	101 %	102 %
28/07/08	13,28	11 %	97 %	101 %	102 %
29/07/08	12,28	15 %	102 %	101 %	102 %
30/07/08	11,50	13 %	100 %	101 %	102 %
31/07/08	13,44	11 %	96 %	101 %	102 %
01/08/08	12,67	11 %	96 %	101 %	102 %
02/08/08	12,50	11 %	95 %	101 %	101 %
03/08/08	12,56	11 %	95 %	101 %	102 %
04/08/08	12,94	11 %	95 %	101 %	102 %
05/08/08	13,28	10 %	95 %	101 %	102 %
06/08/08	13,39	10 %	95 %	101 %	101 %
07/08/08	13,33	10 %	95 %	101 %	102 %
08/08/08	12,94	10 %	95 %	101 %	102 %
09/08/08	12,94	10 %	94 %	100 %	102 %
10/08/08	13,06	10 %	94 %	100 %	101 %
11/08/08	12,39	11 %	95 %	101 %	102 %
12/08/08	12,06	11 %	96 %	101 %	102 %
13/08/08	12,00	11 %	96 %	101 %	102 %
14/08/08	12,00	11 %	96 %	101 %	102 %
15/08/08	12,00	11 %	96 %	102 %	102 %
16/08/08	12,00	10 %	96 %	101 %	102 %
17/08/08	12,00	10 %	95 %	101 %	102 %
18/08/08	12,06	10 %	95 %	101 %	102 %
19/08/08	12,00	10 %	95 %	102 %	102 %
20/08/08	11,67	10 %	95 %	101 %	102 %
21/08/08	8,06	12 %	102 %	101 %	102 %
22/08/08	6,94	11 %	94 %	101 %	103 %
23/08/08	6,33	10 %	95 %	103 %	104 %
24/08/08	6,56	11 %	95 %	102 %	104 %
25/08/08	6,83	13 %	101 %	103 %	104 %
26/08/08	9,56	12 %	103 %	102 %	103 %
27/08/08	9,56	12 %	102 %	101 %	103 %
28/08/08	9,22	11 %	96 %	102 %	103 %
14/09/08	5,56	13 %	107 %	103 %	104 %
15/09/08	4,67	17 %	112 %	109 %	110 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
16/09/08	8,11	13 %	108 %	105 %	106 %
17/09/08	8,94	13 %	106 %	104 %	104 %
18/09/08	8,94	14 %	106 %	103 %	104 %
19/09/08	8,89	12 %	104 %	102 %	103 %
20/09/08	8,67	12 %	104 %	104 %	105 %
21/09/08	8,83	11 %	103 %	103 %	104 %
22/09/08	8,89	12 %	104 %	104 %	105 %
23/09/08	13,33	9 %	96 %	102 %	103 %
24/09/08	13,11	7 %	91 %	102 %	103 %
25/09/08	13,17	8 %	90 %	102 %	103 %
26/09/08	13,11	7 %	89 %	101 %	102 %
27/09/08	13,11	7 %	88 %	101 %	102 %
28/09/08	13,22	7 %	87 %	101 %	103 %
29/09/08	12,39	8 %	90 %	101 %	103 %
30/09/08	13,56	7 %	87 %	100 %	102 %
01/10/08	14,00	6 %	86 %	101 %	102 %
02/10/08	13,94	6 %	85 %	100 %	102 %
03/10/08	13,67	6 %	86 %	100 %	101 %
04/10/08	13,56	7 %	87 %	100 %	102 %
05/10/08	13,11	7 %	89 %	100 %	102 %
06/10/08	13,61	7 %	87 %	100 %	101 %
07/10/08	14,22	7 %	84 %	100 %	101 %
08/10/08	13,89	6 %	82 %	100 %	102 %
09/10/08	13,72	6 %	82 %	101 %	103 %
10/10/08	13,22	6 %	83 %	101 %	102 %
11/10/08	13,17	6 %	82 %	101 %	102 %
12/10/08	13,22	6 %	82 %	101 %	103 %
13/10/08	13,00	5 %	84 %	100 %	103 %
14/10/08	13,44	6 %	85 %	100 %	102 %
15/10/08	13,39	6 %	83 %	100 %	102 %
16/10/08	13,22	6 %	83 %	100 %	102 %
17/10/08	13,22	6 %	83 %	101 %	103 %
18/10/08	13,22	6 %	83 %	102 %	103 %
19/10/08	13,28	6 %	82 %	102 %	103 %
20/10/08	13,06	5 %	82 %	101 %	102 %
21/10/08	13,00	5 %	85 %	101 %	103 %
22/10/08	13,06	6 %	85 %	102 %	103 %
23/10/08	12,72	5 %	85 %	102 %	104 %
24/10/08	12,78	5 %	84 %	101 %	103 %
25/10/08	12,72	5 %	84 %	102 %	103 %
26/10/08	12,94	5 %	80 %	101 %	103 %
27/10/08	12,28	5 %	81 %	102 %	104 %
28/10/08	11,33	7 %	94 %	103 %	105 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
29/10/08	12,00	4 %	81 %	101 %	103 %
30/10/08	13,33	5 %	76 %	101 %	103 %
31/10/08	12,44	5 %	75 %	100 %	102 %
01/11/08	12,39	5 %	75 %	101 %	103 %
02/11/08	12,44	5 %	75 %	100 %	103 %
03/11/08	12,50	5 %	76 %	100 %	102 %
04/11/08	12,83	5 %	75 %	101 %	103 %
05/11/08	13,11	5 %	74 %	100 %	102 %
06/11/08	13,06	5 %	75 %	100 %	102 %
07/11/08	12,94	5 %	75 %	101 %	103 %
08/11/08	13,00	5 %	76 %	101 %	102 %
09/11/08	12,83	5 %	76 %	101 %	103 %
10/11/08	13,11	5 %	75 %	101 %	103 %
11/11/08	12,89	5 %	76 %	100 %	102 %
12/11/08	12,56	5 %	78 %	101 %	103 %
13/11/08	12,78	5 %	77 %	100 %	103 %
14/11/08	12,61	5 %	78 %	101 %	103 %
15/11/08	12,50	4 %	77 %	102 %	104 %
16/11/08	11,94	4 %	76 %	102 %	104 %
17/11/08	11,56	4 %	76 %	101 %	103 %
18/11/08	12,17	4 %	75 %	102 %	104 %
19/11/08	11,89	4 %	75 %	102 %	103 %
20/11/08	11,78	4 %	75 %	102 %	104 %
21/11/08	11,39	4 %	75 %	103 %	105 %
22/11/08	11,61	5 %	76 %	102 %	104 %
23/11/08	11,94	4 %	75 %	101 %	103 %
24/11/08	11,56	4 %	75 %	101 %	103 %
25/11/08	11,56	4 %	75 %	102 %	104 %
26/11/08	11,50	4 %	74 %	101 %	103 %
27/11/08	11,06	4 %	73 %	101 %	102 %
28/11/08	11,28	4 %	73 %	101 %	102 %
29/11/08	11,39	5 %	73 %	101 %	103 %
30/11/08	11,22	4 %	73 %	102 %	104 %
01/12/08	11,56	4 %	73 %	102 %	104 %
02/12/08	10,72	4 %	76 %	102 %	104 %
03/12/08	10,50	5 %	76 %	101 %	103 %
04/12/08	9,78	5 %	78 %	104 %	105 %
05/12/08	8,78	5 %	80 %	104 %	105 %
06/12/08	7,94	5 %	81 %	103 %	105 %
07/12/08	7,78	5 %	81 %	103 %	105 %
08/12/08	8,06	6 %	80 %	102 %	103 %
09/12/08	8,06	5 %	80 %	102 %	104 %
10/12/08	8,33	5 %	82 %	104 %	106 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
11/12/08	7,94	5 %	82 %	104 %	107 %
12/12/08	7,78	5 %	82 %	103 %	105 %
13/12/08	7,94	5 %	82 %	102 %	104 %
14/12/08	7,56	6 %	87 %	102 %	103 %
15/12/08	5,89	8 %	99 %	103 %	105 %
16/12/08	6,00	8 %	105 %	104 %	105 %
17/12/08	7,22	8 %	102 %	103 %	103 %
18/12/08	9,39	5 %	81 %	101 %	102 %
19/12/08	9,72	5 %	74 %	101 %	103 %
20/12/08	9,83	5 %	72 %	101 %	103 %
21/12/08	8,94	4 %	73 %	103 %	105 %
22/12/08	9,83	4 %	74 %	103 %	106 %
23/12/08	10,67	4 %	73 %	101 %	103 %
24/12/08	10,67	4 %	72 %	100 %	103 %
25/12/08	10,33	5 %	75 %	101 %	103 %
26/12/08	10,17	6 %	80 %	101 %	102 %
27/12/08	10,06	5 %	80 %	101 %	103 %
28/12/08	9,94	5 %	81 %	103 %	104 %
29/12/08	10,67	6 %	82 %	102 %	103 %
30/12/08	7,78	5 %	82 %	98 %	100 %
31/12/08	10,44	6 %	78 %	102 %	104 %
01/01/09	9,94	5 %	82 %	102 %	104 %
02/01/09	10,00	5 %	82 %	102 %	103 %
03/01/09	10,28	5 %	82 %	102 %	103 %
04/01/09	10,06	5 %	82 %	101 %	102 %
05/01/09	10,00	5 %	81 %	101 %	103 %
06/01/09	10,00	5 %	82 %	102 %	104 %
07/01/09	9,94	5 %	82 %	103 %	104 %
08/01/09	9,89	5 %	82 %	102 %	103 %
09/01/09	12,22	3 %	73 %	101 %	102 %
10/01/09	12,61	4 %	71 %	101 %	103 %
11/01/09	11,11	5 %	79 %	103 %	105 %
12/01/09	7,67	6 %	94 %	105 %	105 %
13/01/09	12,44	4 %	75 %	102 %	105 %
14/01/09	12,50	4 %	74 %	102 %	103 %
15/01/09	12,33	4 %	74 %	103 %	105 %
16/01/09	12,83	4 %	73 %	103 %	105 %
17/01/09	13,22	4 %	71 %	101 %	104 %
18/01/09	13,00	4 %	71 %	101 %	103 %
19/01/09	13,17	4 %	72 %	102 %	103 %
20/01/09	13,22	4 %	70 %	102 %	105 %
21/01/09	13,06	4 %	69 %	101 %	103 %
22/01/09	13,22	4 %	70 %	101 %	103 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
23/01/09	13,39	4 %	69 %	101 %	102 %
24/01/09	13,61	4 %	69 %	101 %	103 %
25/01/09	13,67	4 %	69 %	101 %	103 %
26/01/09	13,83	4 %	69 %	100 %	102 %
27/01/09	13,72	4 %	70 %	100 %	102 %
28/01/09	13,94	3 %	69 %	101 %	104 %
29/01/09	13,83	4 %	68 %	102 %	104 %
30/01/09	14,00	4 %	68 %	101 %	103 %
31/01/09	13,83	4 %	67 %	101 %	103 %
01/02/09	13,78	4 %	67 %	100 %	103 %
02/02/09	12,89	4 %	67 %	102 %	104 %
03/02/09	12,83	4 %	66 %	101 %	103 %
04/02/09	12,22	4 %	67 %	102 %	105 %
05/02/09	12,39	4 %	70 %	101 %	103 %
06/02/09	12,56	4 %	66 %	100 %	103 %
07/02/09	12,56	4 %	64 %	100 %	102 %
08/02/09	12,44	4 %	63 %	100 %	103 %
09/02/09	12,61	4 %	63 %	100 %	102 %
10/02/09	12,67	4 %	62 %	99 %	102 %
11/02/09	12,56	4 %	62 %	100 %	102 %
12/02/09	12,78	4 %	62 %	100 %	102 %
13/02/09	12,78	3 %	61 %	100 %	102 %
14/02/09	12,78	4 %	62 %	100 %	103 %
15/02/09	12,83	4 %	61 %	101 %	103 %
16/02/09	12,89	4 %	61 %	100 %	103 %
17/02/09	12,89	4 %	61 %	100 %	102 %
18/02/09	12,94	4 %	60 %	100 %	102 %
19/02/09	12,78	4 %	60 %	101 %	104 %
20/02/09	12,89	3 %	60 %	100 %	103 %
21/02/09	12,89	4 %	59 %	100 %	103 %
22/02/09	12,89	4 %	59 %	101 %	104 %
23/02/09	12,83	4 %	59 %	100 %	104 %
24/02/09	13,06	4 %	58 %	99 %	103 %
25/02/09	13,00	3 %	57 %	99 %	101 %
26/02/09	12,83	3 %	57 %	99 %	102 %
27/02/09	11,67	4 %	60 %	100 %	102 %
28/02/09	11,44	4 %	61 %	101 %	105 %
01/03/09	11,39	4 %	58 %	101 %	105 %
01/03/09	11,39	4 %	58 %	101 %	105 %
02/03/09	12,78	3 %	57 %	100 %	104 %
03/03/09	12,44	4 %	56 %	100 %	103 %
04/03/09	13,33	4 %	58 %	99 %	102 %
05/03/09	13,17	4 %	59 %	100 %	102 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
06/03/09	13,67	4 %	57 %	99 %	102 %
07/03/09	13,50	4 %	56 %	99 %	102 %
08/03/09	13,50	3 %	56 %	98 %	102 %
09/03/09	13,33	4 %	55 %	99 %	102 %
10/03/09	13,56	4 %	54 %	99 %	102 %
11/03/09	13,56	4 %	54 %	98 %	102 %
12/03/09	13,50	4 %	54 %	99 %	103 %
13/03/09	13,11	3 %	53 %	99 %	103 %
14/03/09	13,28	4 %	53 %	99 %	103 %
15/03/09	13,11	3 %	53 %	99 %	102 %
16/03/09	13,33	3 %	53 %	99 %	103 %
17/03/09	13,28	4 %	53 %	99 %	102 %
18/03/09	13,28	3 %	53 %	99 %	102 %
19/03/09	13,11	3 %	52 %	98 %	102 %
20/03/09	13,06	4 %	52 %	99 %	103 %
21/03/09	13,44	4 %	52 %	98 %	102 %
22/03/09	13,67	3 %	53 %	98 %	102 %
23/03/09	13,72	4 %	52 %	98 %	102 %
24/03/09	13,56	4 %	52 %	98 %	101 %
25/03/09	14,06	3 %	50 %	98 %	101 %
26/03/09	7,67	8 %	55 %	101 %	105 %
27/03/09	13,50	3 %	53 %	99 %	102 %
28/03/09	13,67	3 %	52 %	98 %	104 %
29/03/09	13,39	4 %	53 %	100 %	103 %
30/03/09	13,56	3 %	52 %	99 %	102 %
31/03/09	14,06	3 %	47 %	97 %	102 %
01/04/09	13,89	3 %	48 %	98 %	102 %
02/04/09	13,83	3 %	48 %	97 %	102 %
03/04/09	13,50	3 %	49 %	98 %	102 %
04/04/09	13,94	3 %	47 %	96 %	101 %
05/04/09	13,94	2 %	46 %	97 %	102 %
06/04/09	13,83	3 %	47 %	98 %	104 %
07/04/09	13,89	2 %	47 %	98 %	103 %
08/04/09	14,11	3 %	48 %	98 %	102 %
09/04/09	13,94	4 %	50 %	99 %	102 %
10/04/09	14,06	3 %	47 %	97 %	101 %
11/04/09	14,00	4 %	47 %	98 %	103 %
12/04/09	13,94	3 %	47 %	98 %	102 %
13/04/09	13,94	3 %	46 %	97 %	102 %
14/04/09	13,94	4 %	47 %	98 %	103 %
15/04/09	13,89	4 %	46 %	98 %	102 %
16/04/09	13,94	4 %	46 %	98 %	102 %
17/04/09	14,06	3 %	46 %	98 %	102 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
18/04/09	14,06	3 %	46 %	97 %	102 %
19/04/09	13,94	3 %	45 %	97 %	102 %
20/04/09	13,83	4 %	46 %	97 %	103 %
21/04/09	13,89	3 %	45 %	97 %	102 %
22/04/09	13,89	3 %	45 %	97 %	101 %
23/04/09	13,89	3 %	45 %	97 %	101 %
24/04/09	14,00	3 %	45 %	97 %	102 %
25/04/09	14,00	4 %	45 %	97 %	102 %
26/04/09	14,00	3 %	44 %	96 %	101 %
27/04/09	14,11	4 %	45 %	97 %	101 %
28/04/09	14,11	3 %	44 %	97 %	102 %
29/04/09	14,17	4 %	44 %	97 %	101 %
30/04/09	13,89	3 %	44 %	96 %	101 %
01/05/09	14,00	3 %	44 %	97 %	101 %
02/05/09	14,17	3 %	45 %	97 %	101 %
03/05/09	13,94	3 %	45 %	98 %	102 %
04/05/09	14,06	3 %	44 %	97 %	102 %
05/05/09	14,06	3 %	43 %	96 %	101 %
06/05/09	14,17	3 %	43 %	97 %	101 %
07/05/09	14,39	3 %	43 %	97 %	101 %
08/05/09	14,33	3 %	43 %	96 %	101 %
09/05/09	14,39	3 %	43 %	96 %	101 %
10/05/09	14,33	3 %	43 %	97 %	101 %
11/05/09	14,33	3 %	42 %	96 %	101 %
12/05/09	14,39	3 %	42 %	96 %	101 %
13/05/09	14,50	3 %	42 %	96 %	101 %
14/05/09	14,39	4 %	43 %	96 %	101 %
15/05/09	14,17	3 %	43 %	96 %	101 %
16/05/09	13,94	3 %	42 %	96 %	102 %
17/05/09	13,89	3 %	42 %	97 %	102 %
18/05/09	13,83	2 %	41 %	97 %	102 %
19/05/09	13,78	2 %	41 %	97 %	102 %
20/05/09	14,00	2 %	41 %	96 %	101 %
21/05/09	13,89	2 %	41 %	96 %	102 %
22/05/09	13,89	2 %	40 %	96 %	102 %
23/05/09	13,94	3 %	40 %	95 %	101 %
24/05/09	14,00	2 %	39 %	95 %	101 %
25/05/09	13,89	2 %	39 %	95 %	101 %
26/05/09	13,89	2 %	40 %	95 %	101 %
27/05/09	14,00	3 %	40 %	96 %	101 %
28/05/09	14,00	3 %	40 %	95 %	101 %
29/05/09	14,00	3 %	40 %	96 %	102 %
30/05/09	14,33	3 %	39 %	95 %	101 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
31/05/09	14,06	2 %	39 %	95 %	101 %
01/06/09	14,22	2 %	39 %	95 %	101 %
02/06/09	14,22	2 %	39 %	95 %	101 %
03/06/09	14,11	3 %	38 %	95 %	101 %
04/06/09	13,94	3 %	38 %	95 %	102 %
05/06/09	13,72	3 %	40 %	96 %	102 %
06/06/09	13,78	3 %	41 %	96 %	101 %
07/06/09	13,94	3 %	38 %	95 %	101 %
07/06/09	13,94	3 %	38 %	95 %	101 %
08/06/09	14,00	2 %	38 %	95 %	100 %
09/06/09	14,00	2 %	37 %	94 %	100 %
10/06/09	14,06	3 %	37 %	95 %	100 %
11/06/09	13,94	2 %	37 %	95 %	100 %
12/06/09	14,00	2 %	37 %	95 %	100 %
13/06/09	13,94	2 %	37 %	95 %	100 %
14/06/09	14,11	2 %	36 %	94 %	100 %
15/06/09	14,00	2 %	36 %	95 %	100 %
16/06/09	14,11	3 %	36 %	94 %	100 %
17/06/09	14,00	2 %	36 %	94 %	101 %
18/06/09	13,94	2 %	36 %	94 %	101 %
19/06/09	14,00	3 %	36 %	94 %	101 %
20/06/09	14,11	3 %	36 %	94 %	100 %
21/06/09	13,94	2 %	36 %	94 %	100 %
22/06/09	13,83	2 %	35 %	94 %	101 %
23/06/09	13,94	2 %	35 %	94 %	100 %
24/06/09	13,78	3 %	35 %	94 %	101 %
25/06/09	13,83	3 %	35 %	94 %	100 %
26/06/09	13,89	3 %	35 %	94 %	101 %
27/06/09	13,83	2 %	34 %	94 %	100 %
28/06/09	13,78	2 %	34 %	94 %	101 %
29/06/09	13,94	3 %	34 %	94 %	101 %
30/06/09	13,83	2 %	34 %	94 %	100 %
01/07/09	13,83	3 %	34 %	94 %	101 %
02/07/09	13,89	2 %	34 %	93 %	100 %
03/07/09	13,94	2 %	34 %	93 %	100 %
04/07/09	13,83	2 %	33 %	93 %	100 %
05/07/09	13,78	2 %	33 %	93 %	100 %
06/07/09	13,89	2 %	33 %	94 %	101 %
07/07/09	13,89	3 %	33 %	94 %	101 %
08/07/09	13,78	2 %	33 %	93 %	101 %
09/07/09	10,22	3 %	46 %	98 %	102 %
10/07/09	9,83	3 %	50 %	100 %	102 %
11/07/09	11,72	3 %	37 %	95 %	101 %

ES 2 617 910 T3

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
12/07/09	13,89	2 %	31 %	92 %	100 %
13/07/09	13,72	2 %	30 %	92 %	100 %
14/07/09	13,83	2 %	30 %	92 %	100 %
15/07/09	13,94	3 %	30 %	92 %	100 %
16/07/09	13,94	3 %	30 %	93 %	100 %
17/07/09	13,83	2 %	30 %	92 %	101 %
18/07/09	14,00	2 %	30 %	92 %	101 %
19/07/09	13,89	2 %	30 %	92 %	101 %
20/07/09	13,83	2 %	30 %	92 %	101 %
21/07/09	13,89	3 %	30 %	93 %	101 %
22/07/09	13,89	3 %	30 %	93 %	100 %
23/07/09	13,78	3 %	30 %	93 %	101 %
24/07/09	13,72	3 %	30 %	92 %	101 %
25/07/09	13,78	3 %	29 %	92 %	100 %
26/07/09	13,83	3 %	29 %	92 %	101 %
27/07/09	13,44	3 %	30 %	93 %	101 %
28/07/09	12,44	2 %	31 %	94 %	101 %
29/07/09	13,83	3 %	29 %	92 %	100 %
30/07/09	13,89	2 %	28 %	92 %	100 %
31/07/09	13,78	2 %	29 %	91 %	100 %
01/08/09	14,06	3 %	29 %	92 %	100 %
02/08/09	14,17	2 %	28 %	91 %	100 %
03/08/09	14,17	3 %	28 %	91 %	100 %
04/08/09	14,11	2 %	28 %	91 %	100 %
05/08/09	13,61	2 %	28 %	91 %	101 %
06/08/09	13,83	2 %	28 %	91 %	101 %
07/08/09	14,00	2 %	28 %	91 %	101 %
08/08/09	14,00	2 %	28 %	91 %	100 %
09/08/09	14,06	3 %	28 %	90 %	100 %
10/08/09	13,94	2 %	27 %	90 %	100 %
11/08/09	14,06	2 %	26 %	90 %	100 %
12/08/09	14,11	2 %	28 %	91 %	100 %
13/08/09	14,06	3 %	31 %	93 %	101 %
14/08/09	14,00	2 %	27 %	91 %	101 %
15/08/09	14,33	3 %	26 %	90 %	100 %
16/08/09	14,22	2 %	26 %	90 %	100 %
17/08/09	14,17	3 %	27 %	91 %	100 %
18/08/09	14,06	3 %	26 %	90 %	100 %
19/08/09	14,11	3 %	26 %	90 %	100 %
20/08/09	14,17	2 %	25 %	89 %	100 %
21/08/09	13,61	2 %	26 %	91 %	101 %
22/08/09	14,22	3 %	26 %	90 %	101 %
23/08/09	14,11	2 %	26 %	91 %	101 %

(continuación)

Fecha	Elevación de temperatura global °F	Elevación de temperatura TW n.º 1	Elevación de temperatura TW n.º 2	Elevación de temperatura TW n.º 3	Elevación de temperatura TW n.º 4
24/08/09	14,28	3 %	25 %	90 %	101 %
25/08/09	14,22	3 %	24 %	89 %	100 %
26/08/09	14,33	3 %	24 %	88 %	100 %
27/08/09	14,22	2 %	24 %	88 %	100 %
28/08/09	14,28	3 %	24 %	88 %	100 %
29/08/09	14,39	3 %	23 %	88 %	100 %
30/08/09	14,28	3 %	24 %	88 %	101 %
31/08/09	12,78	3 %	24 %	88 %	100 %
01/09/09	14,22	2 %	25 %	90 %	102 %
02/09/09	14,33	3 %	23 %	88 %	101 %
03/09/09	14,28	3 %	23 %	88 %	101 %
04/09/09	14,11	2 %	23 %	88 %	100 %
05/09/09	14,00	2 %	23 %	88 %	100 %
06/09/09	14,06	2 %	23 %	88 %	100 %
07/09/09	14,06	2 %	23 %	87 %	100 %
08/09/09	14,11	3 %	22 %	87 %	100 %
09/09/09	14,11	3 %	22 %	86 %	100 %
10/09/09	14,06	2 %	21 %	86 %	100 %
11/09/09	14,11	3 %	21 %	86 %	100 %
12/09/09	14,17	3 %	21 %	86 %	100 %
13/09/09	14,17	3 %	21 %	85 %	100 %

Se usan diversos términos en el presente documento, hasta el grado en que un término usado en pero no definido en el presente documento, debe darse la definición más amplia que las personas de la técnica pertinente han dado al término como se refleja en publicaciones impresas y en patentes enviadas.

- 5 El término "actividad" se refiere al peso de producto producido por peso del catalizador usado en un procedimiento por hora de reacción en un conjunto convencional de condiciones (por ejemplo, gramos de producto/gramo de catalizador/h).

El término "alquilo" se refiere a un grupo funcional o cadena lateral que consiste solamente en átomos de carbono y de hidrógeno de uniones sencillas, por ejemplo un grupo metilo o etilo.

- 10 El término "alquilación" se refiere a la adición de un grupo alquilo a otra molécula.

El término "conversión" se refiere al porcentaje de entrada convertida.

La frase "catalizador desactivado" se refiere a un catalizador que ha perdido suficiente actividad catalítica para ya no ser eficaz en un procedimiento especificado.

- 15 La frase "corriente de suministro de alto veneno" se refiere a una corriente de suministro que contiene típicamente impurezas que desactivan un catalizador en cantidades que varían de 10 ppb a 100 ppb o más y pueden mediar típicamente de 20 ppb a 40 ppb.

La frase "tamiz molecular" se refiere a un material que tiene una estructura fija de red abierta, normalmente cristalina, que puede usarse para separar hidrocarburos u otras mezclas por oclusión selectiva de uno o más de los constituyentes, o puede usarse como un catalizador en un procedimiento de conversión catalítica.

- 20 El término "reciclaje" se refiere a devolver una salida de un sistema como entrada bien al mismo sistema o bien a otro sistema dentro de un procedimiento. La salida puede reciclarse al sistema de cualquier manera conocida por un experto en la materia, por ejemplo, combinando la salida con la corriente de entrada o directamente suministrando la salida al sistema. Además, pueden suministrarse múltiples corrientes de entrada a un sistema de cualquier manera conocida por un experto en la materia.

La frase “catalizador regenerado” se refiere a un catalizador que ha re-ganado suficiente actividad para ser eficaz en un procedimiento especificado. Tal eficacia se determina por parámetros de procedimiento individual.

5 El término regeneración se refiere a un procedimiento para renovar la actividad del catalizador y/o hacer un catalizador reusable después de que su actividad haya alcanzado un nivel inaceptable. Los ejemplos de tal regeneración pueden incluir pasar vapor sobre un lecho catalítico o quemar el residuo de carbono, por ejemplo.

El término “transalquilación” se refiere a la transferencia de un grupo alquilo de una molécula aromática a otra.

10 El término “zeolita” se refiere a un tamiz molecular que contiene una red cristalina de silicato, normalmente en asociación con algún aluminio, boro, galio, hierro y/o titanio, por ejemplo. En el siguiente análisis y a través de toda esta divulgación, las frases tamiz molecular y zeolita se usarán más o menos intercambiabilmente. Un experto en la materia reconocerá que las enseñanzas con respecto a las zeolitas también son aplicables a la clase de materiales más general llamada tamices moleculares.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de producción de un alquilaromático por la alquilación de un aromático con un agente alquilante, comprendiendo el procedimiento:
- 5 proporcionar al menos una zona de reacción que contiene un catalizador de H-beta zeolita, en el que la al menos una zona de reacción comprende al menos un reactor de alquilación preliminar y al menos un reactor de alquilación primario corriente abajo del reactor de alquilación preliminar, en el que el catalizador de H-beta zeolita está contenido en el reactor de alquilación preliminar y un catalizador distinto del catalizador de H-beta zeolita está contenido en el reactor de alquilación primario;
- 10 introducir una corriente de suministro que comprende un aromático y un agente alquilante a la zona de reacción, en el que la corriente de suministro incluye además venenos catalíticos, que son compuestos de nitrógeno; y hacer reaccionar al menos una porción del aromático en condiciones de alquilación para producir un alquilaromático.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la corriente de suministro comprende además dichos venenos catalíticos que median al menos 5 ppb.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la corriente de suministro comprende además dichos venenos catalíticos que median al menos 30 ppb.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la corriente de suministro comprende además dichos venenos catalíticos que median al menos 75 ppb.
- 20 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la cantidad de catalizador H-beta en la al menos una zona de reacción es al menos 1360 kg.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la cantidad de catalizador H-beta en la al menos una zona de reacción está entre 1360 kg y 22.700 kg en dicho primer sistema de alquilación preliminar.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la producción de alquilaromáticos es al menos 0,22 millones de kilos al día.
- 25 8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el alquilaromático es etilbenceno, el aromático es benceno y el agente alquilante es etileno.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer sistema de alquilación preliminar tiene un tiempo de ejecución de al menos 6 meses antes de la regeneración.
- 30 10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer sistema de alquilación preliminar tiene un tiempo de ejecución de al menos 12 meses antes de la regeneración.
11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer sistema de alquilación preliminar tiene un tiempo de ejecución de al menos 18 meses antes de la regeneración.
12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el catalizador de H-beta zeolita en el primer sistema de alquilación preliminar puede regenerarse *in situ*.
- 35 13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer sistema de alquilación preliminar puede omitirse para la regeneración de catalizador sin poner el al menos un reactor de alquilación primario fuera de servicio.
14. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el reactor de alquilación primario experimenta una disminución en la desactivación catalítica cuando el reactor de alquilación preliminar está en servicio.
- 40 15. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el reactor de alquilación primario no experimenta desactivación catalítica cuando el reactor de alquilación preliminar está en servicio.
16. El procedimiento de la reivindicación 1 que es un procedimiento para producir etilbenceno a partir de una corriente de suministro de alto veneno por la alquilación de benceno con etileno, comprendiendo el procedimiento:
- 45 introducir una corriente de suministro que comprende benceno y etileno a la zona de reacción, conteniendo la corriente de suministro al menos 10 ppb de venenos; y hacer reaccionar al menos una porción del benceno con etileno en condiciones de alquilación para producir etilbenceno.
17. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que el catalizador H-beta tiene una tasa de desactivación de no más de 13,6 kg de catalizador por 0,45 millones de kilos de etilbenceno producido.

18. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que el catalizador H-beta tiene una tasa de desactivación de no más de 4,54 kg de catalizador por 0,45 millones de kilos de etilbenceno producido.
19. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que el catalizador H-beta tiene una tasa de desactivación de no más de 1,13 kg de catalizador por 0,45 millones de kilos de etilbenceno producido.
- 5 20. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que la cantidad de catalizador en la al menos una zona de reacción es de 1360 a 3180 kg y produce más de 454 millones de kg de etilbenceno antes de la regeneración del catalizador.
- 10 21. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que la cantidad de catalizador en la al menos una zona de reacción es de 4540 a 5440 kg y produce más de 908 millones de kg de etilbenceno antes de la regeneración del catalizador.
- 15 22. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que la cantidad de catalizador en la al menos una zona de reacción es de 9070 a 9980 kg y produce más de 1816 millones de kg de etilbenceno antes de la regeneración del catalizador.
23. El procedimiento de la reivindicación 1 que es un procedimiento para producir etilbenceno a partir de una corriente de suministro de alto veneno por la alquilación de benceno con etileno, comprendiendo el procedimiento:
- proporcionar dicha al menos una zona de reacción, que contiene 9070 a 1130 kg de catalizador de H-beta zeolita;
- 20 introducir una corriente de suministro de alto veneno que comprende benceno que contiene al menos 10 ppb de venenos y etileno a la al menos una zona de reacción en cantidades que median al menos 7,26 millones de kg de benceno al día;
- hacer reaccionar al menos una porción del benceno con etileno en condiciones de alquilación para producir etilbenceno que media al menos 3,18 millones de kg por día, para un tiempo de ejecución acumulativo de 6 meses para producir un total de al menos 554 millones de kg de etilbenceno;
- 25 en el que la desactivación del catalizador es menos del 20 % de la carga total de catalizador de H-beta zeolita al final de la ejecución.

FIG. 1

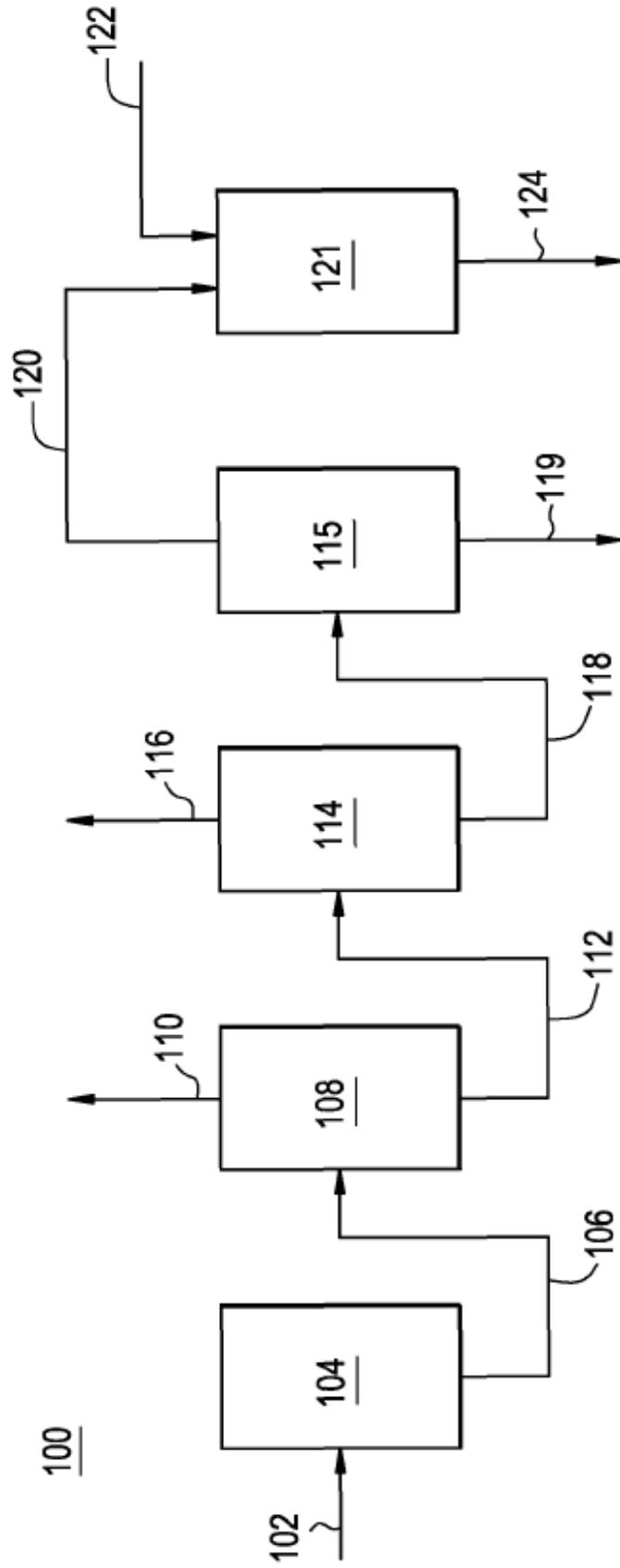


FIG. 2

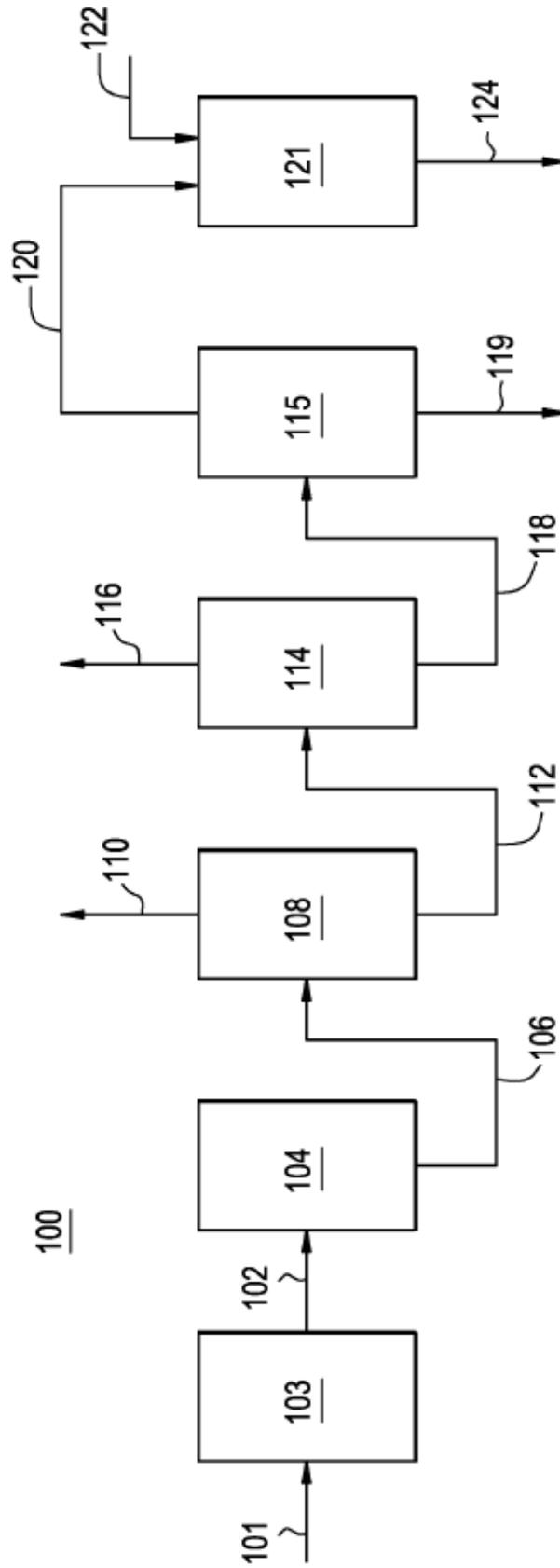


FIG. 3

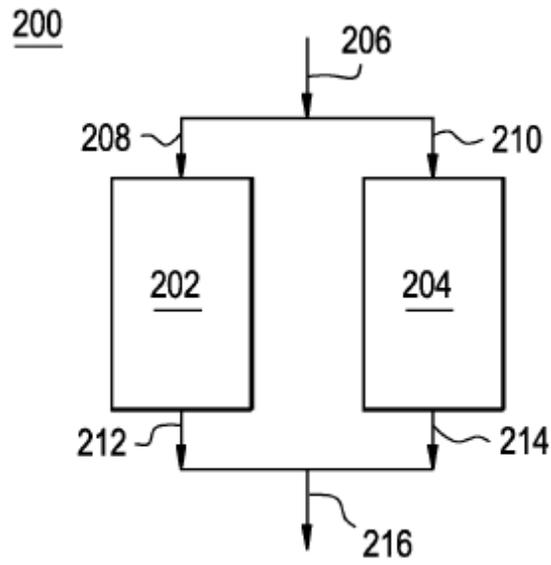


FIG. 4

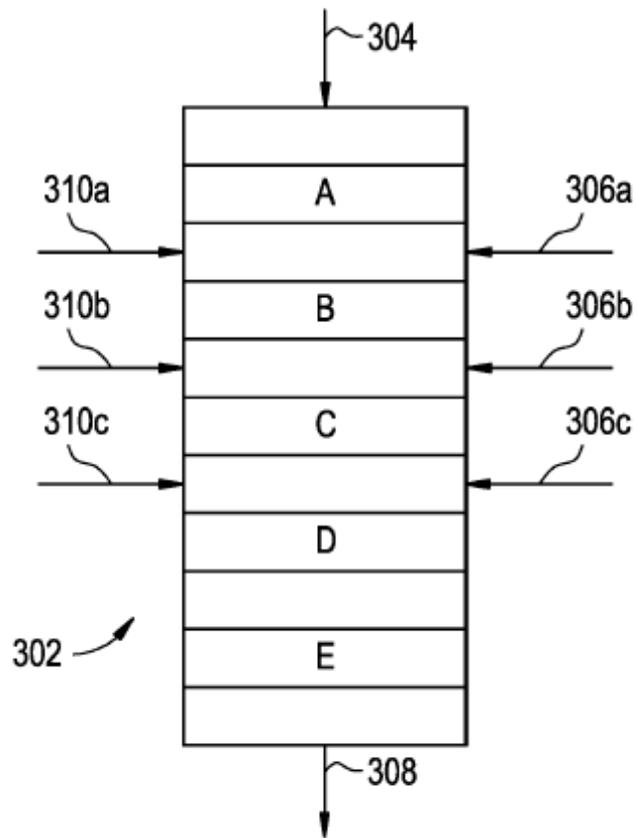


FIG. 5

