

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 142**

51 Int. Cl.:

**C07C 409/10** (2006.01)

**C07C 407/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.2009 PCT/EP2009/009122**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.06.2010 WO10069586**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2009 E 09795716 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017 EP 2379495**

54 Título: **Mejora de la oxidación de cumeno**

30 Prioridad:

**17.12.2008 EP 08171942**

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

**03.07.2017**

73 Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)  
IZD Tower, Wagramerstrasse 17-19  
1220 Vienna, AT**

72 Inventor/es:

**PUROLA, VELI-MATTI y  
MANNERLA, ANJA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

Observaciones :

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

**ES 2 621 142 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

Mejora de la oxidación de cumeno

5 Antecedentes de la invención

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a un proceso para la oxidación de cumeno a hidroperóxido de cumeno, en el que se ha mejorado la selectividad.

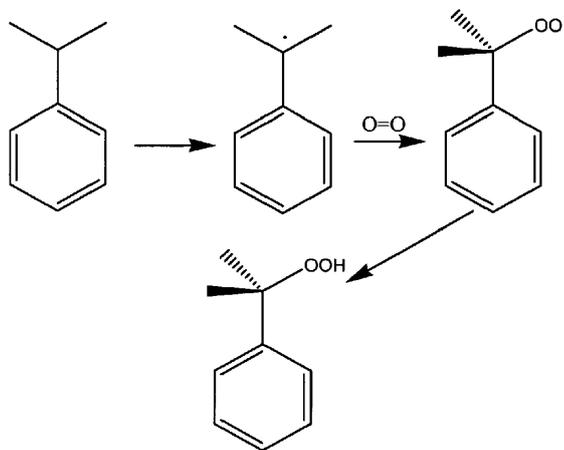
Descripción de la técnica relacionada

15 El fenol se fabrica comúnmente mediante un procedimiento de cumeno, en el que el cumeno se oxida a hidroperóxido de cumeno (CHP) y la mezcla de productos de oxidación resultante se concentra y se somete a una reacción de escisión. Posteriormente, la mezcla de productos de escisión se conduce a una sección de destilación, en la que los principales productos de la reacción de escisión, es decir, el fenol y la acetona, se separan primero y luego se purifican mediante una serie de etapas de destilación u otras etapas de purificación.

20 En el estado de la técnica, la oxidación de cumeno se lleva a cabo generalmente usando un llamado procedimiento de oxidación en húmedo, en el que la oxidación tiene lugar en solución con la ayuda de una solución acuosa de, por ejemplo, un carbonato. Cada vez están siendo más comunes los procedimientos de oxidación en seco, donde los únicos compuestos introducidos en la mezcla de reacción son el material de partida (cumeno) y el gas de oxidación.

25 Una desventaja de los procedimientos en húmedo es que requieren, entre otras cosas, una etapa de eliminación del carbonato y neutralización de la mezcla oxidada acuosa, que se ha vuelto alcalina por el carbonato, antes de poder concentrar el producto de oxidación (CHP).

30 La oxidación de cumeno en fase líquida se explica en términos de un mecanismo de radicales por Kazuo Hattori et al. en Journal of Chemical Engineering of Japan, vol. 3, no. 1, (1970), p. 72-78. Los principales productos secundarios formados en la oxidación son acetofenona y carbinol. Se cree generalmente que el proceso sigue el siguiente esquema



35 La formación de acetofenona (AcPh) es problemática, ya que no se separa de la mezcla de productos aguas abajo de la oxidación. El carbinol (particularmente alcohol dimetilbencílico, DMBA) se recupera parcialmente convirtiéndolo en  $\alpha$ -metilestireno (AMS) y por la posterior hidrogenación de AMS en cumeno. Sin embargo, el AMS como tal es una fuente de productos pesados, tales como dímeros de AMS, que no se recuperan aguas abajo.

40 La selectividad del hidroperóxido de cumeno normalmente se calcula en una base molar a partir de la oxidación de productos de cumeno:

$$\text{CHP} / (\text{CHP} + \text{AcPh} + \text{DMBA} + 2\text{DCP})$$

45 (DCP = peróxido de dicumilo.) Valores típicos para la selectividad total en la oxidación están en el intervalo del 92-94 %.

50 Los parámetros de operación y el diseño de la oxidación, tales como la presión, la temperatura, la concentración de CHP, el tiempo de residencia, el número de reactores, el tratamiento de las corrientes de recirculación, el tratamiento

de los gases de escape y la refrigeración de los reactores, tienen un efecto sobre la selectividad. Así, es importante la correcta selección de estos parámetros. También es importante que las alimentaciones de cumeno y, por ejemplo, aire, sean apropiadamente tratadas para eliminar inhibidores, tales como fenol, AMS, azufre y dióxido de carbono, u otras impurezas, tales como ácidos inorgánicos o bases o compuestos generadores de radicales libres, ya que estas impurezas pueden producir la descomposición prematura del CHP recién formado. Esta descomposición prematura puede producirse, por ejemplo, por las impurezas que reducen la temperatura a la que se descompone el CHP. La presencia de estas impurezas puede también conducir a un mecanismo de descomposición diferente no deseable, conduciendo así a la formación de otras impurezas.

La oxidación de cumeno en hidroperóxido de cumeno (CHP) ha sido minuciosamente descrita en el estado de la técnica (como en los documentos GB 1006319, JP 4305564, JP 2000290249, JP 2000302752 y JP 2003231674), pero todavía existe la necesidad de mejorar más el proceso, ya que cada cambio en un parámetro de proceso puede tener un efecto significativo sobre los otros, causando así un cambio significativo para la calidad y cantidad de producto. Por ejemplo, una disminución de la velocidad de reacción puede ser compensada por un aumento en la temperatura, mientras que una temperatura más alta produce un aumento en la descomposición de CHP. Además, el producto de descomposición de CHP, fenol, producirá una disminución en la velocidad de reacción incluso en pequeñas concentraciones, tales como de un nivel de 10 ppm, por ejemplo un nivel de 10-100 ppm. La formación de acetofenona, por otra parte, producirá una disminución en el pH y un aumento en la descomposición de fenol.

Se han intentado mejoras en el estado de la técnica, por ejemplo, colocando los reactores de oxidación a elevaciones reducidas, como en el documento JP 2000290249, por lo que se elimina la necesidad de bombas u otros medios similares para mover la mezcla de la reacción de oxidación de un reactor al siguiente, o haciendo la capacidad de los reactores de oxidación más pequeña uno a uno, como en el documento JP 2000302752, por lo que la velocidad de reacción será la más alta en el primer reactor. En el documento JP 2003231674 se ha intentado optimizar la reacción de oxidación limitando la velocidad del gas que contiene oxígeno burbujeado a través de un reactor de oxidación. El documento EP 0816335 describe un proceso de oxidación en húmedo en el que se inyecta amoníaco en la reacción para neutralizar los subproductos de ácido orgánico e inhibir su formación.

Sumario de la invención

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un proceso mejorado para la oxidación de cumeno.

Particularmente, es un objetivo de la presente invención proporcionar un proceso de oxidación en el que los parámetros de proceso están seleccionados para dar una selectividad más alta hacia CHP en comparación con el estado de la técnica.

Así, visto desde un aspecto, la invención proporciona un proceso de oxidación de cumeno a hidroperóxido de cumeno usando un gas que contiene oxígeno, proceso que comprende

- conducir una alimentación de cumeno y una alimentación de gas que contiene oxígeno a al menos el primer reactor de oxidación en una serie de 3-8 reactores, formando así una mezcla de oxidación, y
- conducir la mezcla de oxidación de un reactor de oxidación a al menos un reactor posterior en la serie,

en el que

- los reactores son operados con niveles de líquido reducidos;
  - la oxidación es operada como una oxidación en seco, por lo que las únicas alimentaciones conducidas a los reactores de oxidación son la alimentación de cumeno y la alimentación de gas que contiene oxígeno,
  - la presión dentro de cada reactor de oxidación está en el intervalo de 0-10 barg,
  - los gases de escape de la sección superior de cada reactor de oxidación se separan y se enfrían, por lo que se forma un condensado que contiene cumeno sin reaccionar;
  - se lava el condensado y al menos una parte se recircula a al menos el primer reactor de oxidación;
  - se tratan los gases de escape no condensados en un oxidador térmico; y
  - el primer reactor en la serie de reactores de oxidación tiene una reserva de líquido del 30-300 % mayor que en los reactores restantes, preferentemente del 50-100 %, o los dos primeros reactores en la serie de reactores de oxidación tienen una reserva de líquido del 30-300 % mayor que en los reactores restantes, preferentemente del 50-100 %;
- el primer reactor o los dos primeros reactores son mayores que los otros reactores;
- reactor(es) con la mayor reserva de líquido son del mismo tamaño; y
- reactor(es) con menor reserva de líquido son del mismo tamaño.

En la presente invención, selección de parámetros de proceso significa seleccionar y determinar la combinación de parámetros que da la mejor selectividad posible en un proceso de oxidación según la presente invención.

La presente invención se refiere a un proceso de oxidación de cumeno en hidroperóxido de cumeno usando un gas que contiene oxígeno tal como aire. La invención también se refiere a un aparato adecuado para dicha oxidación.

Se obtienen ventajas considerables por medio de la invención. Así, la presente invención proporciona un proceso de oxidación, en el que la selectividad total de la oxidación de cumeno en CHP ha sido mejorada a más del 94 %, preferentemente más del 94,5 %.

5 Además, no se necesitan lechos de carbono para tratar los gases de escape conducidos de los reactores de oxidación. Éstos se requieren, por ejemplo en procedimientos de oxidación a baja presión para prevenir la pérdida de productos o materiales de partida.

10 A continuación, la invención se describirá más detenidamente con referencia a los dibujos adjuntos y la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

15 La Figura 1 representa el proceso y el aparato según una realización preferida de la presente invención, para oxidar cumeno a hidroperóxido de cumeno usando aire.

Descripción detallada de la invención

20 La presente invención se refiere a un proceso de oxidación de cumeno a hidroperóxido de cumeno usando un gas que contiene oxígeno tal como aire. La alimentación de gas que contiene oxígeno es preferentemente aire, por ejemplo aire industrial. Sin embargo, puede usarse un gas de oxígeno más concentrado. El contenido de oxígeno del gas que contiene oxígeno puede ser de hasta el 100 %, preferentemente aproximadamente del 22-80 % de oxígeno. Los otros componentes de la alimentación de gas que contiene oxígeno deben ser gases inertes, normalmente nitrógeno. En una realización preferida, se usa aire sin modificación (es decir, sin enriquecimiento de oxígeno),  
25 aparte de los procedimientos de limpieza/ purificación documentados más adelante. El gas que contiene oxígeno puede conducirse en cada reactor de oxidación en una serie de 3-6 reactores, preferentemente 5-6 reactores

30 No necesitan añadirse otros gases a los reactores en la presente invención y esto forma una característica de la invención, es decir, que la única alimentación gaseosa a los reactores en la invención es el gas que contiene oxígeno.

El proceso de la invención comprende conducir cumeno a al menos el primer reactor en la serie. Normalmente, esta alimentación de cumeno es bastante pura y esencialmente contiene cumeno y cantidades menores de impurezas. Preferentemente, por tanto, esta alimentación es al menos el 95 % en peso de cumeno, preferentemente al menos el  
35 99 % en peso de cumeno. Puede contener cumeno recirculado como se explica en más detalle más adelante o el cumeno recirculado puede ser alimentado por separado al primer (u otros) reactores en la serie. Esta alimentación de cumeno es preferentemente una alimentación líquida. Mientras que esta alimentación de cumeno fresco puede ser alimentada a más de un reactor en la serie, es especialmente preferido si el cumeno fresco (es decir, cumeno que no es parte de la mezcla de oxidación) se alimenta al primer reactor solo.

40 Junto con el cumeno, también se alimenta un gas que contiene oxígeno a al menos el primer reactor en la serie para así formar una mezcla de oxidación. La alimentación de cumeno y la alimentación de gas que contiene oxígeno se alimentan preferentemente por separado.

45 Una vez se forma la mezcla de oxidación en el primer reactor, se forma CHP. Esa parte de la mezcla de oxidación que es desplazada por el líquido que se alimenta en un reactor se conduce entonces del primer reactor a al menos un reactor posterior, preferentemente el siguiente en la serie. Está dentro del alcance de la invención, sin embargo, que la mezcla de oxidación se divida y se alimente a uno o más reactores posteriores. También está dentro del alcance de la invención que algunas transferencias se produzcan en serie y algunas transferencias se dividan y se  
50 alimenten a diferentes reactores.

Así, los reactores pueden disponerse en paralelo o en serie o una mezcla de los mismos. Aparte de en el último reactor, la mezcla de oxidación de un reactor debe transferirse a al menos un reactor aguas abajo en la serie. La mezcla de oxidación de cada reactor se transfiere preferentemente a al menos el siguiente reactor aguas abajo del mismo en la serie.  
55

Los reactores en el proceso de la invención están preferentemente conectados solo en serie de manera que la mezcla de oxidación pase de un reactor al siguiente en la serie. Se apreciará que el proceso de la invención se ejecute continuamente, por lo que siempre habrá nuevo material de alimentación que entra y material reaccionado que abandona el reactor.  
60

Así, a cada reactor posterior en la serie (es decir, no el primero), el material se transfiere preferentemente desde el reactor previo. Así, una alimentación líquida que comprende cumeno sin reaccionar, su producto de oxidación e impurezas se alimenta preferentemente de reactor a reactor en la serie como la mezcla de oxidación. Así, mientras que el cumeno se transfiere formalmente a cada reactor en la serie, es preferentemente solo el primer reactor el que tiene una alimentación de cumeno dedicada y preferentemente esencialmente pura. A todos los otros reactores,  
65

cualquier cumeno se añade preferentemente solo como una parte sin reaccionar de la mezcla de oxidación de transferencia y que no se considera una "alimentación de cumeno" en el presente documento.

5 Se apreciará que la cantidad de cumeno en la mezcla de oxidación se reducirá a medida que la mezcla de oxidación pase de reactor a reactor, ya que más cumeno se convierte en CHP y se elimina más de los gases superiores. A medida que la reacción avanza, por tanto, cada mezcla de transferencia contiene preferentemente menos cumeno y más CHP que la mezcla de transferencia previa.

10 Un gas que contiene oxígeno también se alimenta, preferentemente a la sección de fondo, de cada reactor de oxidación, en la serie de 3-8 reactores, manteniendo así una mezcla de oxidación en cada reactor. A diferencia del cumeno, por tanto, se añade preferentemente gas que contiene oxígeno fresco a cada reactor en la serie. La alimentación de la mezcla de oxidación y la alimentación de gas que contiene oxígeno se alimentan preferentemente por separado.

15 La mezcla de oxidación final puede recogerse del último reactor de oxidación en la serie mediante una salida.

20 El gas que contiene oxígeno se lava antes de uso. Idealmente, esto se logra usando primero una solución cáustica diluida, por ejemplo una solución que tiene un pH de 8-12, preferentemente 10-12, con el fin de eliminar todas las trazas de ácido, tales como  $\text{SO}_2$  y  $\text{CO}_2$ . Puede entonces usarse agua con el fin de eliminar cualquier traza cáustica.

El tiempo de residencia típico en los reactores es 1-4 horas.

25 Los reactores son operados con niveles de líquido reducidos, por lo que la fuerza impulsora para pasar la mezcla de oxidación de un reactor al siguiente es la gravedad. Esto minimiza el uso de bombas que es económico en términos de consumo de energía, pero también reduce la cantidad de calor presente y de ahí la descomposición de CHP.

30 En el contexto de la presente invención, el término "niveles de líquido reducidos" significa que la superficie superior de la mezcla de oxidación baja en cada reactor de oxidación siguiendo al primero. El término no pretende limitar la forma en la que los reactores están colocados, aunque los reactores pueden colocarse a alturas reducidas con respecto al suelo o con respecto al nivel del mar. El término niveles de líquido reducidos no significa, por tanto, que esté presente menos mezcla de oxidación, solo que la superficie superior de la mezcla de oxidación está más baja con respecto al nivel del mar que el oxidador previo.

35 Esto también puede lograrse aumentando el diámetro del reactor para aumentar el volumen, etc.

40 El número de reactores es 3-8, preferentemente 3-6, lo más preferentemente 5-6. Como se observa anteriormente, son operados con niveles de líquido reducidos, y preferentemente también están colocados a elevaciones reducidas. Así, el primer reactor tiene el nivel de líquido más alto, y está preferentemente colocado a la elevación más alta, mientras que el último tiene el nivel de líquido más bajo, y está preferentemente colocado en la elevación más baja (en comparación con el nivel del mar). Así, la fuerza impulsora del líquido es la gravedad y no se requieren bombas para conducir la mezcla de oxidación de un reactor al siguiente. Esto produce un tiempo de residencia minimizado de la mezcla de oxidación en los reactores, y ninguna entrada de calor de ninguna bomba afecta las condiciones de operación.

45 La oxidación es operada como una oxidación en seco, es decir, ninguna fase acuosa que contiene componente alcalino tal como carbonato sódico se añade por separado a los reactores de oxidación.

50 Los reactores son todos preferentemente operados a una presión de 0-10 barg. Según una realización preferida, la oxidación es operada a una presión por encima de la presión atmosférica, por ejemplo 1,0 a 8,0 barg, preferentemente a una presión de 2,0-8,0 barg, más preferentemente 2,5-6,0 barg, lo más preferentemente 3,0-4,5 barg. Una presión más baja de la presión atmosférica podría producir una pérdida de algo de cumeno sin oxidar con los gases de escape al oxidador térmico. Estas presiones están presentes, por tanto, en cada reactor en la serie.

55 Se apreciará, sin embargo, que no hay requisito de operar todos los reactores a la misma presión. Opcionalmente, puede usarse una presión más alta en el primer reactor que en los siguientes. Así, el primer reactor podría ser operado a una presión de 4,5-5,5 barg, mientras que los siguientes reactores podrían ser operados a una presión de 3,5-4,5 barg.

60 En una realización, el primero de los reactores tiene una reserva de líquido más grande que los otros, con una diferencia del 30-300 % superior a la reserva regular, preferentemente con una diferencia del 50-100 %. Esto es debido a la baja concentración de CHP en el primer reactor, que podría aprovecharse de una reserva más grande. La reacción de oxidación tiene una selectividad más alta a concentraciones de CHP más bajas debido a menos reacciones secundarias que implican al CHP. Usando un primer reactor más grande (y opcionalmente segundo) reactor se produce más CHP a una selectividad más alta y el tiempo de residencia puede mantenerse más bajo en los reactores posteriores donde tienen lugar más reacciones secundarias.

65

Según otra realización preferida, los dos primeros de los reactores tienen una reserva de líquido más grande que los otros, con una diferencia del 30-300 % más de la reserva regular (es decir, el promedio de los otros reactores), preferentemente con una diferencia del 50-100 %.

5 El primero o los dos primeros reactores en la serie son mayores que los otros reactores. Reactores con las mayores reservas son del mismo tamaño. Los reactores con menores reservas de líquido son todos del mismo tamaño.

10 La temperatura generalmente disminuye cuando se va aguas abajo desde el primer reactor. Así, el primer reactor es operado a la temperatura más alta y el último reactor es operado a la temperatura más baja. La temperatura de operación es 90-115 °C, preferentemente 95-110 °C. Como la oxidación es una reacción exotérmica, los reactores que siguen al primero pueden requerir refrigeración externa, mientras que el primer reactor puede requerir calentar al nivel de temperatura requerido, que puede tener lugar, por ejemplo, calentando la alimentación de cumeno o calentando las corrientes de circulación con vapor.

15 Según una realización preferida, la temperatura de operación es 95-115 °C cuando el número de reactores es seis, mientras que es 96-110 °C cuando el número de reactores es tres.

20 Según la presente invención, la concentración de CHP a la salida del último reactor de oxidación es del 22-32 %, preferentemente del 24-28 %.

25 Los gases de escape de cada reactor se separan de la mezcla de oxidación en la parte superior de cada reactor. Los gases de escape normalmente se combinan y se enfrían, por lo que se forma un condensado que contiene cumeno sin reaccionar. Este condensado puede lavarse y recircularse, mientras que los gases de escape no condensados se tratan, por ejemplo en un oxidador térmico. El oxidador térmico descompone cualquier gas peligroso a una alta temperatura para permitir su liberación en la atmósfera.

30 El cumeno que queda sin oxidar después de pasar el último reactor de oxidación se separa del CHP. Idealmente, se recircula algo o todo el cumeno separado que va a usarse como una alimentación de cumeno para la reacción de oxidación. El cumeno recirculado normalmente se lava antes de volver a los reactores. Este cumeno recirculado se lava preferentemente usando primero una solución cáustica (es decir, básica), que preferentemente contiene 0,2 al 2,0 % en peso de NaOH, más preferentemente aproximadamente 0,5 % en peso de NaOH en % en peso, con el fin de purificarlo de ácidos, fenol y metanol, y luego agua con el fin de purificarlo de trazas cáusticas.

35 Asimismo, los condensados formados a partir de los gases de escape se combinan y se lavan usando primero una solución cáustica, que preferentemente contiene 0,2 al 2,0 % en peso de NaOH, más preferentemente aproximadamente el 0,5 % en peso de NaOH, con el fin de purificarlos de contaminantes que comprenden ácidos, fenol y metanol, y posteriormente usando agua, con el fin de purificarlos de cáustico en exceso, fenol y metanol. Estos procesos de lavados se llevan a cabo lo más preferentemente como se describe en la solicitud de patente europea N.º 07150215.

40 El cumeno recirculado puede ser alimentado de nuevo en el primer reactor (todos los reactores o algunos reactores, etc.) junto con cumeno fresco o simplemente como una alimentación que contiene solo cumeno recirculado. Así, puede haber una alimentación de recirculación de cumeno separada o el cumeno recirculado puede mezclarse con la alimentación de cumeno principal. Es preferible lo último.

45 El aparato de la presente invención contiene preferentemente las siguientes partes (Fig. 1)

- 1 reactores de oxidación
- 2 burbujeadores de aire
- 50 3 condensadores
- 4 oxidador térmico
- 5 lavador de aire de dos etapas
- 6 unidad de purificación de cumeno
- 55 7 concentrador

60 Así, el aparato contiene una serie de 3-8 reactores de oxidación 1, que son operados con niveles de líquido reducidos de manera que el primer reactor tiene el nivel de líquido más alto y el último tiene el nivel de líquido más bajo, por lo que la fuerza impulsora de líquido para pasar la mezcla de oxidación de un reactor al siguiente es la gravedad, un burbujeador de aire 2 en cada reactor 1 para distribuir uniformemente el aire conducido en el reactor 1, serpentines de refrigeración internos para refrigerar la mezcla de oxidación (no mostrados en la Figura 1), uno o más condensadores 3 conectados a la sección superior de los reactores 1, para condensar los gases de escape, y un oxidador térmico 4 conectado al (a los) condensador(es) 3 para tratar los gases de escape no condensados. Puede proporcionarse un condensador separado 3 para cada reactor de oxidación 1, pero preferentemente los gases de escape se combinan, y posteriormente se conducen a un único condensador 3 para la condensación combinada.

65

Según una realización preferida de la presente invención, el aparato comprende además un lavador de aire de dos etapas 5 para purificar el gas que contiene oxígeno, por ejemplo aire, que va a conducirse a los reactores 1, además de una unidad de purificación de cumeno 6 para purificar el material de partida de cumeno.

5 Después de conducirse la mezcla de reacción a través de los reactores de oxidación 1, se conduce a un concentrador 7 para eliminar el cumeno sin reaccionar y algunos subproductos e impurezas y, así concentrar el CHP de la mezcla. También en esta etapa, la fuerza impulsora del líquido para pasar la mezcla al concentrador 7 es la gravedad, por lo que no se necesitan bombas.

10 La concentración se lleva a cabo preferentemente usando un concentrador que funciona preferentemente en 2 - 3 etapas de destilación, más preferentemente 3 etapas. El objetivo principal de la concentración es eliminar el cumeno sin reaccionar de la mezcla de reacción. La primera etapa de destilación puede ser tanto una evaporación a vacío como una destilación con reflujo, preferentemente una evaporación a vacío. La(s) siguiente(s) etapa(s) es (son) etapa(s) de destilación con reflujo. La última etapa de destilación funciona con la carga más pequeña, ya que la porción más grande de cumeno se extrae en la(s) primera(s) etapa(s). El cumeno sin reaccionar extraído se condensa y lava preferentemente como se ha descrito anteriormente, y finalmente se recircula a la etapa de oxidación.

20 El cumeno que queda sin oxidar después de pasar al último reactor de oxidación se separa del CHP. Idealmente, algo o todo del cumeno separado se recircula del concentrador (7) para ser usado como una alimentación de cumeno para la reacción de oxidación. El cumeno recirculado puede lavarse con un lavado cáustico y agua como se ha descrito anteriormente en este documento.

25 El aparato usado para llevar a cabo el proceso de la invención forma un aspecto adicional de la invención.

Así, visto desde otro aspecto, la invención proporciona un aparato de oxidación de cumeno a hidroperóxido de cumeno usando un gas que contiene oxígeno, que comprende

- 30 - una serie de 3-8 reactores de oxidación (1), que contienen niveles de líquido reducidos de mezcla de oxidación logrados fijando la altura de cada reactor con respecto al nivel del mar de manera que el primer reactor esté el más alto y cada reactor posterior esté más bajo que el reactor previo, y
- un burbujeador (2) en cada reactor (1) para distribuir el gas conducido en el reactor (1),
- uno o más condensador(es) (3) conectados a la sección superior de los reactores (1), para condensar los gases de escape;
- 35 un oxidador térmico (4) conectado al (a los) condensador(es) (3) para tratar los gases de escape no condensados; y
- el primer reactor en la serie de reactores de oxidación tiene una reserva de líquido del 30-300 % mayor que en los reactores restantes, preferentemente del 50-100 %, o los dos primeros reactores en la serie de reactores de oxidación tienen una reserva de líquido del 30-300 % mayor que en los reactores restantes, preferentemente del 50-100 %;
- 40 el primer reactor o los dos primeros reactores son mayores que los otros reactores;
- reactor(es) con la mayor reserva de líquido son del mismo tamaño; y
- reactor(es) con menor reserva de líquido son del mismo tamaño.

45 El proceso de oxidación y el aparato de la presente invención pueden usarse para oxidar cualquier compuesto orgánico con aire en su hidroperóxido. Preferentemente, el aparato está dispuesto en un proceso de producción de fenol. El proceso de producción de fenol normalmente comprende etapas de proceso, en el que el fenol y la acetona se producen mediante la oxidación de cumeno a hidroperóxido de cumeno (CHP) y, posteriormente, en el que el CHP se concentra y se escinde en fenol, acetona y otros productos de escisión, productos que se lavan y desalan, y finalmente en el que la acetona se separa del fenol y se purifican ambos productos.

50 La concentración de CHP formado durante la oxidación aumenta en una serie de etapas de concentración. Según un aspecto preferido de la invención, el CHP concentrado se procesa además, por ejemplo, sometándolo a un proceso de escisión. Según este aspecto preferido, la mezcla de productos de escisión obtenida se conduce a la sección de destilación del proceso de producción de fenol. En la sección de destilación, la mezcla de productos de escisión se destila, primero con el fin de separar un destilado en bruto, que contiene, por ejemplo, acetona, agua, cumeno, AMS, hidroxiacetona y óxido de mesitilo, de un producto de base en bruto, que contiene, por ejemplo, fenol, acetofenona, carbinol, óxido de mesitilo e hidrocarburos pesados, y además para separar impurezas del producto fenol y el producto acetona.

60 Los gases de escape se recogen de la sección superior de cada reactor de oxidación 1 y se enfrían en un condensador 3, después de lo cual el condensado formado se lava usando una solución cáustica y, posteriormente, se devuelve a la etapa mencionada de lavado de cumeno recirculado. Los gases de escape no condensados se tratan en un oxidador térmico 4.

65

## REIVINDICACIONES

1. Un proceso de oxidación de cumeno a hidroperóxido de cumeno usando un gas que contiene oxígeno, proceso que comprende:
- conducir una alimentación de cumeno y una alimentación de gas que contiene oxígeno a al menos el primer reactor de oxidación en una serie de 3-8 reactores, formando así una mezcla de oxidación, y
  - conducir la mezcla de oxidación de un reactor de oxidación a al menos un reactor posterior, en el que
- los reactores son operados con niveles de líquido reducidos;
  - la oxidación es operada como una oxidación en seco, por lo que las únicas alimentaciones gaseosas conducidas a los reactores de oxidación son la alimentación de cumeno y la alimentación de gas que contiene oxígeno;
  - la alimentación de gas que contiene oxígeno se lava con cáustico y luego con agua para eliminar todas las trazas ácidas o cáusticas antes de conducirla al interior de un reactor de oxidación;
  - la presión dentro de cada reactor de oxidación está en el intervalo de 0-10 barg;
  - los gases de escape de la sección superior de cada reactor de oxidación se separan y se enfrían, por lo que se forma un condensado que contiene cumeno sin reaccionar, y
  - lavar el condensado y recircular al menos una parte del mismo a al menos el primer reactor de oxidación;
- los gases de escape no condensados se tratan en un oxidador térmico; y
  - el primer reactor en la serie de reactores de oxidación tiene una reserva de líquido del 30-300 % mayor que en los reactores restantes, o los dos primeros reactores en la serie de reactores de oxidación tienen una reserva de líquido del 30-300 % mayor que en los reactores restantes; y
- en el que el primer reactor o los dos primeros reactores son mayores que los otros reactores; reactor(es) con la mayor reserva de líquido son del mismo tamaño; y reactor(es) con menor reserva de líquido son del mismo tamaño.
2. El proceso de la reivindicación 1, en el que el gas que contiene oxígeno se distribuye uniformemente en el cumeno usando un burbujeador.
3. El proceso de cualquier reivindicación precedente, en el que el gas que contiene oxígeno se conduce en cada reactor de oxidación en una serie de 3-6 reactores.
4. El proceso de cualquier reivindicación precedente, en el que el cumeno se alimenta solo al primer reactor en la serie.
5. El proceso de cualquier reivindicación precedente, en el que la mezcla de oxidación se transfiere entre reactores en serie (es decir, reactor 1 a 2 solo, reactor 2 a 3 solo, etc.).
6. El proceso de cualquier reivindicación precedente, en el que la oxidación se lleva a cabo a una presión de 1,0-8,0 barg.
7. El proceso de cualquier reivindicación precedente, en el que la oxidación se lleva a cabo a una temperatura de 90-115 °C.
8. El proceso de cualquier reivindicación precedente, en el que se separa una mezcla de productos de oxidación de la mezcla de oxidación en el último reactor de la serie de reactores mediante una salida de producto, teniendo la mezcla de productos una concentración de CHP del 22-32 %.
9. El proceso de cualquier reivindicación precedente, en el que el hidroperóxido de cumeno en el producto de oxidación se concentra en más de una etapa de destilación, en el que el cumeno sin oxidar se extrae del producto oxidado, se condensa y se recircula a la alimentación de cumeno.
10. El proceso de cualquier reivindicación precedente, en el que los condensados de los gases de escape de oxidación y el cumeno sin reaccionar recuperado de la concentración de CHP se combinan y se lavan usando una solución cáustica, y los condensados combinados lavados con cáustico se lavan usando agua.
11. Un aparato para oxidar cumeno a hidroperóxido de cumeno usando un gas que contiene oxígeno, que comprende
- una serie de 3-8 reactores de oxidación (1), que contienen niveles de líquido reducidos de mezcla de oxidación logrados fijando la altura de cada reactor con respecto al nivel del mar de manera que el primer reactor esté el más alto y cada reactor posterior esté más bajo que el reactor previo, y
  - un burbujeador (2) en cada reactor (1) para distribuir el gas conducido al interior del reactor (1),

- uno o más condensador(es) (3) conectados a la sección superior de los reactores (1), para condensar los gases de escape;

- un oxidador térmico (4) conectado al (a los) condensador(es) (3) para tratar los gases de escape no condensados; y

5 - el primer reactor en la serie de reactores de oxidación tiene una reserva de líquido del 30-300 % mayor que en los reactores restantes, o los dos primeros reactores en la serie de reactores de oxidación tienen una reserva de líquido del 30-300 % mayor que en los reactores restantes; y

10 en el que el primer reactor o los dos primeros reactores son mayores que los otros reactores;  
reactor(es) con la mayor reserva de líquido son del mismo tamaño;  
y reactor(es) con menor reserva de líquido son del mismo tamaño.

12. El aparato de la reivindicación 11, compuesto además de un lavador de aire de dos etapas (5) para purificar el aire que va a conducirse al interior de los reactores (1).

15

13. El uso del aparato de cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, para oxidar un componente orgánico con aire.

Fig. 1

