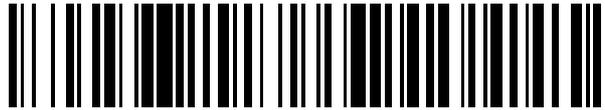


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 468 343**

51 Int. Cl.:

C10G 1/00 (2006.01)

C10G 1/10 (2006.01)

C10J 3/57 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2009 E 09776448 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014 EP 2376597**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento de residuos**

30 Prioridad:

11.12.2008 DE 102008055508

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

16.06.2014

73 Titular/es:

**VON HERTZBERG, PATRICK (50.0%)
Grosse Weinmeisterstr. 25A
14469 Potsdam, DE y
MÜLLER, THOMAS (50.0%)**

72 Inventor/es:

MÜLLER, THOMAS

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 468 343 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 para el tratamiento de residuos

La invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de residuos.

5 Los medios de utilización de una sustancia conocidos de la técnica anterior han sido limitados. Se conocen procedimientos que tratan de usar diferencias hidrodinámicas para separar los componentes (por ejemplo, clasificación), o procedimientos basados en métodos analíticos instrumentales (por ejemplo, espectroscópicos), o procedimientos basados en diferencias en densidad (instalaciones de lavaderos por flotación) o procedimientos basados en diferencias en solubilidad de ciertos plásticos principalmente en disolventes orgánicos.

10 Todas estas alternativas tienen en común que cualquiera de ellas da como resultado una separación insatisfactoria y/o permiten sólo la utilización del material, si es que permiten la utilización de la sustancia.

Además, se conocen procedimientos que usan transformaciones termoquímicas, por ejemplo, gasificación, pirólisis, reformado, etc., para generar productos de desdoblamiento y/o productos de transformación que pueden usarse para la obtención de energía o como materias primas (por ejemplo, gas de síntesis y monómeros).

15 También, se conocen procedimientos que pueden dar como resultado la formación de productos utilizables mediante hidrogenación en condiciones forzadas (principio de Bergius).

En el tratamiento de los residuos más establecido, los procedimientos se basan en la utilización de material por separación mecánica/física del residuo.

20 Los materiales utilizables reivindicados de esta manera, tal como películas, PVC, etc., se venden como fracciones relativamente puras o como gránulos secundarios procesados. Una parte de este material es procesado en nuevos productos, lo cual normalmente representa un sub-reciclado, teniendo oportunidades reales de mercado sólo una pequeña fracción de la misma.

Las fracciones residuales que quedan después de seleccionar, se procesan, principalmente, como combustibles alternativos y proporcionan electricidad y calor mediante la utilización posterior de la energía química contenida en el residuo por medio de la combustión.

25 Principalmente, sin embargo, el objetivo es la eliminación de los residuos más que su utilización para la generación de energía

Básicamente, los costes de fabricación asociados con residuos plásticos se pierden siempre en la combustión, ya que normalmente son significativamente mayores que el valor calorífico.

30 La DE 197 50 327 C1 describe un procedimiento para producir gas de síntesis a partir de materias primas o materiales renovables residuales que contienen celulosa que es debido a su consistencia particularmente adecuada para la combustión posterior en motores de combustión interna. Los materiales contaminados que contienen celulosa, tal como residuos de madera, son utilizables en este procedimiento. El reciclado de residuos mixtos sólo es posible con condiciones.

35 El documento US 2007/0131585 A1 se refiere a un método y un aparato para la extracción de vapor de hidrocarburos a partir de los residuos. El método conocido como método KDV (lubricación catalítica sin presión) se lleva a cabo sin agua a temperaturas de 230 a 380 °C en un aceite vehicular que tiene material orgánico disuelto con un intercambiador iónico (de silicato aluminico-potásico, -sódico, -cálcico y -magnésico) usado como catalizador.

40 El documento WO 2008/054190 se refiere a la preparación de combustibles que tienen hidrocarburos alifáticos. El documento WO/2008/054190 describe un método que se lleva a cabo a una temperatura de 300 a 370 °C y a una presión entre 84 y 175 bar, en donde una fracción ligera tiene hidrocarburos con una temperatura de ebullición entre 34-100 °C y se prepara una fracción combustible gaseosa.

45 Basado en lo que antecede, el objeto de la presente invención fue proporcionar, independiente de la proporción de cada componente, un alto grado de utilización de las sustancias contenidas en los materiales residuales y/o de la energía que se libera allí. En particular, la invención permite recuperar sustancias del residuo. Aquí, el objetivo consiste, entre otros, en reciclar restos de coches desguazados y residuos mezclados, cuya utilización material es normalmente difícil, y en otros residuos en masa de pequeñas partículas con, a menudo, una gran fracción problema esquiva (PVC, retardante de la llama, etc.).

Esta tarea se resuelve mediante el procedimiento con las características de la reivindicación 1. Reivindicaciones dependientes adicionales ilustran las realizaciones ventajosas.

50 Dentro del alcance de la presente solicitud, se comprende que el residuo indica la totalidad de todos los residuos domésticos, residuos de producción, residuos industriales o residuos de producción que el propietario quiere o tiene que eliminar tales como:

ES 2 468 343 T3

- biomásas sólidas y líquidas o productos producidos de las mismas,
 - plásticos (polímeros),
 - elastómeros,
 - materiales inorgánicos tales como minerales, metales y sus compuestos,
- 5
- contaminantes sólidos o líquidos y/o sustancias peligrosas, tales como metales pesados y compuestos de los mismos,
 - compuestos orgánicos sustituidos con halógenos tales como retardantes de la llama,
 - agua (humedad).

10 Además, el residuo puede tener al menos uno de los siguientes componentes: materia prima y residuo celulósico, ácido graso, biopolímeros, masas bituminosas, masas de alquitrán, combinaciones de los mismos y similares.

15 En el procedimiento según la invención, el residuo es tratado inicialmente con una solución alcalina bajo presión y a una temperatura entre 140 °C y 250 °C de la solución alcalina y al mismo tiempo, o posteriormente, los constituyentes inorgánicos son separados. Además, los componentes orgánicos del vapor de arrastre resultante son separados del agua y posteriormente procesados adicionalmente en gas combustible o gas de síntesis por rectificación, extracción o sorción y/o transformación por medio de evaporación térmica.

Según el método inventivo los componentes orgánicos son separados del vapor de arrastre a través de la transferencia a un aparato de condensación, y el vapor de arrastre empobrecido en constituyentes orgánicos se realimenta al procedimiento. Según la invención, el residuo que va a ser tratado se tritura hasta un tamaño de partícula determinado que, en particular, tiene al menos una longitud de arista de 0,1 a 10 cm.

20 El primer paso se basa en el tratamiento de los componentes orgánicos del residuo por medio de solvolisis, de manera que posteriormente estén presentes en al menos una fase líquida. En lo sucesivo, se describen a modo de ejemplo las reacciones químicas que los componentes individuales del residuo están experimentando.

Se entiende que solvolisis es cualquier reacción química que tiene lugar entre el residuo y la solución alcalina.

25 Según el procedimiento según la invención, el residuo se combina en un reactor con una solución alcalina acuosa y un auxiliar orgánico esencialmente insoluble en agua para formar una mezcla de reacción. La mezcla de reacción se calienta a un intervalo de temperatura entre 140 °C y 250 °C y se presuriza entre 3 bar y 12 bar para producir, al menos, una fase acuosa, una fase orgánica, una fase gaseosa y, opcionalmente, una fase sólida. La fase gaseosa se elimina del reactor y los componentes orgánicos y acuosos de la fase gaseosa son separados. Posteriormente, los componentes acuosos de la fase gaseosa se vuelven a alimentar al reactor.

30 La separación de la fase alcalina, acuosa, y orgánica puede llevarse a cabo, por ejemplo, por extracción y/o decantación. La fase orgánica y/o la fase acuosa pueden someterse a una destilación en vacío.

Las soluciones alcalinas ventajosas son aquellas que contienen carbonatos inorgánicos. Particularmente ventajosa es la solución de carbonato potásico.

Preferiblemente, las soluciones de carbonato alcalino están saturadas con una densidad entre 1,5 y 1,6 g/cm³.

35 Preferiblemente, los materiales auxiliares orgánicos son los aceites lubricantes, los aceites de motor, los hidrocarburos alifáticos o similares. Preferiblemente, los materiales auxiliares orgánicos son inertes frente a la solución alcalina.

40 Los materiales orgánicos, es decir, los componentes orgánicos que se disuelven principalmente en los materiales auxiliares orgánicos y que no tienen una presión de vapor suficiente para ser descargados con el vapor de arrastre, son predominantemente apolares y flotan en la solución alcalina, ya que su densidad es más pequeña que la densidad de la solución alcalina.

45 Preferiblemente, la fase flotante es desechada en un procedimiento por lotes con un reactor de tanque agitado, y en el caso de un reactor semi-continuo con la aportación continua de las sustancias cuando toda la solución se bombea hacia fuera o hacia el interior de otro contenedor. Aquí, la solución puede ser bombeada en contenedores separados por medio de una válvula de 3 vías dependiendo de su conductividad (la fase oleosa tiene baja conductividad, la fase acuosa tiene elevada conductividad).

50 El agua entra normalmente en el procedimiento en forma de humedad. Dependiendo de la composición del material de partida y de los productos objetivo, el agua es un parámetro importante. Los procedimientos tienen lugar con consumo de agua, por ejemplo, la hidrólisis, o eliminando agua de allí. Un material de partida muy seco requiere normalmente la adición de una pequeña cantidad de agua.

- En sistemas líquidos de un componente, la presión de vapor del líquido es sólo una función de la temperatura. Esta presión de saturación es descrita mediante la ecuación de Clausius-Clapeyron. En sistemas multicomponentes, las relaciones son más complejas. Si los componentes son inmiscibles, normalmente las presiones de vapor de los componentes individuales son aproximadamente aditivas (ley de Dalton). Para los componentes iónicos, que se forman en el presente caso, por los iones del carbonato potásico disuelto y de los componentes orgánicos presentes en la solución en forma iónica, se aplican otras leyes. Aquí, los componentes que tienen una presión de vapor menor que el agua tienen el efecto de disminuir la presión de vapor. Estas propiedades coligativas se describen generalmente mediante la ley de Raoult, pero sólo tienen una aplicabilidad limitada a tan altas concentraciones como en el presente caso.
- En una realización particularmente preferida, la concentración salina tiene un impacto sobre el funcionamiento del procedimiento, como se muestra en Figura 5.
- Por ello, la concentración y temperatura de la solución son parámetros cruciales para la presión de vapor, es decir, para la presión del sistema. Por supuesto, esto se aplica sólo con la condición de que los productos de reacción gaseosos, tales como CO_2 y NH_3 , sean eliminados del sistema.
- Desde la perspectiva del control, se prefiere controlar la temperatura y la presión para obtener la concentración correspondiente, es decir, el exceso de agua que deja el sistema. Sólo cuando predominan los procedimientos que consumen agua, por ejemplo, hidrólisis, se necesita una adición de agua. Por comparación con la curva p/T, esto puede determinarse por ICA.
- Además de afectar a la presión de equilibrio en el sistema, la temperatura de reacción afecta, principalmente, a los siguientes parámetros:
- las cinéticas de los procedimientos de solvolisis,
 - las reacciones secundarias de descomposición,
 - la viscosidad de las materias primas, y
 - la presión parcial de los componentes orgánicos en el vapor de arrastre.
- Preferiblemente, la temperatura de reacción es 140 a 250 °C.
- Preferiblemente, los tiempos de reacción están en el intervalo de 0,5 a 30 horas (modo por lotes), 2 a 20 horas y, en particular, más de 10 horas y las presiones de equilibrio son preferiblemente de 3 a 12 bar, particularmente de 4 a 10 bar.
- La solvolisis puede realizarse como unos procedimientos por lotes o procedimientos semi-continuos cuasi-continuos en un reactor de tanque agitado o de bucle o como una combinación de ambos. Ambas opciones tienen ventajas. La selección se hace dependiendo de la entrada esperada. El precursor está muy fragmentado y dúctil, la variante continua ofrece grandes ventajas en términos de rendimiento espacio/tiempo. Para pequeñas instalaciones con control remoto más probablemente se demostrará que una operación por lotes será ventajosa.
- Preferiblemente, el material de los residuos es agitado durante la solvolisis. Esto puede llevarse a cabo por medio de un agitador mecánico, por ejemplo, un agitador de ánora, o moviendo el líquido en el reactor de circulación. Aquí, también se hace la selección dependiendo de la entrada esperada.
- La descarga de la fase sólida puede también llevarse a cabo por lotes adecuados o de forma continua. Una descarga por lotes adecuados es apropiada si hay un riesgo de que estén presentes en el material de los residuos largos alambres/cables.
- Preferiblemente, después de ser descargados, los ingredientes orgánicos se lavan con solución alcalina y/o agua procesadas. Lavar los componentes inorgánicos es un paso preferido del proceso, ya que la solución de digestión se encuentra a menudo en los espacios internos de los constituyentes inorgánicos ligados por adherencia o fijados por adsorción. Posteriormente, el agua de lavado puede retroalimentarse en la solución de digestión.
- Al reactor se conecta directamente una columna de rectificación, en donde, preferiblemente, el sumidero de la columna está físicamente separado del reactor. Después, la columna (es decir, en serie), preferiblemente, dispone de un regulador de presión que mantiene la presión del sistema constante a la presión de equilibrio. De esta forma, los gases liberados durante la solvolisis que se forman sólo en muy pequeñas cantidades, son descargados del sistema.
- Además, se prefiere que los compuestos orgánicos sean descargados del sistema por procedimientos de extracción, preferiblemente con el uso de aceites. Opcionalmente, también es posible aquí aumentar el rendimiento de la extracción o destilación por medio de hidrólisis o electrolisis.
- La tarea de la columna de rectificación es separar los componentes orgánicos que se obtienen según su presión de

vapor (presión parcial) y cuya presión de vapor es menor que la del agua, procedentes del vapor de arrastre encima del sumidero, y eliminarlos del sistema. Haciéndolo así, el sistema termodinámico es perturbado permanentemente y los compuestos orgánicos están “reponiendo” el vapor. De esta forma, los componentes orgánicos son descargados en una forma exenta de potasio por el sumidero de la columna.

5 Preferiblemente, el vapor de agua cargado con los constituyentes orgánicos se alimenta a través del fondo por el sumidero a una columna, pasa a través del empaquetamiento a la parte superior y los constituyentes orgánicos son reducidos en el vapor mediante procedimientos de condensación y evaporación alternos. Después, el vapor sale de la columna por el extremo superior. Por otra parte, los ingredientes sólidos separados fluyen hacia el sumidero.

10 Preferiblemente, por el condensado de la parte superior debe eliminarse tanto calor de condensación por la condensación del agua, como los componentes orgánicos de condensación sean capaces de transferir a este agua en la forma de calor de vaporización.

Preferiblemente, los componentes orgánicos son retirados del reactor de solvolisis por medio de una columna y/o por medio de extracción.

15 El objetivo es obtener compuestos orgánicos exentos de potasio con baja viscosidad, que después pueden ser separados debido a las propiedades específicas de la sustancia, tales como presión de vapor, polaridad, propiedades dieléctricas, densidad, etc.

Una separación por medio de una columna requiere una presión de vapor suficiente, mientras la extracción requiere un comportamiento muy apolar de los componentes orgánicos.

20 Una presión de vapor demasiado baja resulta, particularmente, de moléculas demasiado grandes y/o interacciones intra- e inter-moleculares demasiado fuertes. Las fuertes fuerzas enlazantes impiden que la sustancia entre en la fase de vapor. Estas fuerzas enlazantes (que no son verdaderos enlaces químicos) son particularmente fuertes en las sustancias muy polares, es decir, en los grupos funcionales que contienen heteroátomos. Pero no sólo la presencia de heteroátomos solos, sino también los modos de enlace correspondientes, que es la naturaleza de la funcionalidad química, determina lo fuertes que son las fuerzas enlazantes. Las fuerzas enlazantes fuertes causan una disminución de la presión de vapor, particularmente, cuando los compuestos son transformados en su forma de sal (por ejemplo, carboxilatos, alcóxidos, tiolatos, etc.), es decir, por desprotonación.

25 En el caso de un tamaño de la molécula demasiado grande, las sustancias con polaridad suficientemente baja son aptas para la extracción, de manera que en este caso global sólo debe lograrse la disminución en la polaridad. Una baja polaridad es un requisito previo para la extractabilidad.

30 Entre otros, hay dos maneras de disminuir la polaridad de la sustancia que se describen en lo sucesivo más detalladamente. El objetivo de ambos métodos es lograr una separación cuantitativa de la materia orgánica, de manera que no sea necesaria una regeneración térmica de la solución salina.

35 Por hidrogenación parcial, los grupos funcionales pueden pasar a estar en un “estado de oxidación” diferente, que sea menos polar, por ejemplo desde carboxilo a hidroxilo. La baja acidez (valor de K_a) obtenida de esta manera da como resultado una mayor proporción de una sustancia que está presente en una forma protonada que tiene una presión de vapor.

40 La hidrogenación parcial se lleva a cabo, particularmente, usando níquel Raney como catalizador, en donde la hidrogenación de al menos una parte de los componentes orgánicos tiene lugar a una presión de vapor demasiado baja, es disminuida por la polaridad de dichos componentes orgánicos y así aumenta la presión de vapor de los mismos.

Esto aumenta la presión parcial del componente orgánico en el espacio del vapor, lo que vuelve al mismo apto para la rectificación.

Además, también puede darse una hidrogenación completa, eliminando la funcionalidad en su totalidad.

45 Preferiblemente, níquel Raney como un catalizador adecuado para la hidrogenación en las condiciones presentes en donde, si procede, también puede ser activado in vitro. Es particularmente activo en solución alcalina. El agua, H_2S , NH_3 , etc., resultantes son descargados mediante el control de la presión y tratados separadamente.

50 Particularmente, los muy polares grupos carboxilo que tienen gran tendencia a la formación de sales pueden ser eliminados de una forma muy elegante. Mediante la oxidación de un electrón, se inicia electroquímicamente la descomposición de un radical, que conduce a descarboxilación y adición (en un caso especial a la dimerización) de los residuos. Este mecanismo es conocido como electrolisis de Kolbe o síntesis de Kolbe.

La extracción puede realizarse de forma continua en un procedimiento en circulación o por lotes adecuados. En algunos casos, por ejemplo, si la mezcla contiene grandes cantidades de asfalto se puede renunciar al uso de extractantes adicionales debido a que se hayan logrado ya viscosidades bombeables. También, cuando se usan ciertas materias primas que estén exentas de, por ejemplo, poliolefinas, puede renunciarse también al uso de

extractantes.

5 Los extractantes deben ser escogidos de manera que sean fácilmente separados de la sustancia/mezcla de sustancias extraídas, por ejemplo, por medio de destilación en vacío, o sean procesados adicionalmente junto con la sustancia extraída, por ejemplo, por hidrocrqueo, de manera que esté disponible de nuevo suficiente extractante. También, puede usarse un extractante barato, tal como aceite.

10 Los materiales tomados a través del sumidero de la 1ª columna representan una mezcla diversa de compuestos orgánicos. De esta mezcla pueden ser separados compuestos que tengan un elevado valor de mercado. Al mismo tiempo, ésta es una manera de reciclar la materia prima. También es interesante en este contexto el balance de CO₂, porque para la producción de estas sustancias a partir de recursos fósiles como el petróleo crudo, junto con la materia prima base, se consume un montón de energía en el proceso, la cual se ahorra en este caso.

Para obtener buenos rendimientos en la separación de dichas mezclas deben usarse, preferiblemente, combinaciones de rectificación, extracción y sorción.

15 Las proporciones que no son separables y/o para las que no existe un mercado adecuado, pueden usarse para energía, o pueden ser vendidas a plantas de procesado, tal como las refinerías. Normalmente, sin embargo, se requiere que las mezclas estén exentas de heteroátomos. Esto puede lograrse por hidrogenación, posiblemente junto con hidrocrqueo.

En este caso, la hidrogenación y el hidrocrqueo, respectivamente, o la venta a refinerías se recomienda como el procedimiento aguas abajo.

20 El sedimento es preferiblemente eluido, es decir, lavado. Si el sedimento no es procesado en metales, se prefiere añadir iones sulfuro al agua de lavado para transformar la sal del metal pesado que esté presente en sulfuros poco solubles para garantizar que la mezcla de sustancias es adecuada para su eliminación en vertederos.

En muchos casos valdrá la pena un diagnóstico centrado en los metales, porque muchos metales pesados (normalmente en forma de jabones) son introducidos particularmente por plásticos tales como PVC. Normalmente, consiguen elevados precios de mercado.

25 Además de los procedimientos químicos de separación, para la separación de los metales individuales pueden usarse, en particular, los procedimientos electroquímicos de separación.

Los metales pueden ser recuperados de los componentes inorgánicos por medio de procedimientos de refino eléctrico y/o galvánicos y/o químicos y/o mecánicos.

30 No en cualquier sitio es viable económicamente impulsar el rendimiento del material cuantitativamente con respecto a los constituyentes orgánicos. Los componentes orgánicos presentes en el sumidero del reactor primario que han sido transformados en forma líquida pueden usarse también en procedimientos térmicos.

35 Preferiblemente, esto se hace por medio de gasificación térmica, de forma particularmente preferible según los procedimientos de gasificación de líquido madre negro modificado en donde la gasificación se lleva a cabo bajo presión de manera que la condensación del agua de la solución puede usarse después de la gasificación. El gas producido por gasificación puede ser procesado adicionalmente con fines energéticos o como material.

Dependiendo de las condiciones específicas del sitio, puede ser apropiado un procesado puramente térmico, o una recuperación máxima de una sustancia, o una combinación de ambos.

En lo sucesivo, se describen, por ejemplo, el tratamiento y los posibles productos de reacción de algunos residuos tratados según la invención.

40 **Biopolímeros**

Celulosa

En la solución alcalina acuosa y caliente, la celulosa experimenta una degradación molecular (reacción de peladura). Esto conduce a la formación de compuestos polifuncionales. Particularmente, en los productos predominan los grupos hidroxilo y carboxilo.

45 Lignina

La lignina se degrada, sustancialmente, en diferentes derivados fenólicos. Debido a la elevada acidez de los fenoles (estabilización de la resonancia, efectos inductivos de los restos arilo) el equilibrio de la formación de la sal se desplaza hacia el lado de las sales. Por eso, estos productos son fácilmente solubles en disolventes polares.

Ácidos grasos

50 Los ácidos grasos biogénicos se saponifican a sales de ácidos carboxílicos y propanotriol, en determinadas

condiciones, los componentes alcohólicos están presentes también de forma casi cuantitativa en la forma desprotonada. Con tiempos de residencia muy largos, la degradación gradual de los ácidos carboxílicos tiene lugar por descarboxilación.

Proteínas

- 5 Las proteínas son degradadas en un gran número de compuestos. Esto da como resultado también la formación de muchos compuestos malolientes, por ejemplo, tioles, aminas y amoníaco.

Plásticos en masa/polímeros exentos de heteroátomos

Poliiolefinas

- 10 Las poliolefinas apenas son alteradas por solvolisis, se funden, siendo el polipropileno, en particular, muy viscoso a temperaturas de aproximadamente 200 °C. Por tanto, es aconsejable añadir aceite como disolvente y disminuir la viscosidad en favor de la bombeabilidad.

Masas bituminosas

Esencialmente, el Asfalto sólo se funde y flota como una fase de baja viscosidad (a la temperatura de reacción).

Masas de alquitrán

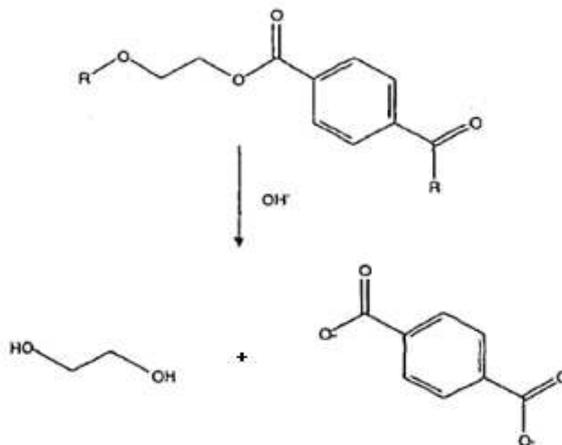
- 15 Los alquitranes, que contienen principalmente compuestos aromáticos son parcialmente transformados en compuestos solubles, sin embargo, la masa (a la temperatura de reacción) está presente como una fase flotante poco viscosa.

Poliestireno

- 20 Para PS, una degradación inducida de forma puramente térmica a monómeros u oligómeros es normal sólo a partir de 250 °C. Sin embargo, en ciertas condiciones, hay todavía degradación debido al impacto de compuestos orgánicos introducidos en el material compuesto molecular y por el movimiento mecánico del agitador.

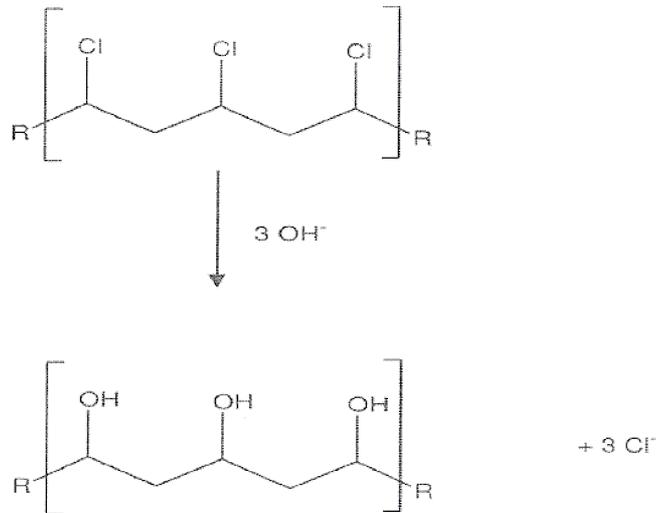
Plásticos en masa que contienen heteroátomos

Tereftalato de polietileno/poliéster



- 25 Químicamente hablando, el PET es un éster de ácido tereftálico y etanodiol, en donde en condiciones de solvolisis es hidrolizado para formar etanodiol y ácido tereftálico. Según el equilibrio termodinámico los dos productos están presentes principalmente en su forma de sal. El tereftalato es fácilmente soluble si se calienta.

Poli(cloruro de vinilo)



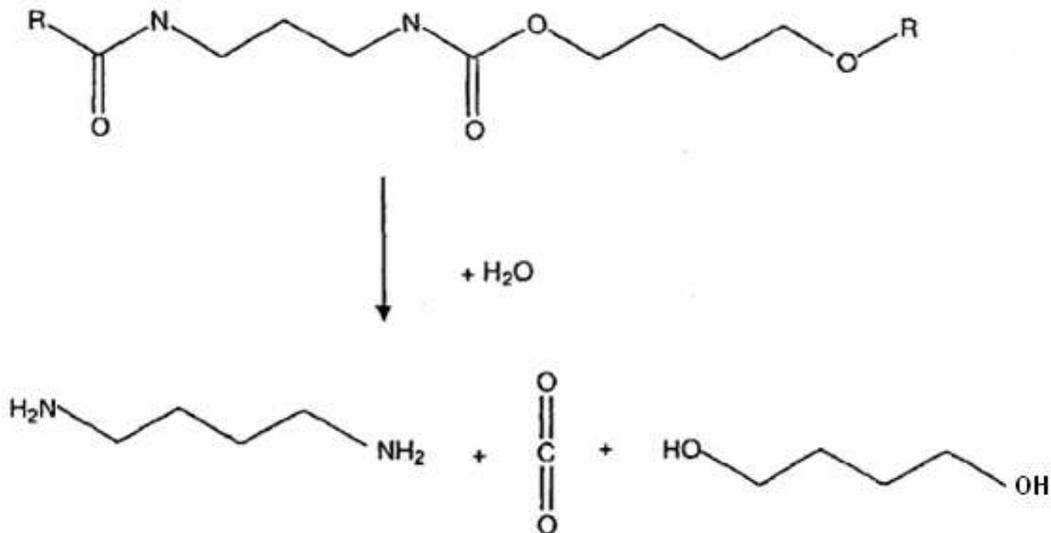
5 La finalidad de la solvolisis del PVC es la sustitución del cloro enlazado orgánicamente. El cloro enlazado orgánicamente plantea grandes riesgos cuando es procesado con calentamiento, por una parte el desdoblamiento del HCl puede tener lugar por eliminación (elevado por encima de 200 °C), lo que puede llevar a nuevos (tóxicos) compuestos por reacciones de sustitución. Por otra parte, el enlace covalente C-Cl que tiene aproximadamente iguales electronegatividades tiene tendencia a una ruptura de enlace homolítica termoinducida. Los radicales resultantes después conducen a reacciones incontrolables que pueden conducir a la formación de productos muy tóxicos. Para impedir esto, se garantiza que durante la solvolisis tenga lugar la reacción de más adelante. La fuerza motriz de la reacción es la basicidad del grupo saliente (Cl^- mejor grupo saliente debido a la poca basicidad de la base conjugada)

10

Poliuretano

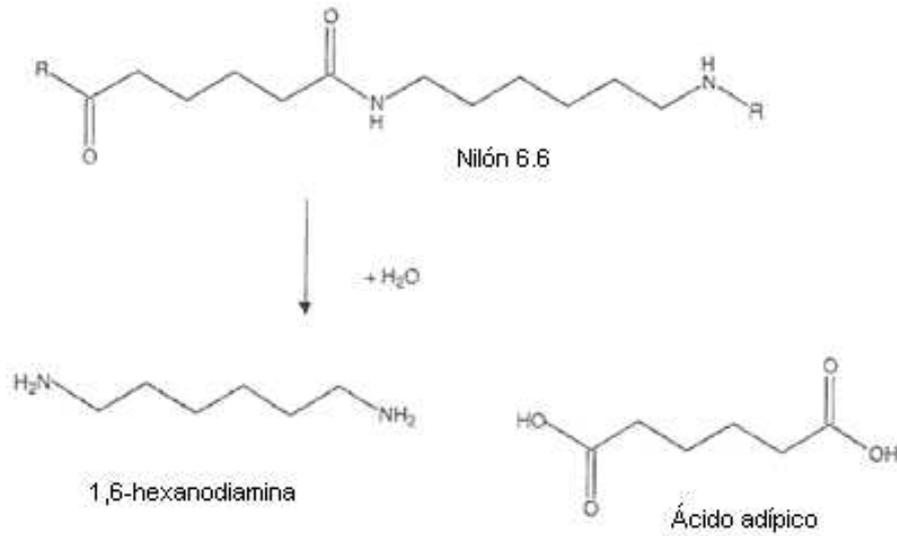
A diferencia de, por ejemplo, PET, los poliuretanos no pueden ser desdoblados para formar monómeros, más bien se desdoblan para formar el correspondiente componente alcohólico y diaminas. A partir de dichas diaminas, pueden prepararse diisocianatos por reacción con fosgeno.

15 En el siguiente ejemplo, se forma 1,4-butanodiol como componente alcohólico:



Poliamida

La hidrólisis de poliamida conduce también a diamina y alcohol.



Cargas fabricadas con materiales plásticos

Cargas inorgánicas

5 Las cargas inorgánicas se usan, por ejemplo, para aumentar la resistencia de los plásticos, por ejemplo los plásticos reforzados con fibra de vidrio, para aumentar la carga térmica, o simplemente para "sacar el máximo provecho" de los plásticos.

Entre otros, se usan

- ácido silícico, también ensilado,
- harina de cuarzo,
- 10 - silicatos y silicatos mixtos, respectivamente, de metales alcalinos y metales alcalinotérreos, aluminio, hierro y circonio,
- óxidos u óxidos mixtos de metales alcalinotérreos, aluminio, silicio y zinc
- hidróxidos e hidróxidos mixtos, respectivamente, de calcio, magnesio y aluminio,
- carbonatos y carbonatos mixtos, respectivamente, de calcio, magnesio y aluminio,
- 15 - sulfatos y sulfatos mixtos, respectivamente, de calcio y bario,
- sulfoaluminato cálcico,
- aluminio en polvo y bronce de aluminio,
- grafito,
- fibras de vidrio,
- 20 - microesferas de vidrio,
- hexadecahidroxidocarbonato de hexamagnesio y dialuminio, tetrahidratado,
- fluorosilicato de sodio y magnesio,
- metales pesados en forma de jabones.

25 Estas sustancias se acumulan parcialmente en forma ligeramente modificada en el sedimento después de ser disuelto de la matriz plástica.

En algunos plásticos, la proporción de las cargas puede superar el 50%.

Otras sustancias de acompañamiento de los plásticos

Retardantes de la llama

Los más importantes representantes son los éteres de polibromodifenilos (pentaBDE, octaBDE, decaBDE), TBBPA y HBCD. Hasta los años 70, además, se usaron polibromobifenilos (PBB) como retardantes de la llama. Los retardantes de la llama clorados incluyen, por ejemplo, parafinas cloradas y mirex. Con la excepción de TBBPA, estas sustancias se usan sólo como un aditivo retardante de la llama. Las principales áreas de aplicación son los plásticos en aparatos electrodomésticos y electrónicos, tales como TV, ordenadores, en textiles, por ejemplo, muebles tapizados, colchones, cortinas, persianas, alfombras, en la industria de la automoción, por ejemplo, componentes plásticos y tapicería y en la construcción, por ejemplo, materiales aislantes y espumas de instalación. Particularmente, en el caso de un incendio, los retardantes de la llama halogenados plantean grandes riesgos. Después de estar expuestos al calor muestran un efecto retardante de la llama en donde los radicales halogenados formados en la pirólisis inhiben la reacción con el oxígeno. Sin embargo, también se forman altas concentraciones de dibenzodioxinas y dibenzofuranos polibromados (PBDDd y PBDFs) o policlorados (PCDDs y PCDFs). También se les conoce con el término genérico de "dioxinas" por su elevada toxicidad ("veneno de Seveso").

El TBBPA constituye un caso especial de los retardantes de la llama bromados. Se usa principalmente como un retardante de la llama reactivo, es decir, está químicamente integrado en la matriz polimérica, por ejemplo, en resinas epoxi de paneles de circuitos impresos, y es una parte integrante del plástico. Adicionales retardantes de la llama bromados reactivos incluyen, por ejemplo, bromo- y dibromo-estireno, y tribromofenol. Al estar integrado en el polímero, las emisiones de estos retardantes de la llama son muy bajas y, normalmente, no suponen ningún riesgo. Sin embargo, la formación de dioxina no es todavía realmente menor. En una menor extensión, sin embargo, el TBBPA se usa también como aditivo retardante de la llama.

Todos los retardantes de la llama bromados anteriormente mencionados se han sometido a una evaluación de riesgo, detallado en el Reglamento 793/93 EEC de la UE sobre Sustancias Existentes, o están en la fase final de esta evaluación de riesgo. Como resultado, pentaBDE y octaBDE han sido prohibidos porque se acumulan en el medioambiente, son persistentes y tóxicos, en cualquier caso, estas sustancias estarán presentes en el residuo durante muchos años. No se encontró riesgo para los seres humanos y el medioambiente por parte del decaBDE, tampoco se encontró que fuera un riesgo para la salud el TBBPA. Recientemente, decaBDE ha dado origen a debates, como ha mostrado la nueva investigación, que la sustancia puede ser desbromada por la influencia de la radiación UV y, por eso, los recientemente prohibidos pentaBDE y octaBDE pueden ser elaborados.

Los peligros potenciales de los retardantes de la llama tales como los éteres de polibromodifenilo (PBDE) y polibromobifenilo (PBB) en relación con la formación de los PBDD/F han llevado a la prohibición por la UE (WEEE, RoHS, ElektroG). Una excepción es el decaBDE, que está expresamente excluido de esta prohibición. En la solvolisis, grandes proporciones de estos compuestos orgánicos halogenados están modificados por mecanismos similares como el descrito para PVC, de manera que el peligro potencial disminuía significativamente durante las reacciones de descomposición térmica.

Materiales inorgánicos que acompañan las cargas

Retardantes de la llama inorgánicos

Retardantes de la llama de base organo-fosforada:

En esta clase de compuestos se usan, típicamente, ésteres aromáticos y alifáticos de ácido fosfórico, tal como:

- TCEP (tris(cloroetil)fosfato),
- TCPP (tris(cloropropil)fosfato),
- TDCPP (tris(dicloroisopropil)fosfato),
- TPP (trifenilfosfato),
- TEHP (tris-(2-etilhexil)fosfato),
- TCP (tricresilfosfato),
- ITP (trifenilfosfato isopropilado), mono-, bis- y tris (isopropilfenil)fosfato con diferentes grados de isopropilación,
- RDP (bis(difenilfosfato de resorcinol),
- BDP (bis(difenilfosfato) de bisfenol A).

Estos retardantes de la llama se usan, por ejemplo, en espumas de PUR blandas y duras en muebles tapizados,

asientos para coches, o en materiales de construcción. Más recientemente, BDP y RDP se usan cada vez más como substitutos de octaBDE en los plásticos de los dispositivos eléctricos.

Retardantes de la llama inorgánicos son, por ejemplo:

- 5 - hidróxido de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$), es el retardante de la llama más ampliamente usado del mundo (llamado también ATH por “aluminio trihidratado”). Ejerce un efecto enfriador y diluyente de los gases por eliminación de agua, sin embargo, debe añadirse en grandes concentraciones (hasta 60 %).
- hidróxido de magnesio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$, MDH, “magnesio dihidratado”) es un retardante de la llama mineral con una estabilidad térmica mayor que ATH, pero con el mismo modo de acción.
- 10 - sulfato ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) y el fosfato ($(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$) de amonio están diluyendo el gas en la llama por la eliminación de amoníaco (NH_3), que se quema formando agua y varios óxidos nítricos y retira el oxígeno de la llama. Al mismo tiempo dan lugar a la formación de una capa protectora de los ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido fosfórico (H_3PO_4) resultantes, respectivamente, que puede interrumpir la reacción en cadena de radicales como una de sus funciones. Además, los ácidos son no inflamables, muy higroscópicos y tienen elevadas temperaturas de ebullición. Por lo tanto, se condensan en la zona más fría de la llama y se depositan sobre el material. Además, el ácido fosfórico forma ácido metafosfórico y polifosfórico por deshidratación, con temperaturas de ebullición incluso más elevadas.
- 15 - fósforo rojo forma una capa de ácidos fosfórico y polifosfórico sobre la superficie y provoca que se hinche (intumescencia). Esta capa actúa como aislante y protege al material de la entrada de oxígeno. Los fosfatos formados aquí tienen las mismas características que los derivados del fosfato amónico.
- 20 - trióxido de antimonio (Sb_2O_3) actúa sólo como sinérgico en combinación con retardantes de la llama halogenados. La desventaja es su efecto catalítico sobre la formación de dioxina en caso de incendio.
- pentóxido de antimonio (Sb_2O_5) actúa de forma similar al Sb_2O_3 , como sinérgico.
- borato de zinc (véanse los boratos) actúa enfriando y diluyendo el gas, entre otros, por eliminación de agua. Los compuestos de zinc pueden actuar también de forma sinérgica, reemplazando parcialmente el trióxido de antimonio, más peligroso.
- 25 - Durante la II Guerra Mundial, se usó cal apagada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) como retardante de la llama para la madera de la cercha. Se combina inicialmente con el dióxido de carbono del aire con eliminación de agua formando carbonato cálcico (CaCO_3). Como revestimiento protector dificulta la entrada de oxígeno.

30 Los retardantes de la llama inorgánicos son liberados parcialmente en una forma química algo alterada (por ejemplo, como fosfato cálcico) después de la disolución de la matriz polimérica y se depositan (sedimento).

Metales

Los metales en estado de oxidación 0 (posiblemente con una superficie oxidada) son principalmente de componentes de dispositivos técnicos, por ejemplo, en forma de alambre, piezas de carcasas, tornillos, láminas metálicas, etc.

35 Los metales que actúan en gran medida valiosos con respecto a la solución, tales como hierro, cobre, níquel, etc. sedimentan. Antes, se liberan de cualesquiera materiales compuestos, aislamiento para cables, de materiales de materiales colados, etc., transformando el plástico circundante, o el biopolímero circundante (clavos en la madera), etc. en una forma líquida.

Los metales que actúan no valiosos con respecto a la solución son químicamente modificados.

40 El aluminio forma un aluminato con desprendimiento de hidrógeno. Después de envejecer, forman compuestos de sedimentación, por ejemplo, oxihidratos.

Inicialmente zinc, estaño, arsénico, etc., forman compuestos solubles, de los que después pueden precipitarse los correspondientes sulfuros.

45 Las siguientes figuras ilustran el asunto de la invención sin limitarse a las realizaciones específicas mostradas en la presente memoria.

La Fig. 1 muestra una representación esquemática de una instalación para llevar a cabo el procedimiento según la invención;

La Fig. 2: Diagrama de flujo del procedimiento según la invención;

La Fig. 3 muestra un diagrama Sankey para el procedimiento según la invención;

La Fig. 4 muestra un diagrama del procedimiento para la separación de la fase acuosa y de la orgánica del reactor;

La Fig. 5 muestra un diagrama de presión, temperatura y concentración de disolvente.

Así, la Figura 1 muestra una representación esquemática de una instalación para llevar a cabo el procedimiento según la invención, en donde la material que ha de ser procesado se añade desde el recipiente de transporte 1 (opcionalmente después de un almacenamiento intermedio) en el reactor 3 después de una fragmentación posterior 2 opcional.

Aquí, la alimentación puede tener lugar de forma cuasi-continua (opción 1 → semicontinua) (por ejemplo, mediante un tornillo de compactación o una prensa de pistón), en donde se proporciona la solución de digestión, o se abre la tapa del recipiente del reactor (opción 2 → modo por lotes).

En el último enfoque, la solución de digestión tenía que ser bombeada previamente al depósito 6, las válvulas 8, 9 y 34 deben estar cerradas en este caso. Antes de abrir la tapa, el recipiente debe ser despresurizado para desplazar del contenedor los olores, los gases tóxicos y los vapores inflamables, si los hay, mediante vapor o ventilación.

En el caso de funcionamiento discontinuo, la solución alcalina se añade de nuevo después de rellenado e inertización, si procede.

El reactor está equipado con un agitador mecánico, preferiblemente con un agitador de áncora. También es posible poner en marcha el reactor como un reactor de circulación, sin embargo, en este caso la entrada de la solución en el contenedor (preferiblemente, de forma tangencial) debe garantizar un movimiento suficiente de los reactivos. En el esquema anteriormente mencionado, el reactor está diseñado como un reactor de tanque agitado y como un reactor de circulación. El suministro de calor al procedimiento se lleva a cabo, preferiblemente, mediante un intercambiador de calor 5 dentro de la circulación que lleva desde el contenedor 3 por los contenedores 6 → 10 → y de vuelta al contenedor 3.

Opcionalmente, el reactor puede también ser diseñado como un recipiente con doble camisa y calentado con vapor, aceite térmico u otras formas apropiadas de suministro de calor.

Después de la descomposición o fusión de los componentes orgánicos, las sustancias inorgánicas que están ajustadamente conectadas (por ejemplo, alambres aislados) o unidos en una matriz orgánica (por ejemplo, compuestos plásticos) se disuelven y sedimentan debido a su mayor densidad que la solución de digestión.

Estos sedimentos son eliminados de forma continua por un dispositivo de descarga 13 o en modo por lotes después de la apertura del reactor. Después de la descarga, los sedimentos con la solución de digestión cargada con materia orgánica adherida a ellos, son lavados usando solución de digestión recién regenerada 22. Posteriormente, el sedimento es lavado con agua y desechado en un vertedero o trabajado para la recuperación del metal (por ejemplo, electrorrefino).

La columna 4 supone un papel clave en el procedimiento. Su tarea es separar del vapor de arrastre la proporción de componentes orgánicos contenidos en el vapor de agua, cuya presión de vapor es menor que la del agua. Esto requiere circulación forzada. La columna debe diseñarse como una columna empaquetada 33.

El vapor de arrastre empobrecido en compuestos orgánicos es siempre devuelto al reactor 3, de manera que el vapor de arrastre puede ser recargado con materia orgánica.

Los gases y vapores con mayores presiones de vapor que el agua contenida en el vapor de arrastre llevarían a un aumento continuo de la presión, por lo tanto son llevados a un aparato de condensación 31 mediante una válvula de regulación de la presión. Inevitablemente algo de vapor de agua se descarga por el camino.

A menos que el sistema ya tenga un exceso de agua debido, de todos modos, a la humedad del material de partida, o por reacciones de desdoblamiento con eliminación de agua, el agua condensada debería ser retroalimentada al reactor. Los gases descargados deben ser liberados de los gases interferentes y después pueden ser usados como gases combustibles, o simplemente quemados.

Los líquidos orgánicos recogidos en el sumidero de la columna 4 pueden ser adicionalmente separados por destilación. Preferiblemente, esta destilación se lleva a cabo en vacío porque, parcialmente, la dispersión de la diferencia en la presión de vapor es mayor, y por otra parte, muchos productos tienen temperaturas de ebullición muy elevadas, de manera que las temperaturas de destilación necesarias llevarían a la descomposición.

Para esas fracciones que no pueden ser separadas con una pureza suficiente para lograr las cualidades del producto, o para las que no hay suficiente mercado, debe proporcionarse una hidrogenación 19. Preferiblemente, esta hidrogenación se lleva a cabo catalíticamente. Haciéndolo así, se obtienen productos que están en gran medida exentos de heteroátomos tales como O, S y N. Estos productos están después accesibles, por ejemplo, para los típicos procedimientos de refinería y tienen un valor de mercado.

Las medidas para aumentar el rendimiento del producto de la columna por reacción en el contenedor 10 se

describen con mayor detalle en la sección respectiva.

5 Las sustancias orgánicas muy polímeras, que están presentes en el reactor 3 como una fase flotante, después de ser bombeadas al contenedor 6 pueden ser retiradas de allí. Preferiblemente por bombeo (control mediante la conductividad del líquido). Estas sustancias casi no contienen heteroátomos y pueden ser también procesadas adicionalmente en las refinerías.

La Fig. 3 muestra un diagrama esquemático del procedimiento para la separación de la fase acuosa y orgánica del reactor. Aquí, en el caso de un reactor de circulación por lotes, la separación puede realizarse de forma continua mediante un separador por gravedad (separador de aceite), un hidrociclón o instalaciones técnicas similares.

10 El empobrecimiento en materia orgánica basado en la separación por presión de vapor o por extracción tiene sus límites. Particularmente, las sustancias polares tendentes a la formación de sal (particularmente carboxilatos) no son adecuadas para estas dos opciones.

Por esta razón, la solución es enriquecida con estas sustancias, que disminuirían el valor de pH y llevarían finalmente a una paralización de muchas reacciones de solvolisis.

15 Por lo tanto, los componentes orgánicos deben ser eliminados de la solución, y así la solución debe ser de nuevo regenerada.

Hay tres enfoques que pueden realizarse de forma individual o combinados.

- Electrolisis de Kolbe:

20 La polaridad puede ser disminuida drásticamente por eliminación de la funcionalidad mediante la oxidación de un electrón, de un grupo carboxilo R-COO- a radicales R-COO•, que se degrada por descarboxilación a CO₂ y R• y que alternativamente reacciona con R'• para formar el compuesto R-R'. Las sustancias resultantes son ahora aptas para destilación y extracción, respectivamente, y así pueden ser separadas del líquido madre.

- Hidrogenación:

Usando un catalizador (preferiblemente níquel Raney) las sustancias polares pueden ser hidrogenadas y parcialmente hidrogenadas, respectivamente, para hacerlas aptas para extracción y destilación, respectivamente.

25 - Procedimientos térmicos

La solución puede también ser tratada usando métodos termoquímicos tales como pirólisis, combustión, gasificación, refinado para recuperar los álcalis. Después de los procesos de combustión, el carbonato del procedimiento (preferiblemente carbonato potásico) está presente de nuevo y es reutilizado como educto.

30 La Fig. 5 muestra un diagrama para presión, temperatura y concentración de disolvente. Por razones de control se ha probado con éxito controlar la temperatura y la presión para obtener la concentración correspondiente. Es decir, un exceso de agua está dejando el sistema. Sólo cuando los procedimientos que consumen agua (por ejemplo, hidrólisis) predominan, se necesita añadir agua. Por comparación con la curva p/T, esto puede determinarse mediante ICA.

35 Además de afectar a la presión de equilibrio en el sistema, la temperatura de reacción afecta principalmente a los siguientes parámetros:

- las cinéticas de los procedimientos de solvolisis, reacciones particularmente lentas son la deshalogenación (compárese con el PVC) y la degradación de los polisacáridos => tiempo de reacción requerido y, por lo tanto, rendimiento espacio/tiempo
- las reacciones secundarias de descomposición (por ejemplo, en dioles) => reducción del rendimiento,
- 40 - la viscosidad de las materias primas, a elevadas temperaturas los eductos son menos viscosos, más móviles, por eso una distribución más fina (emulsión) => rendimiento espacio/tiempo
- la presión parcial de los componentes orgánicos en el vapor de arrastre => eficiencia de la columna/relación de reflujos

45 Preferiblemente, la temperatura de reacción es 180 a 220 °C. Los tiempos de reacción están entonces en el intervalo de aproximadamente 10 a 20 horas (modo por lotes) y las presiones de equilibrio son de 4 a 10 bar

Lista de símbolos de referencia

1 - Depósito (normalmente un contenedor)

2 - Dispositivo machacador (opcional)

ES 2 468 343 T3

- 3 - Reactor de solvolisis
- 4 - Columna empaquetada (preferiblemente con anillos Raschig)
- 5 - Intercambiador de calor (con reactor de circulación opcional), alternativa: reactor de solvolisis con calentamiento directo
- 5 6 - Depósito de la solución (pueden estar conectados varios reactores)
- 7 - Bomba para la solución
- 8 - Válvula de chequeo/control de la solución de circulación (si no se pretende que la solución circule a través del intercambiador de calor (función de control))
- 9 - Válvula de chequeo/control para derivar al intercambiador de calor
- 10 10 - Reactor para la hidrogenación parcial (puede combinarse con electrolisis de Kolbe, si procede [si se usan electrodos de Ni e hidrógeno como pareja redox → hidrógeno naciente en la superficie de Ni])
- 11 - Bomba para la solución, alimentación para el reactor de hidrogenación
- 12 -Agitador de reactor de solvolisis
- 13 - Dispositivo (continuo) de descarga de sedimento
- 15 14 - Bomba para la solución regenerada térmicamente
- 15 - Válvula de chequeo /control del sumidero de la columna
- 16 - Válvula de chequeo/control de retirada del producto
- 17 - Recipiente del producto de la columna
- 20 18 - Válvula de chequeo/control del hidrógeno para el reactor de hidrogenación para el producto de la columna de hidrogenación
- 19 - Reactor de hidrogenación para el producto de la columna
- 20 - Válvula de chequeo/control de retirada del producto del reactor de hidrogenación,
- 21 - Contenedor para producto de la columna hidrogenado
- 25 22 - Separador por gravedad del sedimento después de la gasificación (por ejemplo, óxido de aluminio completamente endurecido, que estaba en solución como aluminato antes de la gasificación) y limpieza previa del d=sedimento del reactor de solvolisis (lavado posterior con agua para la retirada del álcali normalmente requerido)
- 23 - Válvula de chequeo/control del gas de síntesis (en la gasificación) y de los gases de escape (en la combustión)
- 24 - Bomba de la solución térmicamente regenerada al separador por gravedad
- 25 - Carburador o dispositivo de combustión
- 30 26 - Enfriador para separar niebla salina/gas y enfriar a la temperatura y presión en el equilibrio.
- 27 - Recipiente para el sedimento procedente de 22
- 28 - Válvula de chequeo/control del hidrógeno
- 29 - Válvula de chequeo/control de la solución para la regeneración térmica
- 30 - Ventilación del vapor (si es posible axialmente debido al batir del agua por el vapor saturado)
- 35 31 - Válvula de chequeo/control para el recipiente de hidrogenación del producto de la columna
- 32 - Tubería de vapor a la columna (vapor de arrastre que contiene materia orgánica)
- 33 - Válvula de control de la presión del sistema (si los gases de degradación aumentan deben ser descargados del sistema)
- 34 - Retroalimentación de la solución regenerada por electrolisis de Kolbe/hidrogenación (parcial)
- 40 35 - Control de suministro del aire u oxígeno de la gasificación/combustión.

36 - Condensador para el vapor arrastrado por los gases durante la descarga, unido a ello (no mostrado) la retroalimentación del condensado al reactor de solvolisis (si es necesario, aquí el exceso de agua puede ser descargado del sistema de otra manera, y el tratamiento de escape (aminas enlazantes, por ejemplo, etilamina, amoníaco, etc.)

5

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para el tratamiento de residuos en un reactor (3) que comprende las siguientes etapas:
- combinar el residuo que va a ser tratado y una solución alcalina acuosa y un material auxiliar orgánico insoluble en agua para formar una mezcla de reacción;
- 5
- calentar la mezcla de reacción a un intervalo de temperatura entre 140 °C y 250 °C y una presión entre 3 bar y 12 bar para producir al menos una fase acuosa, una fase orgánica, una fase gaseosa y, opcionalmente, una fase sólida;
 - retirar de la fase gaseosa del reactor (3);
- 10
- separación de los componentes orgánicos y acuosos de la fase gaseosa, en particular mediante una columna de rectificación (4);
 - alimentar los componentes acuosos de la fase gaseosa de vuelta al reactor (3).
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por la separación de la fase sólida de la mezcla de reacción.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por el lavado de la fase sólida después de la separación.
- 15
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el residuo comprende al menos uno de los siguientes componentes: biomazas sólidas y líquidas o productos producidos a partir de ellas, plásticos (polímeros), materiales inorgánicos tales como minerales, metales y compuestos de los mismos, contaminantes sólidos o líquidos y/o materiales peligrosos, tales como metales pesados y compuestos de los mismos, compuestos orgánicos sustituidos con halógeno, tales como retardantes de la llama, materias primas y residuos que contienen celulosa, ácidos grasos, biopolímeros, masas bituminosas, masas de alquitrán, combinaciones de los mismos y similares.
- 20
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la solución alcalina contiene carbonatos, particularmente carbonato potásico.
- 6.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la solución es una solución saturada de carbonato potásico y/o la densidad de la solución es 1,5 a 1,6 g/cm³.
- 25
- 7.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque los materiales orgánicos auxiliares son aceites lubricantes, aceites de motor, hidrocarburos alifáticos o similares.
- 8.- Procedimiento según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado por la separación de la fase alcalina acuosa y la fase orgánica por extracción y/o decantación.
- 30
- 9.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por el tratamiento de la fase alcalina acuosa y/o la fase orgánica mediante hidrogenación y/o síntesis de Kolbe.
- 10.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por destilación en vacío de la fase orgánica y/o de la fase acuosa.
- 35
- 11.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la solución alcalina se proporciona en el reactor (3) y tiene lugar una alimentación cuasi-continua del residuo en una operación semi-continua, en particular por medio de tornillos de compactación y prensas de pistón.
- 12.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el reactor (3) es un tanque agitado que tiene un agitador mecánico (12) y/o un reactor de circulación.
- 40
- 13.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por mantener la presión y la temperatura durante un período de 0,5 h a 30 h, preferiblemente de 2 h a 20 h y, en particular, durante más de 10 h.
- 14.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por la trituración del residuo que va a ser tratado hasta un tamaño de partícula determinado que, en particular, tiene al menos una longitud de arista de 0,1 a 10 cm.
- 45
- 15.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la alimentación del residuo tiene lugar en modo por lotes mediante la apertura del reactor (3) y la introducción del residuo, y añadiendo posteriormente la solución alcalina.
- 16.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el suministro de calor durante el procedimiento tiene lugar mediante al menos un intercambiador de calor (5) o por un

ES 2 468 343 T3

medio de transferencia de calor usado en el procedimiento, particularmente vapor o aceite térmico.

- 17.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los componentes inorgánicos son eliminados de forma continua o por lotes adecuados mediante al menos un dispositivo de descarga y se lavan posteriormente mediante solución alcalina y/o agua procesadas.
- 5 18.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque de los componentes inorgánicos se recuperan metales por medio de procedimientos de refinado eléctrico y/o galvánicos y/o químicos y/o mecánicos.
- 19.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la columna de rectificación (4) es una columna empacada.
- 10 20.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la presión en el sistema después de la columna de rectificación (4) se mantiene constante usando un regulador de presión.
- 21.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los componentes orgánicos son separados del vapor de arrastre a través de la transferencia a un aparato de condensación, y el vapor de arrastre empobrecido en constituyentes orgánicos se realimenta al procedimiento.
- 15 22.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque una hidrogenación parcial, en particular usando níquel Raney como catalizador, de al menos una parte de los componentes orgánicos tiene lugar a una presión de vapor demasiado baja, es disminuida por la polaridad de dichos componentes orgánicos y por eso aumenta la presión de vapor de los mismos.
- 20 23.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los componentes orgánicos presentes en forma líquida son sometidos a hidrogenación, en particular usando níquel Raney como catalizador, para la retirada de los heteroátomos y/o son sometidos a hidrocraqueo.

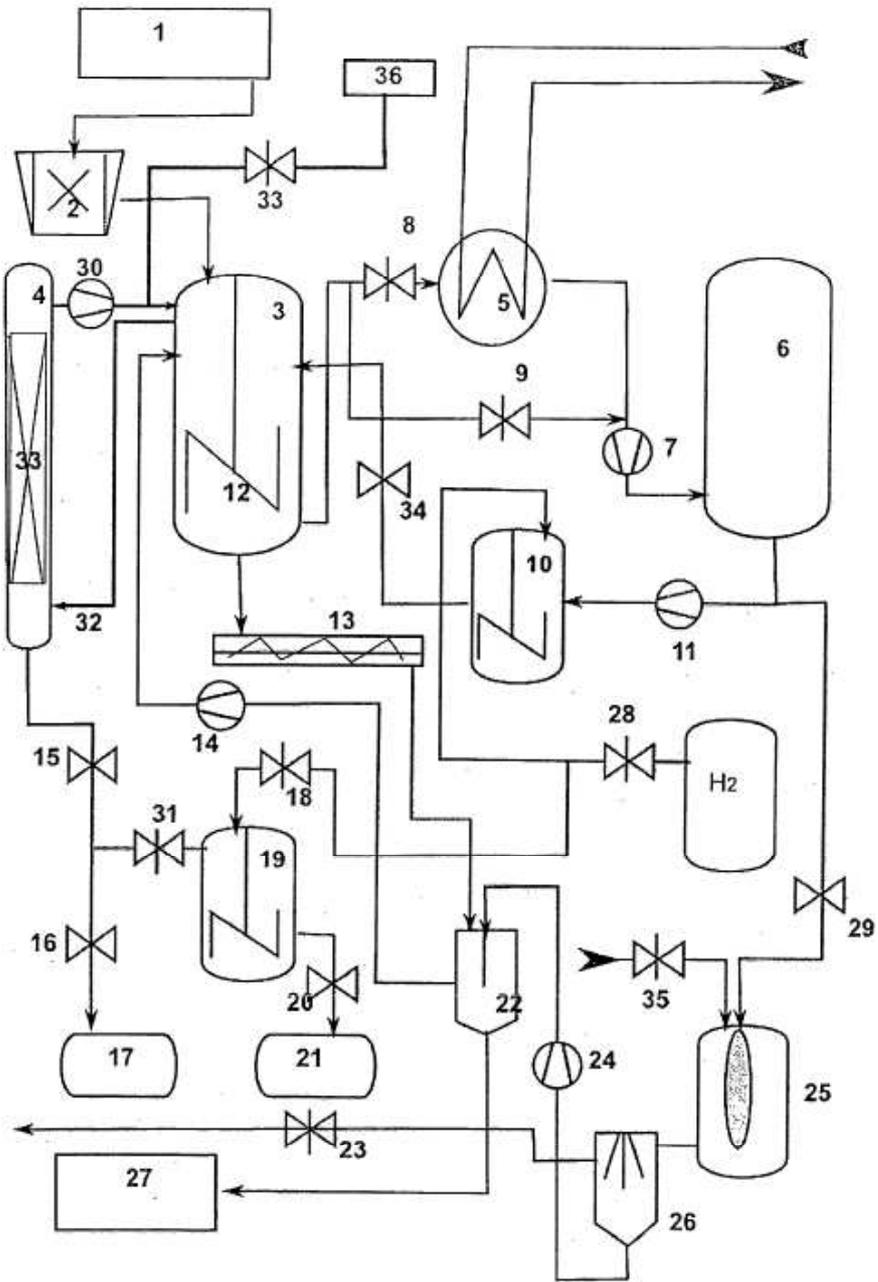


Fig. 1

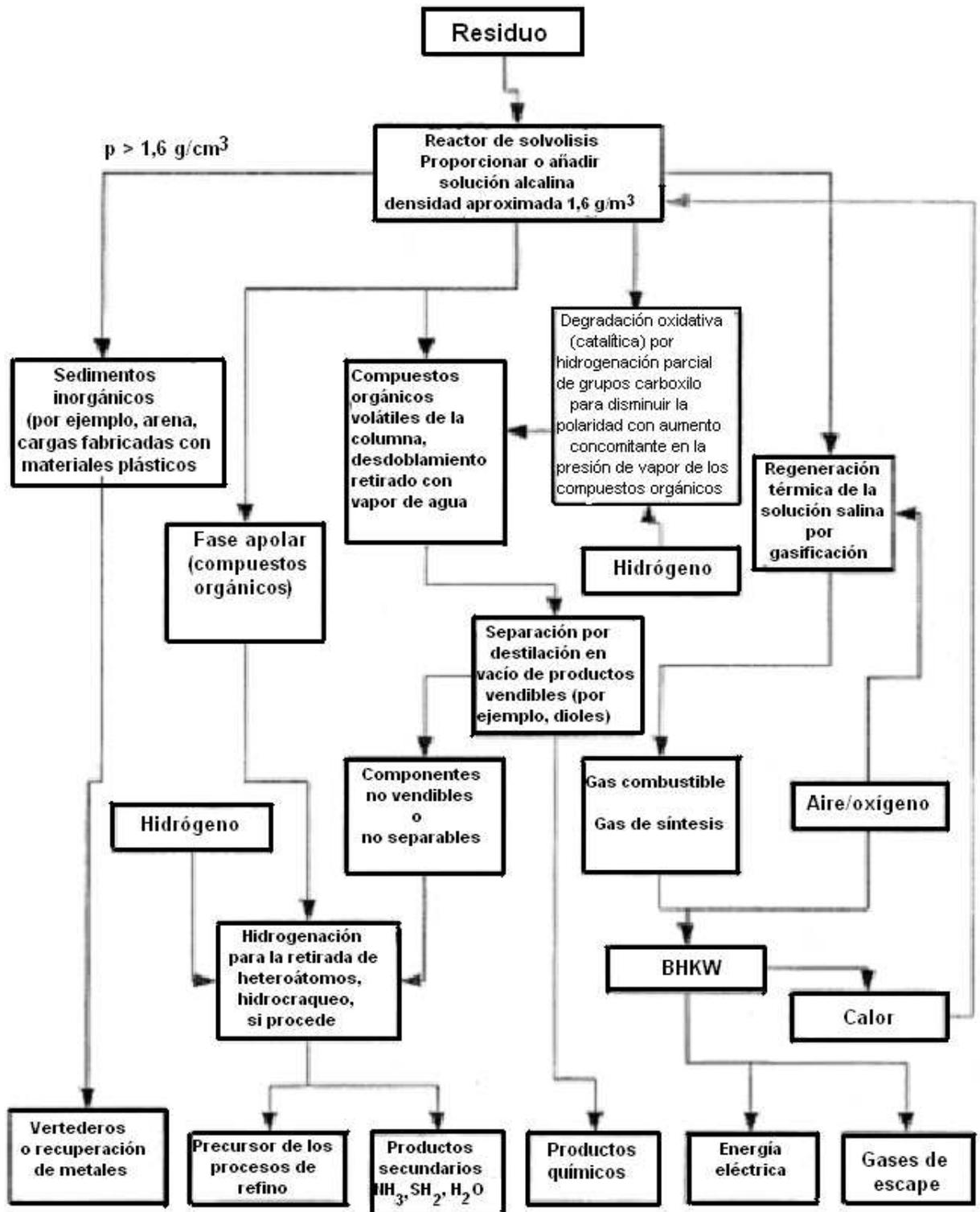


Fig. 2

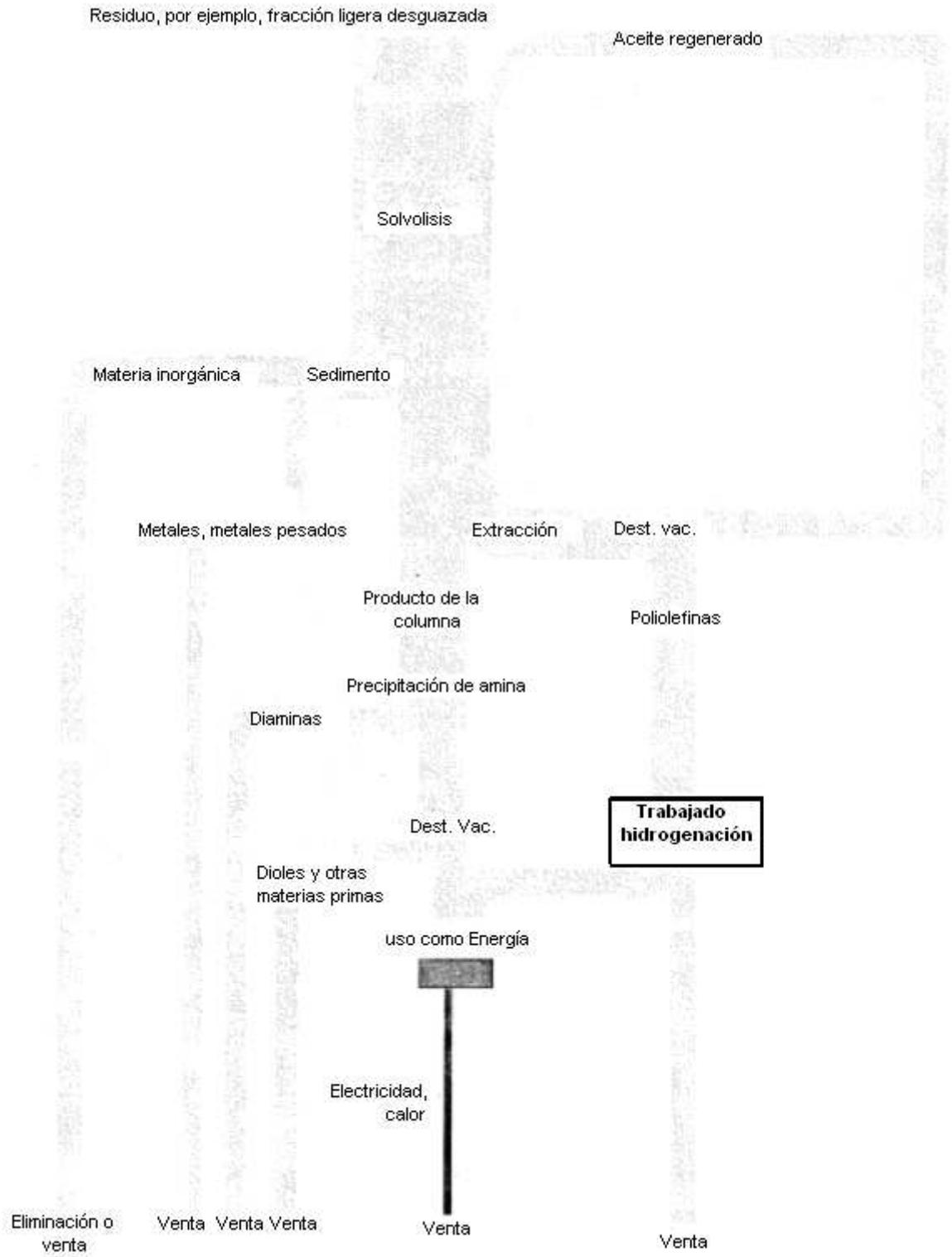


Fig. 3

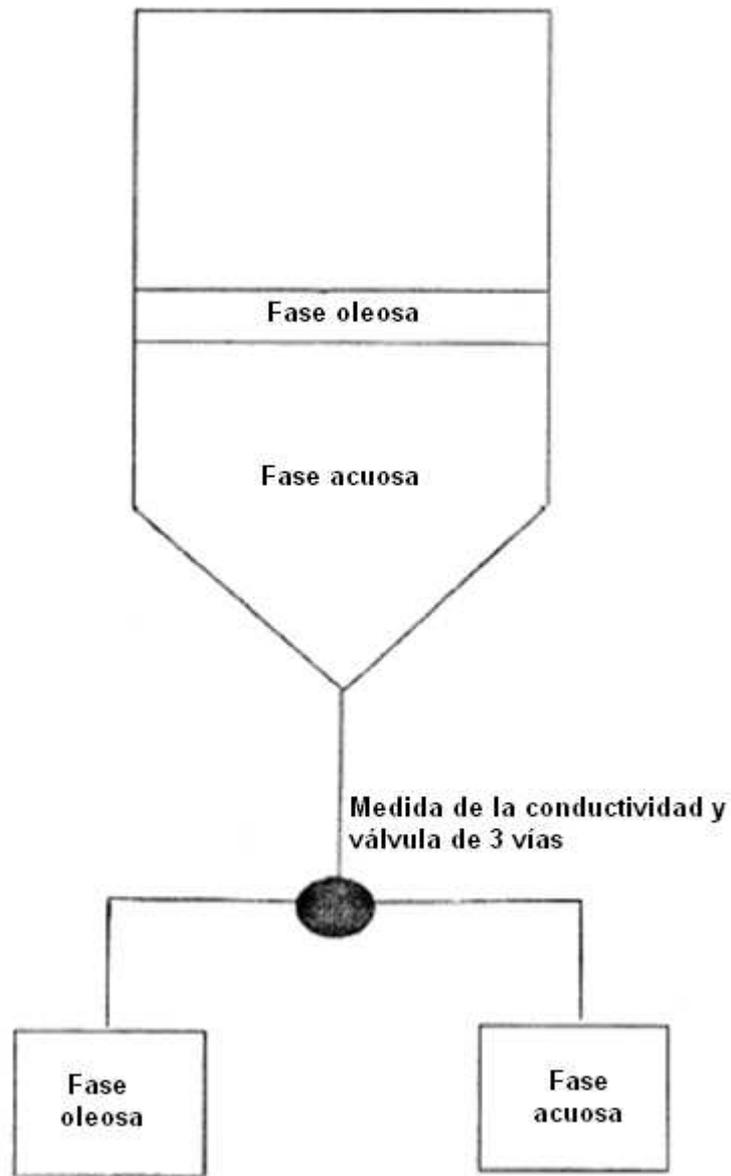


Fig. 4

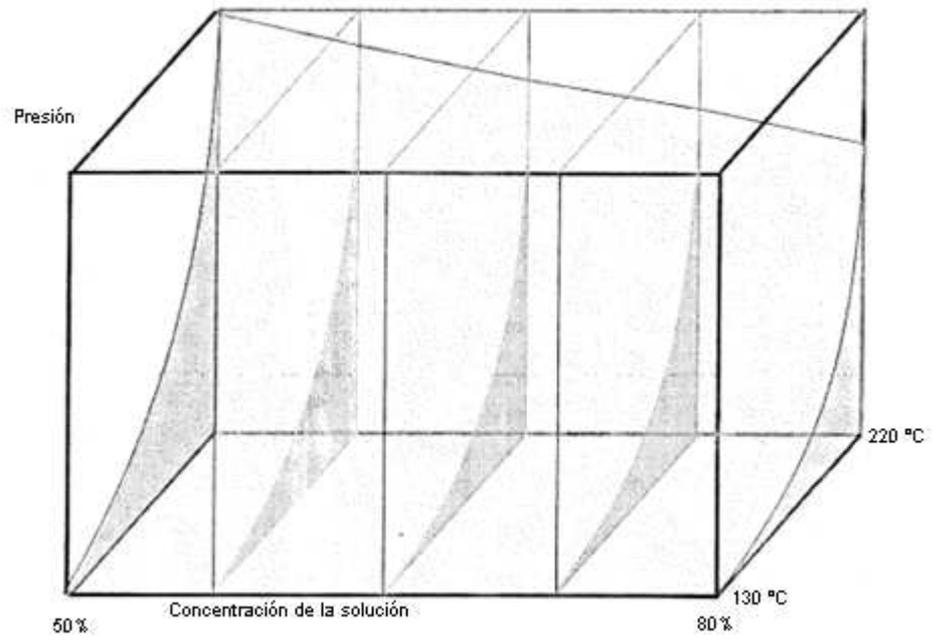


Fig. 5