

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 447 851**

51 Int. Cl.:

C02F 1/08 (2006.01)

C02F 1/38 (2006.01)

C02F 101/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2012 E 12151665 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2013 EP 2479145**

54 Título: **Procedimiento para la recuperación de amoníaco de residuos urbanos y/o industriales**

30 Prioridad:

21.01.2011 IT MI20110058

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

13.03.2014

73 Titular/es:

**AMBIENTE E NUTRIZIONE S.R.L. (100.0%)
Via Curiel, 252
20089 Rozzano (MI), IT**

72 Inventor/es:

CEREA, GIUSEPPINA

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 447 851 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 la recuperación de amoníaco de residuos urbanos y/o industriales

Campo de aplicación

5 En su aspecto más general, la presente invención se refiere a un procedimiento para la recuperación del amoníaco generado de residuos civiles y/o industriales.

En particular, la invención se refiere a un procedimiento para la recuperación del amoníaco generado de la fermentación anaerobia de residuos civiles y/o industriales, para reutilizarse en procedimientos para la producción de energía.

10 Aún más en particular, la presente invención se refiere a un procedimiento del tipo anterior, en el que se recupera el amoníaco de un flujo esencialmente líquido que procede de una etapa de fermentación anaerobia de dichos residuos civiles y/o industriales.

Dichos residuos civiles y/o industriales indican, por tanto, cualquier residuo que comprende sustancias orgánicas que puedan fermentar de forma anaerobia, por ejemplo residuos sólidos urbanos, residuos industriales de diferentes tipos, biomasa.

15 El término biomasa como se usa en el presente documento indica productos de residuos civiles y/o industriales, de naturaleza vegetal y/o animal, tales como lodos de depuradora, residuos orgánicos, excrementos de animales, por ejemplo estiércol y excrementos avícolas, residuos agrícolas y de alimentos, entre los que están maíz cortado y tallos de sorgo, y similares.

20 Por lo tanto, dicho flujo esencialmente líquido, a continuación en el presente documento indicado también como flujo de residuos, puede ser un flujo de lixiviados obtenido directamente de un vertedero, por ejemplo de residuos sólidos urbanos, o puede ser un flujo esencialmente líquido obtenido después de una separación sólida/líquida de digestato, es decir, obtenido de la fracción semilíquida que procede de una etapa de fermentación anaerobia de la biomasa usada en la producción de biogás.

Técnica anterior

25 Se sabe que el amoníaco se usa en varios campos industriales, por ejemplo en la producción de fertilizantes, explosivos, materiales plásticos y fibras sintéticas, en la industria del papel, como disolvente, por mencionar sólo algunos usos.

Por lo tanto, la producción de amoníaco siempre ha sido de gran interés, y se solía considerar en el pasado como un indicador del desarrollo de la industria química de un país.

30 También se sabe que el amoníaco se considera actualmente un agente contaminante peligroso debido a los diversos efectos perjudiciales que pueden derivar del vertido incontrolado del mismo en el entorno.

Por ejemplo, el amoníaco echado a la atmósfera puede ocasionar aproximadamente un incremento en las partículas finas ($>PM_{2.5}$) después de la reacción del mismo con óxidos de nitrógeno del aire (NO_x), con el posterior riesgo para la salud.

35 Además, el amoníaco sufre procedimientos de nitrificación y desnitrificación con la generación de óxido nitroso, un gas que tiene un fuerte efecto invernadero.

Además, el amoníaco desempeña un papel importante en los procedimientos de acidificación y eutrofización, con los posteriores daños medioambientales, tanto del suelo como del agua.

40 Por lo tanto, es necesario tener grandes cantidades de amoníaco como para cumplir con la demanda industrial del mismo, y para limitar la polución medioambiental debida al amoníaco, en particular la que deriva de la descarga de amoníaco a la atmósfera, al agua y al suelo.

Sumario de la invención

45 La presente invención pretende cumplir los requisitos anteriores por medio de un proceso seguro y eficaz, económicamente ventajoso para la recuperación del amoníaco generado a partir de residuos civiles y/o industriales, tal como por ejemplo excrementos animales, fracción orgánica de residuos sólidos urbanos, lodos de depuradora, residuos agrícolas y de alimentos y similares, para su reutilización en la industria química y/o en el campo de la producción de energía.

50 Dichos residuos civiles y/o industriales comprenden por tanto residuos destinados a la eliminación, por ejemplo, los residuos sólidos municipales de un vertedero, o residuos destinados a la recuperación o al reciclaje, por ejemplo la biomasa usada para la producción de biogás.

- En la práctica, gracias a la presente invención, se recupera el amoníaco que está presente en un flujo de residuos esencialmente líquidos, siendo residuos esencialmente líquidos los lixiviados de un vertedero de residuos sólidos urbanos, o un flujo esencialmente líquido obtenido por medio de la separación del digestato originado de una biomasa, que se genera en la fermentación anaerobia de dichos residuos civiles y/o industriales, o cualquier otro residuo líquido que contenga amoníaco, reduciendo mientras considerablemente la cantidad de amoníaco en el propio flujo de residuos, que, por lo tanto, se puede eliminar posteriormente en cumplimiento de las normas nacionales y de la UE, mientras que se pone a disposición dicho amoníaco recuperado para su uso en la industria química, por ejemplo para la producción de fertilizantes, y/o en la producción de energía, como combustible o como reactivo para añadirse al combustible, por ejemplo para controlar las emisiones de combustión.
- El presente procedimiento comprende alimentar de forma continua un flujo de residuos esencialmente líquidos, tal como lixiviados de un vertedero de residuos sólidos urbanos o una fracción esencialmente líquida obtenida de una separación sólida/líquida de digestato, que comprende amoníaco generado de la fermentación anaerobia de dichos residuos sólidos urbanos o de una biomasa que genera dicho digestato, en un turboextractor que comprende un cuerpo tubular cilíndrico cerrado en sus extremos opuestos por placas terminales, equipado con aberturas de entrada y salida, una camisa calefactora para llevar la pared interna del cuerpo tubular cilíndrico hasta una temperatura predeterminada, un rotor de palas, coaxial e interno con respecto al cuerpo tubular cilíndrico donde gira a una velocidad periférica comprendida entre 15 y 40 m/s, para dispersar dicho flujo de residuos que comprenden amoníaco en un flujo de partículas que comprende amoníaco.
- centrifugar dichas partículas que comprenden amoníaco contra la pared interna del turboextractor calentado a una temperatura comprendida entre 60 °C y 250 °C, preferentemente de 85 °C, con formación de una capa de fluido tubular fina, dinámica, altamente turbulenta, que avanza sustancialmente en contacto con dicha pared interna del turboextractor hacia dicha abertura de salida;
- descargar continuamente de dicho turboextractor un flujo de residuo extraído que comprende una fracción líquida esencialmente libre, o con una cantidad reducida, de amoníaco, y una fracción gaseosa rica en amoníaco;
- alimentar dicho flujo de residuo extraído en una unidad de separación de líquido/gas, obtener un flujo gaseoso rico en amoníaco y un flujo líquido esencialmente libre, o con una cantidad reducida, de amoníaco.
- En lo esencial, ventajosamente, a partir de un flujo de residuo esencialmente líquido hecho de lixiviados de vertedero generados de la fermentación anaerobia de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos, o de un flujo esencialmente líquido obtenido centrifugando o filtrando la fracción semilíquida generada de una etapa de fermentación anaerobia de biomasa usada para la producción de biogás, es decir, dicho digestato, que, en función de su origen, puede contener hasta un 10 % en peso de amoníaco, en general entre un 1 % y un 10 % en peso, y más en general entre un 5 % y un 8 % en peso en el caso de lixiviados, y entre un 2 % y un 7 % en peso en el caso de un líquido originado a partir de un digestato, se obtiene de acuerdo con la invención un producto líquido, es decir, dicho flujo líquido libre, o con una cantidad reducida, de amoníaco, que se puede descargar en el entorno en cumplimiento con las reguladoras de desechos urbanos e industriales, mientras que dicho flujo gaseoso rico en amoníaco es una fuente de amoníaco (amoníaco recuperado) que se puede usar en la producción de las sales de amonio correspondientes, y/o como combustible para la producción de energía, y/o como un reactivo aditivo de combustión en procesos de producción de energía, en particular de energía eléctrica.
- Por lo tanto, de acuerdo con otro aspecto de la invención, dicho flujo gaseoso rico en amoníaco se envía a una etapa de neutralización, por ejemplo en un depurador Venturi o en un turbodepurador, en el que el amoníaco reacciona con ácido sulfúrico (H_2SO_4) o ácido nítrico (HNO_3), o soluciones de los mismos, obteniendo las correspondientes sales a base de sulfato de amonio o nitrato de amonio;
- y/o enviar a una etapa de combustión en un quemador de caldera, premezclado opcionalmente con un combustible para dicho quemador, en la que el amoníaco se usa como reactivo aditivo de combustible para controlar los humos de combustión, en particular para reducir la concentración de óxidos de nitrógeno NO_x en dichos humos, y preferentemente como reactivo aditivo para una biomasa o biogás usado como combustible en la producción de energía eléctrica, en el último caso preferentemente como un reactivo aditivo para el biogás obtenido por medio de la misma etapa de fermentación anaerobia de biomasa de donde se obtiene dicho digestato;
- y/o enviar a una etapa de combustión como combustible en un motor endotérmico Otto, mezclado como un comburente.
- En la práctica, en dicho turboextractor se realiza una etapa de extracción o turboextracción de amoníaco, es decir, la transferencia del amoníaco que se disuelve en dicho flujo de residuo esencialmente líquido en una fracción gaseosa del flujo de residuo que se genera en el turboextractor de acuerdo con el presente procedimiento.
- La presente invención ha demostrado que las condiciones de la capa fina (película) turbulenta generadas dentro del turboextractor, asociadas con las características físicas del amoníaco y de las soluciones acuosas del mismo, y con valores particulares de parámetros del procedimiento, permiten que el amoníaco contenido en el flujo de residuo del procedimiento sea totalmente, o casi totalmente, extraído.

Preferentemente, el tiempo de residencia del flujo de residuo dentro del turboextractor está comprendido entre 30 segundos y cinco minutos.

Aún preferentemente, dicha etapa de turboextracción se lleva a cabo a un valor de pH comprendido entre 10 y 13, preferentemente 12.

- 5 Dicho valor de pH se obtiene alimentando dentro del turboextractor una solución concentrada de hidróxido de sodio (NaOH - sosa cáustica), o hidróxido de calcio (CaOH)₂ - cal hidratada), o hidróxido de potasio (KOH - potasa).

En otras palabras, preferentemente, dicha etapa de turboextracción se lleva a cabo de forma esencialmente simultánea con una etapa de neutralización del flujo de residuo del procedimiento por medio del uso de al menos uno de dichos hidróxidos.

- 10 Para este propósito, el cuerpo tubular cilíndrico del turboextractor está equipado con boquillas adecuadas que permiten que dicha solución de hidróxido concentrada se pulverice en el interior del mismo. Dichas boquillas, según la necesidad, se pueden proporcionar en la abertura de entrada del flujo de residuo del procedimiento, o distribuir en un patrón radial en el cuerpo tubular cilíndrico y/o a lo largo del eje del mismo, o incluso pueden tener una distribución helicoidal a lo largo del cuerpo tubular cilíndrico del turboextractor.

- 15 Además, hay que añadir que el mismo cuerpo tubular cilíndrico del turboextractor puede comprender, según la necesidad, varias aberturas de entrada y/o varias aberturas de salida para alimentar el flujo de residuo del procedimiento y descargar el flujo de residuo extraído respectivamente.

Aún preferentemente, dicha etapa de turboextracción se lleva a cabo a un valor de presión comprendido entre 1 y 0,05 atm.

- 20 De forma ventajosa, dicha camisa calefactora del turboextractor se puede calentar por medio de vapor, aceite diatérmico, resistencia, agua caliente de la refrigeración de motores industriales, agua sobrecalentada recuperada de un ciclo industrial.

- 25 La presente invención también proporciona una planta para implementar dicho procedimiento, que comprende esencialmente un turboextractor del tipo anterior y una unidad de separación de líquido/gas dispuesta corriente abajo del turboextractor, en la que se realiza una comunicación fluida unidireccional desde el turboextractor a la unidad de separación de líquido/gas.

Preferentemente, dicha unidad de separación de líquido/gas consiste en un hidrociclón.

- 30 De acuerdo con otro aspecto de la invención, la presente planta puede comprender además al menos una unidad de uso de amoníaco, dispuesta corriente abajo de dicha unidad de separación de líquido/gas y en comunicación fluida unidireccional con ella.

Si se proporcionan más unidades de uso de amoníaco, se disponen en paralelo entre sí para usar el amoníaco recuperado para diferentes usos, según la necesidad.

En la práctica, se pueden proporcionar una o más unidades de uso de amoníaco entre:

- 35 una primera unidad de uso de amoníaco que comprende esencialmente al menos un depurador Venturi o un turbodepurador en el que se alimentan dicho flujo gaseoso que contiene amoníaco que viene de la unidad de separación de líquido/gas y un flujo de ácido sulfúrico o ácido nítrico o soluciones de los mismos, para obtener las correspondientes sales de amonio;

- 40 una segunda unidad de uso de amoníaco que comprende esencialmente al menos una caldera equipada con un quemador en el que se alimentan dicho flujo gaseoso que contiene amoníaco que viene de la unidad de separación de líquido/gas y un flujo de combustible, en la que el amoníaco recuperado se usa para controlar los humos de combustión de dicho combustible.

- 45 En particular, el amoníaco del flujo gaseoso que contiene amoníaco se usa para reducir los óxidos de nitrógeno en dichos humos, y preferentemente para reducir los óxidos de nitrógeno en humos derivados de la combustión de biomasa o biogás, en este último caso preferentemente biogás obtenido de la fermentación anaerobia de la misma biomasa a partir de la que se obtiene dicho digestato.

En particular, cuando el combustible es biogás y el flujo de residuo se origina a partir del digestato, se proporciona un digestor de biomasa corriente arriba del turboextractor, y una unidad de separación de sólido/líquido está comprendida entre ellas, por ejemplo una centrífuga o un sistema de filtración.

- 50 En detalle, la unidad de separación de sólido/líquido está dispuesta corriente abajo del digestor y corriente arriba del turboextractor, y se establece una comunicación fluida unidireccional desde el digestor a la unidad de separación de sólido/líquido y desde la última al turboextractor, además el digestor está dispuesto en comunicación fluida unidireccional también con dicha segunda unidad de uso de amoníaco;

una tercera unidad de uso de amoníaco que comprende esencialmente al menos un motor endotérmico Otto en el que se alimentan dicho flujo gaseoso que contiene amoníaco que viene de la unidad de separación de líquido/gas y un comburente, en la que el amoníaco se usa como combustible para la producción de energía eléctrica.

5 En la práctica, la presente invención permite hacer disponible una fuente de amoníaco, para usarse en la industria química y/o en el campo de la producción de energía, que se genera y se recupera ventajosamente del producto de residuos, y en particular se recupera de un flujo de residuos esencialmente líquido generado del producto de residuos que, aún ventajosamente, se convierte en un flujo con una baja cantidad de amoníaco, por tanto en el producto de residuo con un impacto ambiental bajo que se puede eliminar en cumplimiento de las normas nacionales e internacionales.

10 Además, hay que añadir que el amoníaco recuperado se puede obtener con un alto grado de pureza, en particular cuando se lleva a cabo la etapa de turboextracción con un hidróxido que permite retirar la posible presencia de sulfuro de hidrógeno (H₂S) y ácidos orgánicos lineales, que están presentes en el flujo de residuos del procedimiento y se originan a partir de la degradación anaerobia del componente orgánico de los residuos sólidos urbanos o biomasa.

15 El amoníaco con un alto grado de pureza es ventajoso además para una planta del tipo descrito anteriormente, puesto que incrementa la duración de uso, por ejemplo, de un quemador de caldera, o de un motor endotérmico Otto, en particular de la cabeza de un motor de este tipo, en el que se usa como un reactivo aditivo de combustión y como combustible, respectivamente.

20 Otras ventajas y características de la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción de los modos de realización de un procedimiento de acuerdo con la invención, a continuación en el presente documento realizada con referencia a los dibujos adjuntos, dados a modo de ejemplos ilustrativos y no limitantes.

Breve descripción de los dibujos

25 La figura 1 muestra esquemáticamente una planta para la recuperación del amoníaco generado a partir de residuos civiles y/o industriales de acuerdo con la presente invención, en la que los componentes esenciales de la invención se representan con líneas continuas y los componentes de modos de realización alternativos de la invención se representan con líneas discontinuas.

La figura 2 muestra un detalle de la planta de la figura 1.

La figura 3 muestra esquemáticamente la planta para la recuperación del amoníaco de la figura 1, de acuerdo con un modo de realización alternativo de la invención.

Descripción detallada de la invención

30 Se describe un procedimiento para la recuperación del amoníaco generado a partir de residuos civiles y/o industriales de acuerdo con la presente invención con referencia al ejemplo de figura 1, en el que se representa una planta de implementación correspondiente indicada globalmente con 1.

35 En particular, en la planta 1 se recupera el amoníaco contenido en un flujo de residuo esencialmente líquido A, que consiste en lixiviados de vertedero, que comprende aproximadamente un 5 % en peso de amoníaco generado a partir de la fermentación anaerobia del componente orgánico de los residuos sólidos urbanos.

En detalle, la planta 1 comprende esencialmente un turboextractor 2 en el que se alimenta un flujo de residuos A, y una unidad de separación de líquido/gas 3 dispuesta corriente abajo del turboextractor 2, en la que se realiza una comunicación fluida unidireccional por medio de un conducto adecuado desde el turboextractor 2 a la unidad de separación de líquido/gas 3.

40 El turboextractor 2, mostrado en detalle en el ejemplo de la figura 2, comprende esencialmente un cuerpo tubular cilíndrico 5 cerrado en los extremos opuestos por placas terminales 6 y 7 y que tiene aberturas de entrada (alimentación) y salida (descarga) 8 y 9 respectivamente, equipado con una camisa calefactora 10 para llevar la pared interna del cuerpo tubular cilíndrico 5 hasta una temperatura predeterminada y con un rotor de palas 11, coaxial e interno al cuerpo tubular cilíndrico 5, donde gira, por medio de un motor M, a una velocidad periférica comprendida entre 15 y 40 m/s.

El rotor de palas 11 comprende una pluralidad de palas 12 dispuestas helicoidalmente y orientadas para dispersar el flujo de residuos A que comprende amoníaco en un flujo de partículas que comprende amoníaco.

50 En particular, las partículas que comprenden amoníaco se centrifugan contra la pared interna del turboextractor 2 calentada a una temperatura de aproximadamente 90 °C, con formación de una capa de fluido tubular fina, dinámica, altamente turbulenta, que avanza sustancialmente en contacto con la pared interna del turboextractor 2 hacia la abertura de salida 9.

En el turboextractor 2, en realidad se realiza una etapa de extracción, o turboextracción, del amoníaco contenido en el flujo de residuos A, pasando el amoníaco, por tanto, de la fracción líquida a una gaseosa que genera flujo en el

procedimiento, que se descarga continuamente desde el turboextractor 2 como flujo de residuos extraído B.

En particular, el flujo de residuos extraído B consiste en una fracción líquida esencialmente libre, o con una cantidad reducida, de amoníaco, y de dicha fracción gaseosa rica en amoníaco.

- 5 Preferentemente, la etapa de extracción se lleva a cabo a un valor de pH de aproximadamente 12, obtenido alimentando en el turboextractor 2 una solución concentrada de hidróxido de sodio, o hidróxido de calcio o hidróxido de potasio, indicada con flujo B'.

Además, la etapa de extracción se lleva a cabo a un valor de presión preferentemente de 0,9 atm.

Además, preferentemente la etapa de extracción se lleva a cabo en un intervalo de tiempo de aproximadamente 2 minutos.

- 10 El flujo de residuos extraído B descargado desde el turboextractor 2 se alimenta a continuación en una unidad de separación de líquido/gas 3, que puede ser cualquier unidad adecuada para separar, en un flujo de procedimiento, una fase líquida de una fase gaseosa, y que preferentemente comprende esencialmente un hidrociclón.

Un flujo gaseoso que contiene amoníaco C y un flujo líquido libre, o con una cantidad reducida, de amoníaco, indicado con D, se descargan a continuación desde la unidad de separación de líquido/gas 3.

- 15 El flujo gaseoso que contiene amoníaco C es, en la práctica, una fuente de amoníaco, ventajosamente generado y recuperado de residuos, tal como residuos sólidos urbanos, que, de acuerdo con otro aspecto de la invención, se utiliza útilmente en la industria química y/o en la producción de energía, en particular de energía eléctrica.

- 20 Para este propósito, la planta de acuerdo con la presente invención comprende una o más unidades de uso de amoníaco dispuestas corriente abajo de la unidad de separación de líquido/gas, a la que se envía el flujo gaseoso que contiene amoníaco C.

En particular, el flujo gaseoso que contiene amoníaco C se puede alimentar en una primera unidad de uso de amoníaco 13, que comprende esencialmente un depurador Venturi o un turbodepurador, en el que también se alimentan ácido sulfúrico o ácido nítrico, o soluciones de los mismos, por medio de un flujo indicado con E.

- 25 En esencia, en la primera unidad de uso de amoníaco 13 se realiza una primera etapa de uso del amoníaco recuperado, que consiste en hacer reaccionar el amoníaco contenido en el flujo gaseoso que comprende amoníaco C con dichos ácidos para obtener las correspondientes sales a base de sulfato de amonio o nitrato de amonio, indicado con F.

- 30 El depurador Venturi es un dispositivo conocido y por lo tanto aquí no se describe en detalle, que comprende esencialmente un depurador o una torre de lavado, equipado con un tubo de Venturi, en el que se introducen el flujo gaseoso que contiene amoníaco C y un flujo líquido de absorción o neutralización que comprende el ácido sulfúrico o nítrico, es decir, dicho flujo E.

El turbodepurador es sustancialmente un dispositivo bastante similar al turboextractor 2 mostrado previamente, al que se hace referencia en la descripción, en el que se alimentan el flujo gaseoso que contiene amoníaco C y un flujo líquido de absorción o neutralización que comprende el ácido sulfúrico o el ácido nítrico, es decir, dicho flujo E.

- 35 Alternativamente o en paralelo a dicha primera unidad de uso de amoníaco, la presente planta también puede comprender una segunda unidad de uso de amoníaco 14, que comprende al menos una caldera equipada con un quemador.

- 40 En este caso, el flujo gaseoso que contiene amoníaco C se alimenta en el quemador de la caldera junto con un flujo de combustible G, premezclado opcionalmente con el combustible, y el amoníaco contenido en este se usa como aditivo de combustión, en particular para reducir la concentración de óxidos de nitrógeno NO_x en los humos de combustión.

En esencia, en la segunda unidad de uso de amoníaco 14 se realiza una segunda etapa de uso, que consiste en hacer reaccionar el amoníaco recuperado con los óxidos de nitrógeno generados por la combustión del combustible que a continuación se reducen a nitrógeno molecular.

Preferentemente, el combustible consiste en biogás o biomasa.

- 45 Alternativamente, o en paralelo con la primera, segunda o ambas unidades de uso de amoníaco, la presente planta también puede comprender una tercera unidad de uso de amoníaco 15, que comprende un motor endotérmico Otto.

En este caso, el flujo gaseoso que contiene amoníaco C se alimenta dentro de la tercera unidad de uso de amoníaco como combustible del motor endotérmico Otto, premezclado opcionalmente con un flujo oxidante indicado con H.

- 50 En esencia, se realiza una tercera etapa de uso del amoníaco recuperado en la tercera unidad de uso de amoníaco 15, que consiste en usar el amoníaco directamente como combustible de un motor endotérmico Otto.

Con referencia a la figura 3, se muestra un modo de realización alternativo de la planta de la figura 1, en la que las unidades que se corresponden estructural y funcionalmente, se indican con los mismos números de referencia usados previamente.

5 En particular, el ejemplo de la figura 3 muestra una planta indicada globalmente con 50, en la que el amoníaco se recupera de un flujo esencialmente líquido de residuos A', obtenido por separación de líquido/sólido de la fracción semilíquida (digestato) generada a partir de la fermentación anaerobia de biomasa.

En este caso, la presente planta comprende una unidad de separación de líquido/sólido indicada con 30, dispuesta corriente arriba del turboextractor 2, en el que se alimenta un flujo de digestato I, y desde el que se descargan dicho flujo esencialmente líquido de residuos A' que contiene amoníaco, y una fracción de digestato esencialmente sólida L.

10 En detalle, el flujo de residuos A', que comprende aproximadamente un 3-5 % en peso de amoníaco, sufre las mismas etapas del procedimiento mostradas previamente con referencia al ejemplo de las figuras 1 y 2, a las que se hace referencia en la descripción, diferenciándose esencialmente las plantas 1 y 50 por la presencia de dicha unidad de separación de líquido/sólido 30 y opcionalmente por la presencia de un digestor de biomasa.

15 En particular, de acuerdo con otro aspecto de la invención, dicho digestor, indicado con 31, también se puede proporcionar ventajosamente corriente arriba de la unidad de separación de líquido/sólido 30, desde el que se obtiene dicho flujo de digestato, digestor que está dispuesto ventajosamente en comunicación fluida con dicha segunda unidad de uso de amoníaco 14.

20 En esencia, en este caso, el amoníaco recuperado por medio del presente procedimiento se usa como aditivo en la combustión de biogás, en particular un flujo de biogás G', obtenido ventajosamente a partir de la misma etapa de fermentación anaerobia sufrida por la biomasa en el digestor 31.

Las ventajas de la presente invención, ya señaladas durante la presente descripción, consisten en que pone a disposición una fuente de amoníaco para usarse en la industria de forma segura y simple, económicamente ventajosa, y en que el amoníaco puesto a disposición se recupera de material de residuo.

25 Otra ventaja radica en que, gracias a la presente invención, se obtiene una fuente de amoníaco con un alto grado de pureza.

Otra ventaja radica en que la invención permite reducir el contenido de amoníaco generado en un material de residuo después de la fermentación anaerobia, contenido que, por tanto, se puede eliminar fácilmente en cumplimiento de las normas reguladoras de residuos industriales.

30 Para cumplir los requisitos específicos y de contingencia, un experto en la técnica podría realizar varios cambios en la invención descrita anteriormente en los diferentes modos de realización de la misma, entrando todos no obstante en el alcance de protección de la invención, como se define por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la recuperación de amoníaco generado a partir de residuos civiles y/o industriales que comprende las etapas de:
 - 5 - alimentar un flujo esencialmente líquido de residuos (A; A') que comprende una cantidad de amoníaco de entre 1 % y un 10 % en peso en un turboextractor (2) que comprende un cuerpo tubular cilíndrico (5) cerrado en sus extremos opuestos por placas terminales (6, 7), equipado con aberturas de entrada y salida (8, 9), una camisa calefactora (10) para llevar la pared interna del cuerpo tubular cilíndrico (5) hasta una temperatura predeterminada, un rotor de palas (11), interno y coaxial con el cuerpo tubular cilíndrico donde gira a una velocidad periférica comprendida entre 15 y 40 m/s, para dispersar dicho flujo de residuos (A; A') en un flujo de partículas que comprende amoníaco;
 - 10 - centrifugar dichas partículas que comprenden amoníaco contra la pared interna del turboextractor (2) calentado hasta una temperatura comprendida entre 60 °C y 250 °C, preferentemente de 85 °C, con formación de una capa de fluido tubular fina, dinámica, altamente turbulenta, que avanza sustancialmente en contacto con dicha pared interna del turboextractor (2) hacia dicha abertura de salida (9);
 - 15 - descargar de dicho turboextractor (2) un flujo de residuo extraído (B) que comprende una fracción líquida esencialmente libre, o con una cantidad reducida, de amoníaco, y una fracción gaseosa rica en amoníaco;
 - alimentar dicho flujo de residuos extraído (B) en una unidad de separación de líquido/gas (3);
 - 20 - descargar de dicha unidad de separación de líquido/gas (3), un flujo gaseoso rico en amoníaco (C) y un flujo líquido (D) esencialmente libre, o con una cantidad reducida, de amoníaco.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se alimenta una solución concentrada de hidróxido de sodio, hidróxido de calcio o hidróxido de potasio en dicho turboextractor (2), en una cantidad tal que lleve el pH de dicho flujo de residuos hasta un valor de entre 10 y 13, preferentemente de aproximadamente 12.
- 25 3. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el tiempo de residencia de dicho flujo de residuos en dicho turboextractor (2) está comprendido entre 30 segundos y 5 minutos, y preferentemente es de aproximadamente 2 minutos.
4. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la presión interna de dicho turboextractor (2) está en un valor comprendido entre 0,05 y 1 atm, y preferentemente es de aproximadamente 0,9 atm.
- 30 5. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además las etapas de alimentar dicho flujo gaseoso rico en amoníaco (C) y un flujo que comprende ácido sulfúrico o ácido nítrico (E) en una primera unidad de uso de amoníaco (13), y hacer reaccionar dichos flujos, obteniendo de este modo sales a base de sulfato de amonio o nitrato de amonio.
- 35 6. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además las etapas de alimentar dicho flujo gaseoso rico en amoníaco (C) y un combustible (G) en una segunda unidad de uso de amoníaco (14) que comprende un quemador, y hacer reaccionar el amoníaco contenido en dicho flujo gaseoso rico en amoníaco (C) con los óxidos de nitrógeno generados por la combustión de dicho combustible.
7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicho flujo gaseoso rico en amoníaco (C) se premezcla con dicho combustible (G) antes de dicha combustión.
- 40 8. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, en el que dicho fuel consiste en biogás o biomasa.
9. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además las etapas de alimentar dicho flujo gaseoso rico en amoníaco (C) y un flujo oxidante (H) en una tercera unidad de uso de amoníaco (15) que comprende un motor endotérmico Otto, y hacer reaccionar dichos flujos para alimentar dicho motor.
- 45 10. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho flujo de residuos es un flujo de lixiviados de un vertedero de residuos sólidos urbanos o un flujo de residuos originado a partir del digestato obtenido por fermentación anaerobia de biomasa o cualquier otro flujo de residuos líquido que contiene amoníaco.
- 50 11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que se obtiene dicho flujo de residuos (A') por una etapa de separación de líquido/sólido de dicho digestato (I).
12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho combustible alimentado en dicha segunda unidad de uso de amoníaco (14) es un flujo de biogás (G') obtenido por una etapa de fermentación anaerobia de biomasa.

13. Una planta para recuperar el amoníaco generado a partir de residuos civiles y/o industriales que comprende:
- un turboextractor (2) que comprende un cuerpo tubular cilíndrico (5) cerrado en sus extremos opuestos por placas terminales (6, 7), equipado con aberturas de entrada y salida (8, 9), una camisa calefactora (10) para llevar la pared interna del cuerpo tubular cilíndrico (5) hasta una temperatura predeterminada, un rotor de palas (11), interno y coaxial con el cuerpo tubular cilíndrico (5) que es apropiado para girar a una velocidad periférica comprendida entre 15 y 40 m/s;
 - una unidad de separación de líquido/gas (3) corriente abajo de dicho turboextractor (2) y en comunicación fluida con él.
14. La planta de acuerdo con la reivindicación 13, en la que dicha unidad de separación de líquido/gas (3) consiste en un hidrociclón.
15. La planta de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, que comprende además al menos una unidad de uso de amoníaco (13, 14, 15) corriente abajo de dicha unidad de separación de líquido/gas (3) y en comunicación fluida con ella, comprendiendo dicha al menos una unidad de uso de amoníaco un depurador Venturi, un turbodepurador, un hervidor equipado con un quemador o un motor endotérmico Otto.
16. La planta de acuerdo con la reivindicación 15, en la que dos o más unidades de uso de amoníaco están dispuestas en serie.
17. La planta de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13-16, que comprende además una unidad de separación de líquido/sólido (30) corriente arriba de dicho turboextractor (2) y en comunicación fluida unidireccional con él.
18. La planta de acuerdo con la reivindicación 17, en la que dicha unidad de separación de líquido/sólido (30) comprende una centrifuga o un sistema de filtración.
19. La planta de acuerdo con la reivindicación 17 o 18, que comprende además un digestor (31) corriente arriba de dicha unidad de separación de líquido/sólido (30) y en comunicación fluida con dicha unidad de separación de líquido/sólido (30) y que comprende dicha al menos una unidad de uso de amoníaco (14) una caldera equipada con un quemador.

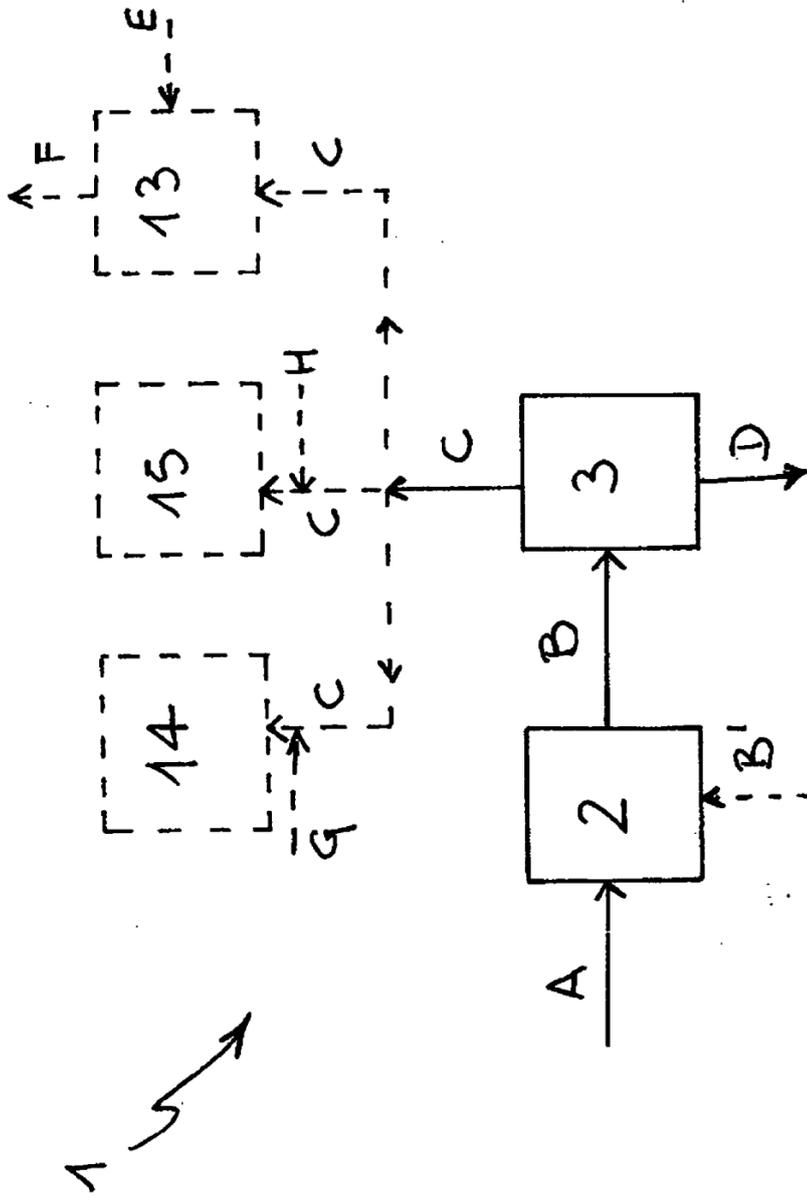


Fig. 1

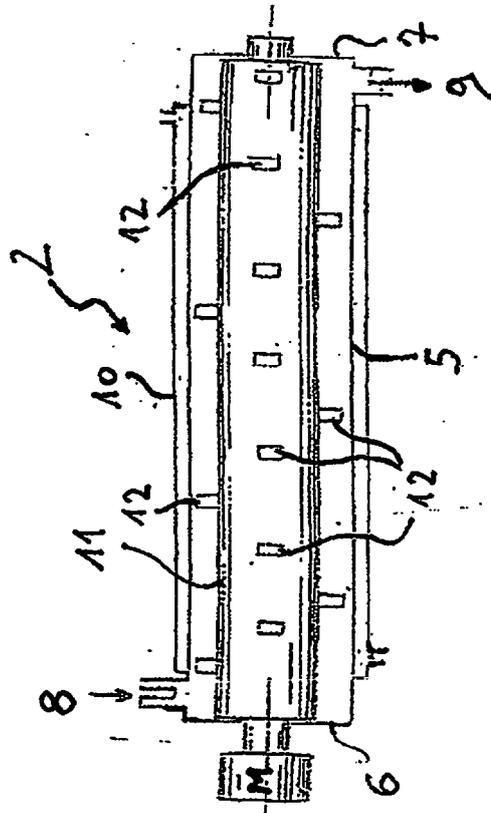


Fig. 2

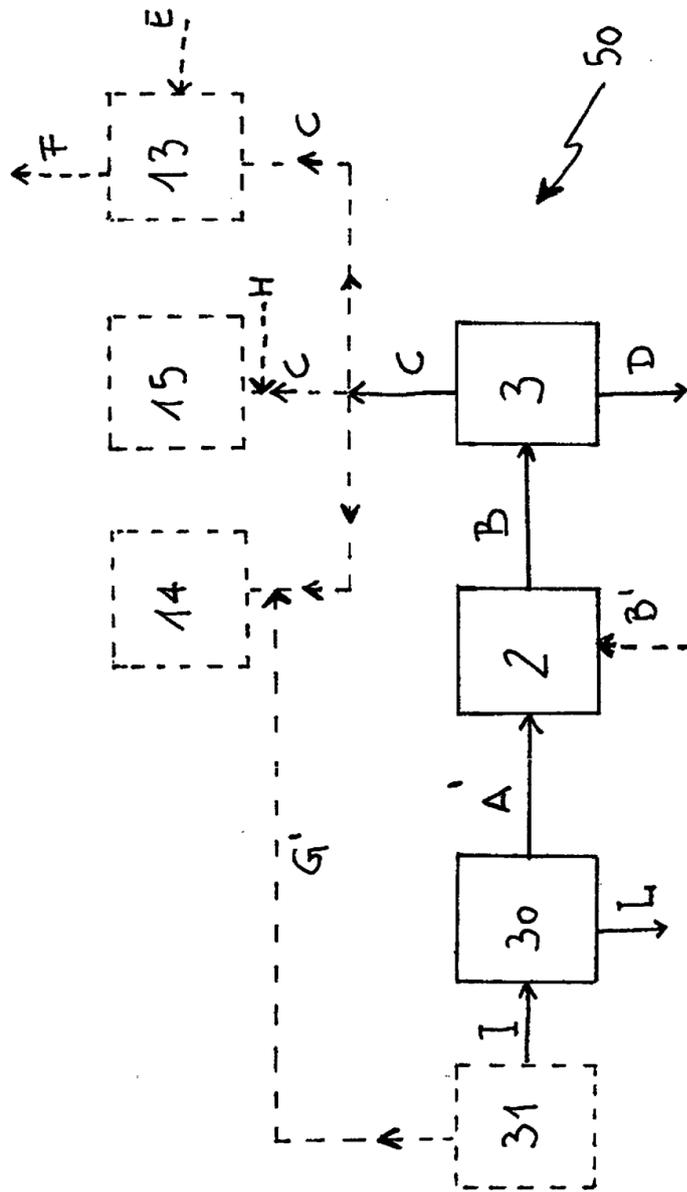


Fig. 3