

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 671**

51 Int. Cl.:

**C02F 11/12** (2006.01)

**C02F 1/48** (2006.01)

**C02F 1/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2011** **E 11746451 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015** **EP 2595929**

54 Título: **Proceso para modificar la estructura de un lodo orgánico**

30 Prioridad:

**21.07.2010 IT MI20101346**

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

**23.06.2015**

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:

**ARIZTI ACHA, Monica**

ES 2 538 671 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).

Proceso para modificar la estructura de un lodo orgánico

**DESCRIPCIÓN**

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un proceso para modificar la estructura de un lodo y a un aparato para realizar dicho proceso.

10 En particular, la invención se refiere a un proceso y aparato para modificar la estructura de un lodo orgánico originado en la purificación de agua residual, de tipo civil o industrial, que se ha sometido a deshidratación y/o secado.

**Técnica conocida**

15 Se conoce la necesidad de deshidratar o secar el lodo y dispersiones similares de sustancias orgánicas en una fase acuosa.

Dependiendo de la cantidad de materia seca del producto final, el lodo se denomina lodo deshidratado o secado.

20 En particular, en un lodo secado, la cantidad de materia seca puede constituir hasta aproximadamente el 90 % en peso del peso total del lodo y, en general, es mayor del 60 % en peso, mientras que en un lodo deshidratado la cantidad de materia seca generalmente representa entre el 20 y el 35 % del peso total del lodo.

25 Para satisfacer dicha necesidad anterior, la técnica conocida proporciona diversos procesos donde se obtiene secado, por ejemplo, sometiendo el lodo orgánico a altas temperaturas dentro de la secadora.

En ocasiones el secado también se obtiene mediante acción centrífuga, por ejemplo cuando se emplea una turbo-secadora.

30 Los procesos de dicho tipo anterior experimentan problemas, aunque solucionables, y no están libres de inconvenientes, tal como por ejemplo una degradación del rendimiento térmico que tiene lugar durante el secado del lodo.

35 En particular, cuando el porcentaje de agua en el lodo es aún alto, hay una primera fase, donde el secado es fácil y con una alta eficacia térmica, que sin embargo va seguida de una tendencia hacia la reducción de eficacia, correspondiente a la reducción del contenido de agua en el lodo.

40 Esta degradación de la eficacia térmica es un inconveniente pertinente, puesto que afecta negativamente a los costes operativos del proceso de secado, que tiene que prolongarse durante un largo tiempo, y a una alta temperatura, para obtener el resultado deseado.

En el caso de que se desee un lodo deshidratado, la técnica conocida proporciona procesos, que por ejemplo prevén un tratamiento de filtración y prensado del lodo.

45 Incluso tales procesos, aunque resuelven el problema anterior, tienen inconvenientes en tanto que requieren por ejemplo largos tiempos de filtración y costes de energía considerables para bombear el lodo orgánico a alta presión a prensas de filtro, en particular si se requiere un lodo con un alto contenido seco.

50 Además, incluso en este caso, la eficacia del proceso disminuye a medida que el agua se retira del lodo.

**Sumario de la invención**

55 Un objeto de la presente invención es proporcionar un proceso, y un aparato de operación correspondiente, para modificar la estructura de un lodo orgánico que se origina a partir de un proceso de purificación de aguas residuales civiles o industriales, que es capaz de permitir que el lodo se deshidrate y/o se seque con una alta eficacia, es decir, en el caso de una deshidratación del lodo esencialmente relacionada con medios mecánicos, por ejemplo, centrifugación o filtración más o menos intensa, así como en el caso de secado del lodo por medios esencialmente térmicos, y también en el caso de una combinación de un tratamiento mecánico y térmico, que puede ser sustancialmente simultáneo o sucesivo.

60 El objeto anterior se consigue de acuerdo con la invención mediante un proceso y un aparato para realizar dicho proceso, en el que un lodo orgánico que se origina en un proceso de purificación de aguas residuales de tipo civil o industrial y que está en forma de un sólido húmedo, con un contenido de materia seca mayor del 20 % en peso del peso total del lodo, se expone a un campo eléctrico generado por una corriente continua.

Se ha descubierto que, cuando un lodo del tipo anterior se expone a un campo eléctrico generado por corriente continua, experimenta una transformación estructural a nivel celular, principalmente de las células miceliales, y en particular experimenta la destrucción del meristema celular con la consecuente liberación de hasta el 40 % en peso del peso total del lodo, de agua intracelular orgánica, en el que este porcentaje generalmente está comprendido entre el 5 y 15 % del peso total del lodo.

El lodo orgánico que ha experimentado tal transformación adquiere el aspecto físico de una pasta fluidizada.

El agua intracelular, es decir, el agua que está presente dentro de las células del lodo, representa el porcentaje de agua que es más difícil de retirar durante los procesos de secado, a diferencia del agua intersticial, que es bastante fácil de retirar mediante una acción térmica.

Por otro lado, los procesos de deshidratación, por ejemplo por filtro-prensa, no permiten una retirada sustancial del agua intracelular de un lodo.

Por lo tanto, de acuerdo con la invención, el lodo orgánico se expone a dicho campo eléctrico generado por corriente continua, que es entre 30 y 100 V/0,01 m, e incluso más preferentemente aproximadamente 50 V/0,01 m.

Respecto a la intensidad de la corriente continua que genera el campo eléctrico, debe observarse que depende del valor de los parámetros de proceso y de la capacidad de tratamiento del aparato empleado.

Preferentemente, de acuerdo con la invención, el lodo orgánico se alimenta continuamente a un área que está entre un polo positivo y uno negativo que generan dicho campo eléctrico.

Preferentemente, el presente proceso comprende una etapa de inactivar cualquier compuesto de radicales libres que se genere posiblemente por exposición del lodo al campo eléctrico.

Preferentemente, esta etapa de inactivación se realiza exponiendo la atmósfera a la acción de carbono activo, que a su vez se expone al campo eléctrico, es decir, la atmósfera en contacto con el lodo que se procesa por el campo eléctrico, aunque no está excluido el uso de otras sustancias con una acción selectiva hacia dichos compuestos radicales.

La etapa de inactivación puede ser posterior a la exposición del lodo al campo eléctrico, o puede ser esencialmente simultánea con la exposición del lodo al campo eléctrico.

En el primer caso, la etapa de inactivación se realiza preferentemente por transporte, por ejemplo por succión de dicha atmósfera a un espacio cerrado, donde se confina y se somete a la acción de carbono activo o sustancias similares, mientras que en el segundo caso la atmósfera se somete a la acción de carbono activo o sustancias similares esencialmente en la misma región del espacio donde se genera el campo eléctrico.

Por lo tanto, en ambos casos, la atmósfera en contacto con el lodo procesado en el campo eléctrico se trata para eliminar, o evitar la dispersión de compuestos de radicales libres que pueden ser perjudiciales para la salud humana, y que pueden formarse durante el proceso de modificación estructural de la matriz orgánica del lodo.

Ventajosamente, el presente proceso puede constituir un pretratamiento del lodo para una etapa de deshidratación y/o secado posterior del tipo mencionado anteriormente, o puede realizarse al mismo tiempo que una etapa de deshidratación o secado del lodo, como se apreciará a continuación, siendo en ambos casos el tiempo para el cual el lodo orgánico se expone a dicho campo eléctrico, preferentemente, entre 2 segundos y 10 minutos y más preferentemente entre 3 segundos y 5 minutos.

Preferentemente, el lodo expuesto al campo eléctrico se origina de una etapa preliminar de deshidratación mecánica y tiene un contenido de materia seca preferentemente igual a o mayor del 20 % en peso del peso total del lodo.

De acuerdo con la invención, el presente proceso se realiza en un aparato que comprende aberturas de entrada y salida para alimentar y descargar dicho lodo, y una trayectoria entre dichas aberturas, para que dicho lodo pase a través de las mismas, en el que dicha trayectoria está delimitada al menos parcialmente por un primer y segundo elementos que proporcionan por los positivo y negativo respectivos que generan dicho campo eléctrico que se origina por corriente continua.

Dicho primer y segundo elementos pueden estar situados a una distancia predeterminada entre sí y pueden consistir esencialmente en cilindros que puede girar en direcciones opuestas, con la misma o diferente velocidad de rotación, o pueden consistir esencialmente en placas o semicarcasas del primer y segundo elementos o pueden ser coaxiales entre sí y estar esencialmente situados uno dentro del otro, como se aclarará más adelante.

Para generar la polarización opuesta del primer y segundo elementos que forman dichos polos, se proporcionan medios y conexiones eléctricas que pueden fabricarse de un material metálico conductor, por ejemplo cobre o aluminio, o una aleación metálica conductora o un material de plástico basado en uno o más polímeros conductores.

5 En particular, es posible prever el uso de polímeros tanto extrínsecos como intrínsecamente conductores (o de conducción) conocidos en la técnica, tales como, por ejemplo, poliacetileno (PA), poliparafenileno (PPP), sulfuro de poliparafenileno (PPS), poliparafenileno vinileno (PPV), polianilina (PANI), polipirrol (PPy), politiofeno (PT), poliisotianafteno (PITN), polietileno dioxitiofeno (PEDOT) y mezclas correspondientes.

10 Como se ha indicado previamente y de acuerdo con la invención, después de exponer el lodo al campo eléctrico, el lodo puede alimentarse a una unidad de deshidratación, a una unidad de secado o también a unidades conectadas en serie del tipo anterior y para ello, las unidades comprenden uno o más filtros de tipo banda, filtros de vacío o presión, una centrífuga, una secadora de tipo convencional, por ejemplo de tipo rotatorio, puede usarse una turbo-mezcladora o una turbo-secadora o la deshidratación o el secado pueden realizarse en el mismo aparato en el que el lodo se expone al campo eléctrico, por ejemplo usando una turbo-mezcladora o una turbo-secadora.

20 Por lo tanto, de acuerdo con la descripción anterior, de acuerdo con una realización, el presente aparato esencialmente comprende una calandria de dos cilindros, en el que dicho primer y segundo elementos esencialmente consisten en un primer y segundo rodillos respectivos, que son preferentemente paralelos entre sí, situados a una distancia predefinida entre sí, que giran en una dirección en el sentido horario y antihorario, respectivamente, con una polaridad opuesta, que proporcionan dichos polos positivo y negativo, que generan el campo eléctrico, entre los cuales se alimenta un flujo de lodo a procesar, es decir, se hace pasar de una manera continua.

25 De acuerdo con esta realización, dichos medios y conexiones eléctricas pueden proporcionarse en un primer y segundo cepillo conductor, que proporciona la corriente continua a los rodillos respectivos.

30 Preferentemente, el aparato anterior comprende una caja de contención o confinamiento, en la que está alojada dicha calandria, que está provista de abertura de entrada y salida para el flujo de lodo a procesar, en la que se han alojado medios adecuados provistos de una o más sustancias que son selectivas hacia los compuestos de radicales libres que pueden generarse durante la exposición del lodo al campo eléctrico. Estos medios preferentemente consisten en filtros con carbono activo o sustancias similares, que son activos y selectivos hacia dichos compuestos de radicales.

35 El lodo, que se alimenta en un flujo continuo a dicho aparato y se transporta a un área de paso de dicha calandria comprendida entre el primer y segundo rodillos giratorios, pasa a través del campo eléctrico en el área entre los rodillos, experimentando, debido al campo eléctrico, una modificación estructural que provoca dicha liberación del agua contenida en las células de lodo y la transición de las mismas a un estado físico correspondiente a una pasta fluidizada.

40 El lodo que sale de la calandria como una pasta fluidizada puede alimentarse entonces a una o más unidades de deshidratación y/o secado, como se ha indicado anteriormente, que pueden ser de tipo ciclo continuo o discontinuo, consiguiendo la retirada de dicha agua intracelular que ha liberado el lodo, y la retirada de agua intersticial, en una cantidad que depende de los parámetros operativos del proceso de deshidratación y/o secado y de las características del producto final deseado.

50 Si se desea un producto final que tiene un alto contenido de materia seca, es preferible alimentar el flujo de lodo que sale de la calandria a una turbo-secadora, que esencialmente comprende un cuerpo tubular cilíndrico, provisto de una camisa calefactora, que está cerrada en extremos opuestos por unos fondos, que están provistos de aberturas de entrada y salida, en el que está soportado rotatoriamente un rotor de palas coaxiales.

55 En la turbo-secadora, que está provista de un motor adecuado que hace girar el rotor a una velocidad entre 200 y 1500 rpm, preferentemente 400-600 rpm, el flujo de lodo se somete a una etapa de secado, mediante la acción térmica debido a que la camisa calefactora es coaxial al cuerpo tubular cilíndrico y por el que se hace circular un fluido, por ejemplo aceite diatérmico o vapor, así como por la acción centrífuga debida al rotor de palas, que está provisto de palas que se disponen helicoidalmente y se orientan de manera que centrifugan y simultáneamente transportan hacia la abertura o aberturas de salida el flujo de lodo alimentado a la turbo-secadora.

60 Por lo tanto, la turbo-secadora descarga un flujo de lodo secado con un alto porcentaje de materia seca, mayor del 70 % en peso respecto al peso total del lodo, preferentemente mayor del 80 % en peso.

De acuerdo con la descripción anterior, y de acuerdo con una realización adicional de la invención, el proceso para modificar la estructura de un lodo orgánico se realiza en un aparato, en el que dicho primer y segundo elementos

que proporcionan dichos polos esencialmente consisten en semicarcasa o placas respectivas que generan el campo eléctrico, entre las cuales está dispuesto longitudinalmente un elemento de material aislante, en el que dichos elementos definen un cuerpo esencialmente tubular (difusor) provisto de aberturas de entrada y salida para el lodo a procesar.

5 En particular, una de la primera y segunda placas proporciona el cátodo, o el ánodo, mientras que la otra placa está conectada a tierra mediante el polo opuesto.

10 En dicho cuerpo tubular, que preferentemente tiene una sección con forma esencialmente de paralelogramo, sin excluir otras geometrías diferentes, la primera y segunda placas pueden ser paralelas entre sí o divergentes hacia un extremo del difusor, es decir, hacia una de las aberturas de entrada o salida, según las necesidades.

15 De acuerdo con esta realización, se alimenta un flujo de lodo de una manera continua al cuerpo tubular, a través de la abertura de entrada, y dentro del cuerpo tubular, el mismo se expone a la acción de dicho campo eléctrico generado por una corriente continua suministrada a dichas placas, que por lo tanto forman el polo positivo y negativo, entre los cuales se forma el campo eléctrico.

20 En este caso, también el flujo de lodo experimenta una modificación estructural que comprende la ruptura de la membrana celular y la liberación del agua intracelular del lodo, que adquiere la consistencia de una pasta fluidizada.

Después de la exposición al campo eléctrico, es decir, después de haberlo descargado de un cuerpo tubular a través de la abertura de salida, el flujo de lodo puede someterse a una etapa de deshidratación mecánica y/o secado térmico, en una o más de dichas unidades, según se indica en la descripción anterior, a la que se hace referencia.

25 De acuerdo con la descripción anterior y de acuerdo con otras realizaciones adicionales de la invención, el proceso para modificar la estructura de un lodo orgánico se realiza en un aparato, en el que dicho primer y segundo elementos que forman dichos polos, consiste esencialmente en un cuerpo cilíndrico tubular y un rotor de palas coaxiales, situado dentro del cuerpo tubular cilíndrico de una turbo-mezcladora o una turbo-secadora.

30 En particular, en este caso, la turbo-secadora es similar a la turbo-secadora descrita anteriormente, a la que se hace referencia, y también es capaz de generar internamente dicho campo eléctrico.

Asimismo, la turbo-mezcladora es capaz de generar internamente dicho campo eléctrico y es similar a la turbo-secadora a la que se hace referencia, excepto que no se proporciona una camisa calefactora.

35 En detalle, el cuerpo tubular cilíndrico de la turbo-mezcladora y de la turbo-secadora es tal que forma un polo positivo, mientras que el rotor de palas proporciona el polo negativo, o viceversa, es decir, el cátodo y el ánodo que generan dicho campo eléctrico gracias a dicho medio eléctrico y conexiones previamente descritos.

40 En estas realizaciones, un flujo de lodo se alimenta continuamente dentro del cuerpo tubular cilíndrico donde se expone a la acción del campo eléctrico provocando una modificación estructural del mismo, con liberación de agua intracelular de las células del lodo, que adquiere del estado físico de una pasta fluidizada.

45 Al mismo tiempo, el lodo se somete a centrifugación causada por el rotor de palas, y si se proporciona una camisa calefactora, se somete también a una etapa de secado mediante acción térmica.

50 Como se ha descrito anteriormente, se ha encontrado que un lodo orgánico procede de un proceso de purificación de agua residual, que se expone al campo eléctrico generado por corriente continua, experimenta una modificación estructural que provoca la liberación del agua contenida en las células (agua intracelular) que, por lo tanto, se puede retirar fácilmente del lodo durante una etapa de deshidratación mecánica realizada por ejemplo mediante una centrifugación o filtración más o menos intensiva y/o secado térmico.

55 Sin limitar el alcance de protección de la presente invención a cierta teoría, creemos que un aumento considerable del rendimiento térmico durante la etapa de secado realizado sobre el lodo modificado estructuralmente puede explicarse de la siguiente manera.

El agua en un lodo deshidratado está formada por el agua intersticial y constitutiva, estando presente esta última dentro de la célula de la matriz orgánica del lodo.

60 Durante una etapa de secado térmico convencional, el agua intersticial es más fácil de retirar, puesto que se realiza el transporte por conducción térmica.

Después de que el agua intersticial se haya retirado, las células del lodo orgánico se hacen elásticas y experimentan una transferencia térmica por convección de aire caliente, es decir, aire calentado del proceso térmico, que, en

contacto con el lodo, retira el agua intracelular.

La transición desde la transferencia térmica por conducción a la transferencia térmica por convección provoca una degradación de la eficacia térmica de una secadora.

5 De acuerdo con la presente invención, las células del lodo sometidas a un campo eléctrico experimentan una transformación estructural que esencialmente implica la explosión de la membrana celular, con una descarga de agua constitutiva intracelular.

10 La expulsión del agua intracelular provoca que la mayor parte del calor en la secadora se transfiera por conducción, con un aumento de la eficacia térmica.

Además, la posibilidad de retirar fácilmente el agua constitutiva expelida de las células después de su ruptura provoca un aumento de la eficacia incluso cuando el lodo se somete a deshidratación mecánica, por ejemplo por filtración, prensado o centrifugación.

15 Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción, que se proporciona de una manera ilustrativa y no limitante, con referencia los dibujos adjuntos.

## 20 **Breve descripción de los dibujos**

- La figura 1 muestra esquemáticamente un aparato para modificar la estructura de un lodo orgánico originado de un tratamiento de purificación de aguas residuales, de tipo civil o industrial, de acuerdo con una realización de la presente invención,
- 25 - la figura 2 muestra esquemáticamente una vista lateral de un detalle del aparato de la figura 1, asociado a una turbo-secadora, que se muestra en una sección, de acuerdo con la invención,
- las figuras 3 y 4 muestran esquemáticamente vistas delantera y trasera, respectivamente, de un aparato para modificar la estructura de un lodo orgánico originado de un tratamiento de purificación de aguas residuales, de tipo civil o industrial, de acuerdo con una realización modificada de la presente invención,
- 30 - la figura 5 muestra esquemáticamente una vista lateral del aparato de las figuras 3 y 4,
- 35 - la figura 6 muestra esquemáticamente una vista en sección lateral de un aparato para modificar la estructura de un lodo orgánico originado de un tratamiento de purificación de aguas residuales, de tipo civil o industrial, de acuerdo con una realización modificada de la presente invención.

## 40 **Descripción detallada**

Con referencia a la figura 1, un aparato para modificar la estructura de un lodo orgánico originado de un tratamiento de purificación de aguas residuales, civiles o industriales, generalmente se indica con el número 1.

45 El aparato 1 comprende esencialmente un primer y segundo elementos adaptados para generar un campo eléctrico, que, en particular, consisten en un primer y segundo rodillos de una calandria de dos cilindros, que están indicados por 2 y 3, respectivamente.

Los rodillos 2 y 3, que giran en una dirección en sentido horario y antihorario, respectivamente, son paralelos y están separados entre sí.

50 El primer y segundo rodillos 2, 3 están adaptados para generar dicho campo eléctrico y para ello pueden estar provistos de una polaridad diferente, por ejemplo el primer rodillo 2 con una polaridad positiva y el segundo rodillo 3 con una negativa, como se ilustra mediante el ejemplo en la figura 1, proporcionando por lo tanto un polo positivo y uno negativo, respectivamente.

55 Se proporcionan medios/conexiones eléctricas para suministrar una corriente continua al primer y segundo rodillos 2, 3, que no se muestran en la figura del ejemplo.

60 De acuerdo con una realización, el aparato 1 también comprende una caja de alojamiento o contención, en la que están alojados un primer y segundo rodillos 2, 3, y que se muestra de forma general en 4.

En la caja de alojamiento, que está provista de aberturas de entrada 5 para el lodo a procesar y de aberturas de salida 6 para lodo ya procesado, se confina la atmósfera en contacto con el lodo procesado.

El aparato 1 comprende también una pluralidad de filtros 7, que están alojados dentro de la caja 4, y que se proporcionan para interactuar selectivamente con compuestos de radicales libres que pueden generarse después de la exposición del lodo al campo eléctrico, lo que provoca la modificación estructural de la matriz orgánica del propio lodo.

5 La caja que confina la atmósfera que está en contacto directo con el lodo procesado en el campo eléctrico y los filtros que actúan sobre la misma atmósfera eliminan ventajosamente o evitan la dispersión de dichos compuestos de radicales libres que pueden ser perjudiciales para la salud humana.

10 En el aparato 1, se realiza el presente proceso alimentando a través de una abertura de entrada 5 de la caja de contención 4 un flujo continuo de lodo orgánico prensado con filtro, indicado por F, que tiene un contenido de materia seca del 20 % en peso del peso total del lodo, y generando un campo eléctrico de corriente continua a 50 V y 50 A, correspondiente a 2,5 kW, que se suministra a un primer y segundo rodillos 2, 3 de dicha calandria de dos cilindros.

15 El flujo del lodo en la trayectoria entre las aberturas de entrada y salida del aparato, transita entre el primer y segundo rodillos de la calandria, donde se ve sometido a la acción del campo eléctrico generado entre los rodillos, durante un periodo de tiempo de aproximadamente 5 minutos.

20 El lodo, expuesto a la acción del campo eléctrico, que en este caso pasa a través del campo eléctrico, experimenta una transformación estructural que consiste esencialmente en la ruptura de las células de la matriz orgánica, con una liberación posterior del agua constitutiva del lodo (agua intracelular), y toma el aspecto de una pasta fluidizada.

La cantidad de agua liberada por las células es de aproximadamente el 10 % en peso del peso total del lodo.

25 De acuerdo con un aspecto de la invención mostrado con referencia al ejemplo de la figura 2, donde dicho aparato en el que se realiza el presente proceso de modificación del lodo, se muestra como limitado a una calandria de dos cilindros, el flujo del lodo que sale del aparato 1 se alimenta a una turbo-secadora 8, que esencialmente comprende un cuerpo tubular cilíndrico 9 provisto de una camisa calefactora 10, que está cerrada en extremos opuestos por unos fondos 11, 12, provistos de aberturas de entrada y salida 13, 14, dentro de los cuales está soportado un rotor de palas 15, que es coaxial y está provisto de una pluralidad de palas 16 dispuestas helicoidalmente.

30 En particular, el cuerpo tubular cilíndrico 8 tiene un diámetro igual a 0,9 metros, es de 7,5 metros de longitud y es capaz de procesar nominalmente 1000 kg de lodo con una capacidad evaporativa de aproximadamente 750 l/h de agua en condiciones de proceso convencionales, absorbiendo 800 kcal/l de agua evaporada, con una velocidad del rotor de palas de aproximadamente 600 rpm, estando accionando el rotor de palas mediante un motor M adecuado.

35 Gracias al presente proceso de modificación estructural, al que se ha sometido el flujo de lodo, en este caso, antes de la etapa de secado térmico y centrifugación, en la turbo-secadora se han procesado 1200 kg de lodo, con un consumo de energía de aproximadamente 700 kcal/l y la turbo-secadora descarga un lodo secado (producto final) que comprende un 80 % en peso de materia seca respecto al peso total del lodo secado.

40 En la práctica, la modificación estructural del lodo permite el aumento del área superficial de intercambio térmico con la pared calentada de la turbo-secadora, produciendo una reducción del consumo de calor específico y, al mismo tiempo, un aumento de la capacidad evaporativa de la turbo-secadora, siendo las dimensiones las mismas.

45 De acuerdo con una modificación de la realización y con referencia el ejemplo de las figuras 3-5, la presente invención proporciona un aparato para modificar la estructura de un lodo orgánico, que esencialmente comprende un cuerpo tubular 17 (difusor), que está delimitado esencialmente por un primer y segundo elementos, que están adaptados para generar un campo eléctrico y que, en particular, consiste esencialmente en una primera placa o semicarcasa 18 y una segunda placa o semicarcasa 19, que están separadas longitudinalmente por un elemento aislante 20 fabricado de material dieléctrico.

50 La primera y segunda placas forman un ánodo y un cátodo, respectivamente, entre los cuales se alimenta continuamente un flujo de lodo F a través de una abertura de entrada 21, y se descarga a través de una abertura de salida 22.

55 En una o ambas aberturas de entrada y salida, el aparato de acuerdo con la presente invención puede comprender porciones terminales que pueden estar asociadas a otro aparato u otros componentes de la planta, como se ilustra en los ejemplos de las figuras 3-5, donde el cuerpo tubular 17 comprende un manguito 23 que tiene un segmento acampanado y un reborde 24 para acoplar uno de dichos aparatos adicionales.

Como se muestra en el ejemplo de las figuras 3-5, dicha primera y segunda placas del elemento aislante intermedio se ensamblan de tal manera que proporcionan el cuerpo tubular 17 usando un medio fijo adecuado, tal como

tornillos o tuercas fabricados de material dieléctrico, como en 25.

El presente método se realiza en dicho aparato alimentando el lodo a un cuerpo tubular 17 a través de dicha  
 5 abertura de entrada, y dentro del cuerpo tubular, a lo largo de la trayectoria desde la abertura de entrada hasta la de  
 salida, el lodo se somete a un campo eléctrico generado por la corriente continua suministrada a dichas placas que  
 por lo tanto proporcionan un polo positivo y un polo negativo, respectivamente.

También en este caso el flujo de lodo experimenta una modificación estructural con la ruptura de la membrana  
 10 celular y la posterior liberación del agua intracelular desde de las células del lodo, que toma el aspecto de una pasta  
 fluidizada.

El lodo descargado del cuerpo tubular 17 a través de la abertura de salida después se somete a un tratamiento de  
 deshidratación y/o secado en dichas unidades de acuerdo con la descripción previa, a la que se hace referencia.

15 De acuerdo con una realización de este tipo, para inactivar los compuestos de radicales libres que posiblemente se  
 forman durante la exposición del lodo al campo eléctrico, la atmósfera en contacto con el lodo en el cuerpo tubular  
 17 se expone a la acción de medios adecuados selectivos hacia dichos compuestos de radicales libres, tal como por  
 ejemplo filtros de carbono activo, después de haberlo transportado a un espacio cerrado adecuado, o a lo largo de  
 20 una trayectoria predefinida, por ejemplo por succión a través de un ventilador, que no se muestra en estas figuras.

Se han realizado experimentos alimentando un lodo orgánico en el aparato mostrado en el ejemplo de las figuras 3-  
 5, en los que se ha modificado la capacidad de alimentación (dosificación), así como la diferencia potencial entre las  
 placas que generan el campo eléctrico, y el tiempo de exposición del lodo al campo eléctrico (tiempo para paso).

25 En cualquier caso, el lodo tratado tenía un contenido de agua inicial igual al 80,09 % en peso del peso total del lodo.  
 La distancia entre las placas era 0,01 m.

Los resultados de estos experimentos se resumen en la tabla 1.

30

Tabla 1

Experimento	Humedad final	Capacidad de dosificación	Tiempo para paso	Diferencia de potencial	Corriente absorbida
Nº	%	kg/h	mm:ss	V	A
1	73,90	22	01:10	30	75
2	72,09	30	01:06	40	100
3	72,89	45	00:44	50	125
4	73,28	45	00:44	60	125
5	74,82	90	00:23	62	150

La temperatura de lodo después de la exposición al campo eléctrico fue siempre entre 37 y 40 °C.

35 La temperatura en condiciones estabilizadas de ambas placas polarizadas era 37 °C para el polo positivo y 83 °C  
 para el polo negativo.

La humedad del lodo se ha medido de la siguiente manera.

40 Una muestra de lodo con una forma similar a una pasta se ha secado en un horno a 150 °C hasta que se ha  
 conseguido un peso constante. La humedad contenida en la muestra del lodo se ha obtenido calculando la  
 diferencia de peso antes y después del secado.

45 La humedad medida correspondía al agua unida o contenida en las células de lodo (agua intracelular) e  
 independientemente del agua libre y superficial.

Antes del secado en un horno, el agua libre de la muestra de lodo se ha retirado mecánicamente mediante el  
 siguiente procedimiento.

50 Se han superpuesto cuatro discos de papel de filtro que tenían un diámetro de 120 mm y se han situado sobre un  
 plano moleteado de plástico.

Aproximadamente 10 gramos de la muestra se han distribuido uniformemente en una capa fina sobre los discos de  
 filtro superpuestos.

55 La muestra de lodo se ha cubierto con cuatro discos de papel de filtro superpuestos con un diámetro de 120 mm.

La pila de discos de papel de filtro que comprende la muestra de lodo se ha cubierto con un plano moleteado de plástico.

Se ha situado un peso de 5 kg sobre el plano moleteado de plástico que cubre la pila de discos de papel de filtro.

5 Después de 10 minutos, la muestra de lodo comprimida se ha retirado con una espátula, y después se ha pesado y secado en una estufa.

10 En los ejemplos de las figuras 1-5, se ha descrito un proceso de deshidratación de secado de lodo después de la exposición del mismo lodo al campo eléctrico.

De acuerdo con la presente invención, un proceso de deshidratación o secado de lodo puede realizarse simultáneamente con la exposición del mismo lodo a un campo eléctrico generado por corriente continua.

15 En particular, para una etapa de deshidratación mecánica simultánea, en particular por centrifugación, la presente invención proporciona un aparato que esencialmente comprende una turbo-mezcladora, mientras que para proporcionar una etapa de secado simultáneo, la presente invención proporciona un aparato que comprende esencialmente una turbo-secadora, en el que en ambos casos el campo eléctrico se genera dentro de la turbo-mezcladora o turbo-secadora.

20 Respecto a la turbo-secadora, debe observarse que es esencialmente similar a la turbo-secadora 8 descrita anteriormente con referencia a la figura 2, a la que se hace referencia, y que se muestra en la figura 6, manteniendo los números de referencia usados previamente para las partes que son estructural y funcionalmente iguales.

25 De acuerdo con la invención, la turbo-secadora de la figura 6, indicada por 26, está adaptada también para generar internamente el campo eléctrico a este extremo del cuerpo tubular cilíndrico y el rotor de palas forma un primer y segundo elementos, respectivamente, para proporcionar polos que generan dicho campo eléctrico.

30 En particular, en el presente ejemplo, el rotor de palas, indicado por 27, está adaptado para formar un polo positivo, mientras que el cuerpo tubular cilíndrico 28 está adaptado para formar el polo negativo, es decir, el cátodo y el ánodo.

35 Se alimenta un flujo de lodo F continuamente a la turbo-secadora 26, donde se somete a la acción del campo eléctrico, lo que provoca su modificación estructural con liberación de agua intracelular desde las células del lodo, que después parece como una pasta fluidizada.

40 Dentro de la turbo-secadora, el lodo también se somete a secado por el efecto térmico causado por la camisa calefactora 10 de la turbo-secadora así como por la acción centrífuga provocada por el rotor de palas, en particular las palas 16.

La turbo-secadora 26 descarga entonces un lodo de secado que tiene un alto contenido de materia seca.

45 Respecto al uso de la turbo-mezcladora mencionada anteriormente, debe añadirse que corresponde esencialmente a dicha turbo-secadora 26, a la que se hace referencia, excepto por el hecho que no comprende una camisa calefactora.

En este caso, un flujo de lodo dentro de la turbo-mezcladora se expone a la acción del campo eléctrico y a centrifugación por el rotor de palas.

50 De acuerdo con la invención, el lodo que fluye fuera de la turbo-mezcladora puede suministrarse después para las etapas de deshidratación adicionales, tal como por ejemplo una filtración más o menos intensa, posiblemente a secado, por ejemplo usando una turbo-secadora, opcionalmente combinando una deshidratación mecánica inicial con un secado térmico posterior.

55 Las ventajas de la presente invención, que son evidentes a partir de la descripción, son importantes desde un punto de vista energético si se desea obtener un lodo deshidratado y secado a partir de un lodo orgánico originado de un proceso de purificación de aguas residuales civiles o industriales.

60 Gracias a la presente invención, es decir, gracias a la transformación estructural del lodo, de hecho es posible aumentar la eficacia térmica en un proceso de secado, así como la eficacia de los procesos de deshidratación realizados por ejemplo mediante centrifugas, filtros, prensas o similares.

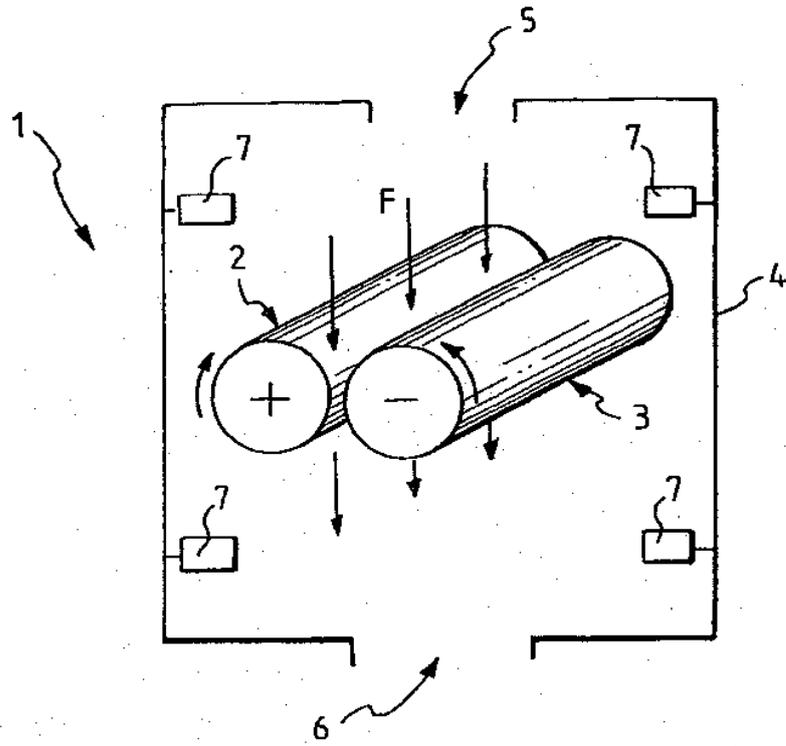
El experto en la materia, para satisfacer las necesidades específicas y contingentes, puede introducir diversas modificaciones al proceso para modificar la estructura de un lodo y al aparato respectivo proporcionado para realizar

el mismo en las realizaciones descritas, en el que estas modificaciones están todas dentro del alcance de protección de la presente invención, según se define en las siguientes reivindicaciones.

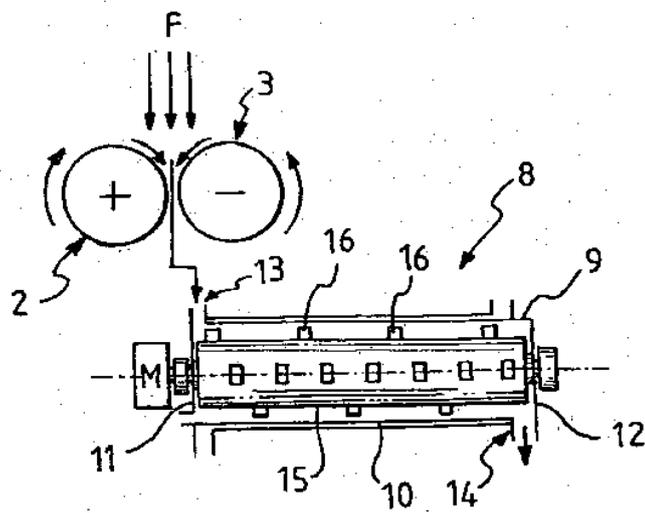
**REIVINDICACIONES**

1. Proceso de modificación de la estructura de un lodo orgánico que se va a someter a secado, que comprende una etapa en la que dicho lodo orgánico, que está en forma de un sólido húmedo con un contenido de materia seca igual a o mayor del 20 % en peso del peso total del lodo, se expone a la acción de un campo eléctrico generado por corriente continua, que está comprendida entre 30 V/0,01 m y 100 V/0,01 m.
2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho campo eléctrico está comprendido entre 30 V/0,01 m y 70 V/0,01 m, preferentemente de aproximadamente 50 V/0,01 m.
3. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dicho lodo se expone a dicho campo eléctrico durante un periodo de tiempo comprendido entre 2 segundos y 10 minutos, preferentemente entre 3 segundos y 5 minutos, para provocar en dicho lodo la liberación de agua intracelular en una cantidad comprendida entre el 5 % y el 40 % en peso respecto al peso total del lodo.
4. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho campo eléctrico se genera por un polo positivo y por un polo negativo entre los cuales se alimenta dicho lodo de una manera continua.
5. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho lodo, después de dicha exposición a dicho campo eléctrico se somete a una etapa de secado.
6. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dicho lodo, al mismo tiempo de dicha exposición a dicho campo eléctrico, se somete a una etapa de secado con calor.
7. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dichos polos, positivo y negativo, consisten en un primer rodillo (2) y un segundo rodillo (3) de una máquina de calandria de dos cilindros.
8. Proceso de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho primer (2) y segundo (3) rodillos rotan a diferentes velocidades entre sí.
9. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dichos polos, positivo y negativo, consisten en una primera placa (18) y una segunda placa (19) separadas por un elemento aislante (20), que define un cuerpo tubular (17) que tiene aberturas de entrada (21) y salida (22) para dicho lodo.
10. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dichos polos, positivo y negativo, consisten en un cuerpo tubular cilíndrico y un rotor de palas interno coaxial al cuerpo tubular cilíndrico de una turbomezcladora.
11. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4 y 6, en el que dichos polos, positivo y negativo, consisten en un cuerpo tubular cilíndrico (9) y un rotor de palas interno (15) coaxial al cuerpo tubular cilíndrico de una turbo-secadora (8).
12. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende en una etapa de inactivación de los compuestos de radicales libres que pueden haberse generado por la exposición de dicho lodo a dicho campo eléctrico.
13. Proceso de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha etapa de inactivación se realiza usando carbono activo.
14. Aparato para modificar la estructura de un lodo orgánico con un contenido de materia seca igual a o mayor del 20 % en peso del peso total del lodo, que se va a someter a secado, que comprende aberturas de entrada (5, 21) y salida (6, 22) para alimentar a y, respectivamente, descargar de dicho aparato un flujo de lodo orgánico, una trayectoria comprendida entre dichas aberturas de entrada y salida a través de la cual circulará dicho flujo del lodo, estando delimitada dicha trayectoria al menos parcialmente por un primer elemento y por un segundo elemento adaptados para formar un polo positivo y un polo negativo, respectivamente, para generar un campo eléctrico internamente respecto a dicho aparato, estando originado dicho campo eléctrico por corriente continua, en el que dicho primer elemento y dicho segundo elemento consisten en un primer rodillo (2) y un segundo rodillo (3) de una máquina de calandria de dos cilindros o, dicho primer elemento y dicho segundo elemento consisten en una primera placa (18) y una segunda placa (19), entre las cuales se dispone longitudinalmente un elemento aislante (20), en el que dichos elementos (18, 19, 20) definen un cuerpo tubular.
15. Aparato para modificar la estructura de un lodo orgánico con un contenido de materia seca igual a o mayor del 20 % en peso del peso total del lodo y simultáneamente secarlo, que comprende aberturas de entrada (13) y salida

- (14) para alimentar a y, respectivamente, descargar de dicho aparato un flujo de lodo orgánico, una trayectoria comprendida entre dichas aberturas de entrada y salida a través de la cual circulará dicho flujo de lodo, estando delimitada dicha trayectoria al menos parcialmente por un primer elemento y un segundo elemento adaptados para formar un polo positivo y un polo negativo, respectivamente, para generar un campo eléctrico internamente respecto a dicho aparato, estando dicho campo eléctrico originado por corriente continua, en el que dicho primer elemento y dicho segundo elemento consisten en un cuerpo tubular cilíndrico (9) y un rotor de palas coaxial (15) soportado para rotación, a una velocidad entre 200 y 1500 rpm, dentro del cuerpo tubular cilíndrico (9), de una turbo-secadora (8), estando provisto el cuerpo tubular cilíndrico (9) de una camisa calefactora (10), que está cerrada en sus extremos opuestos por unos fondos (11, 12), y las palas (16) del rotor de palas (15) están dispuestas y orientadas helicoidalmente de manera que centrifugan y simultáneamente transportan hacia la abertura o aberturas de salida (14) el flujo de lodo alimentado a la turbo-secadora (8).



*Fig. 1*



*Fig. 2*

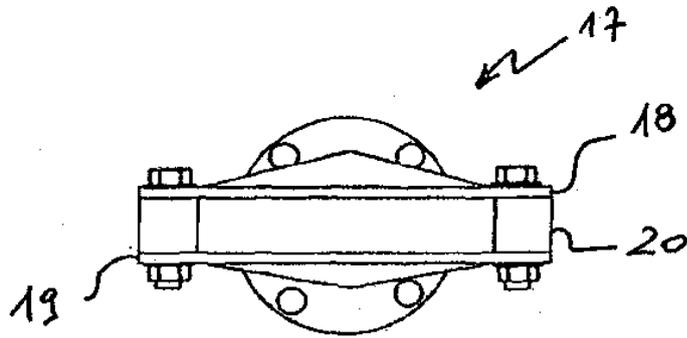


Fig. 3

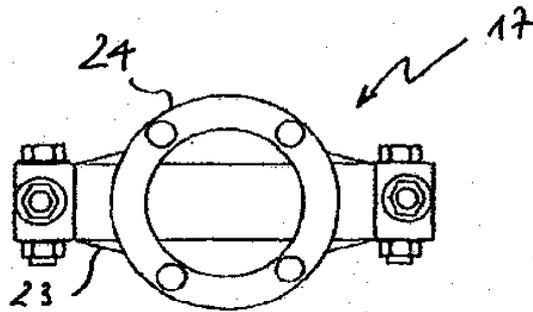


Fig. 4

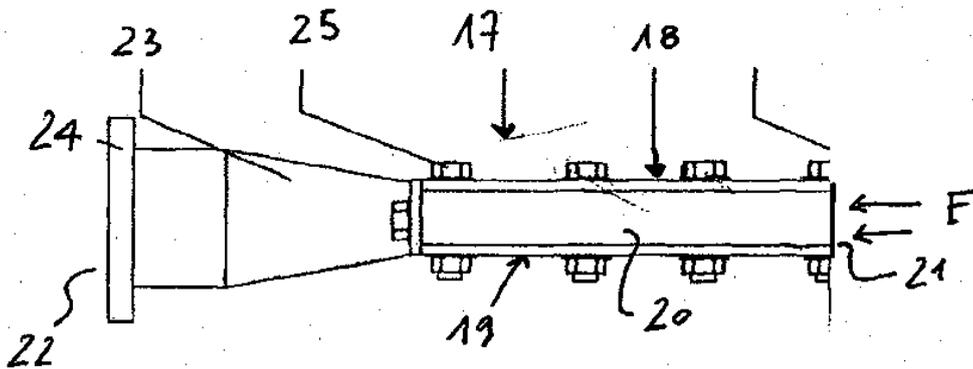


Fig. 5

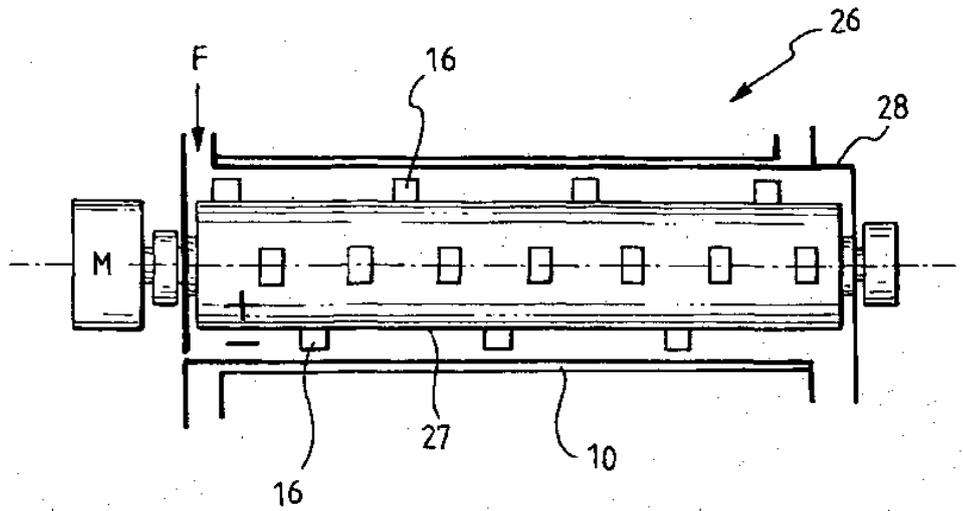


Fig.6