



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 273 503**

51 Int. Cl.:
C02F 1/52 (2006.01)
C02F 1/54 (2006.01)
C02F 1/56 (2006.01)
C02F 11/14 (2006.01)
C02F 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **99932065 .8**
86 Fecha de presentación : **29.06.1999**
87 Número de publicación de la solicitud: **1115663**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **18.07.2001**

54 Título: **Método para deshidratar lodos complejos.**

30 Prioridad: **18.09.1998 US 156820**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es: **NALCO CHEMICAL COMPANY**
One Nalco Center
Naperville, Illinois 60563-1198, US

72 Inventor/es: **Sommese, Anthony, G. y**
Shah, Jitendra

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro**

ES 2 273 503 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).

ES 2 273 503 T3

DESCRIPCIÓN

Método para deshidratar lodos complejos.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a la deshidratación de lodos derivados de un sistema de digestión aeróbica termófila autosostenida (ATAD, autoheated thermophilic aerobic digestion).

10 Los biosólidos son un subproducto del tratamiento de aguas residuales que se han reconocido como un producto valioso. Antes de que un lodo pueda devolverse al ciclo natural, se necesita un tratamiento adecuado para la estabilización y la reducción de patógenos. La Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos ha establecido normas para ambos objetivos. Una tecnología altamente eficaz para conseguir un alto grado de reducción de patógenos es la digestión aeróbica termófila autosostenida ("ATAD").

15 Los sistemas ATAD de este tipo han estado funcionando a escala real en Europa durante más de veinte años. Actualmente, hay más de quince sistemas en los Estados Unidos y al menos cinco en Canadá. Las ventajas significativas de este sistema de tratamiento de residuos conducirán a instalaciones adicionales por todo el mundo.

20 El proceso ATAD es un proceso de digestión aeróbica que funciona en el intervalo de temperaturas termófilas (40-80°) sin calentamiento suplementario. Las bacterias termófilas crecen a estas temperaturas elevadas y tienen una tasa metabólica mucho mayor. Esto da como resultado una tasa más rápida de destrucción de compuestos orgánicos solubles, en comparación con la digestión aeróbica convencional. A medida que estas bacterias destruyen los compuestos orgánicos volátiles, liberan energía en forma de calor. Los compuestos orgánicos volátiles se reducen hasta sus componentes más simples: CO₂ y H₂O. Adicionalmente, la alta temperatura del sistema es eficaz para destruir patógenos. Este proceso tiene la ventaja adicional de reducir el volumen de biomasa. Hasta el 45% de los sólidos se destruyen tras una semana en un sistema ATAD. Este grado de reducción de sólidos es posible en un digestor anaeróbico tras tres semanas o en un digestor aeróbico convencional tras dos meses.

30 Se ha generado mucho interés en los últimos años en el proceso ATAD y, tal como se apuntó anteriormente, están surgiendo varios sistemas ATAD en varias partes de los Estados Unidos. La razón de esto es que el proceso ATAD es un método rentable de conseguir criterios de clase A de reducción de patógenos y de atracción de vectores según se define en las normas sobre lodos de los Estados Unidos EPA 40 C.F.R. Parte 503. El lodo de clase A tiene restricciones de vertido reducidas en comparación con el lodo de clase B, que es el lodo producido a partir de digestión anaeróbica y aeróbica convencional.

35 Con cada vez más autoridades de aguas residuales que optan por tratar el lodo hasta los criterios de clase A para facilitar el vertido y simplificar los requisitos de mantenimiento de registro, el proceso ATAD se volverá sin duda una técnica de estabilización de lodo extendida y más popular en este país. En muchos casos, el lodo ATAD se está deshidratando para facilitar la aplicación a la tierra u otros usos beneficiosos.

40 Desafortunadamente, aunque el proceso ATAD ha servido para ser un proceso de digestión beneficioso, un inconveniente principal de este tipo de sistema de digestión es la incapacidad para deshidratar de manera eficaz el lodo a un coste razonable. En promedio, prácticamente se requiere un aumento por tres en la dosificación de polímeros para conseguir una floculación y deshidratación eficaz de los lodos ATAD. Por ejemplo, los costes de deshidratación del lodo digerido aeróbicamente convencional oscilan desde 20-30 \$/tonelada seca.

45 El documento US-A-5730864 describe un método para tratar un líquido o flujo sin tratar. Se utilizan un coagulante, material granulado y floculante, consiguiéndose un aumento en la velocidad de sedimentación.

50 El documento JP61 14209 describe un método que incluye la adición de un medio auxiliar de floculación inorgánico para ajustar el pH de un agua residual hasta un punto en el que el agua puede liberarse al medio ambiente. Además de un medio auxiliar de floculación se describen como útiles en este proceso los adsorbentes y los medios auxiliares de sedimentación.

55 Por el contrario, un estudio llevado a cabo en nombre de una instalación ATAD ha notificado que la dosificación de polímero aumentó desde 25 \$/tonelada seca hasta más de 150 \$/tonelada seca cuando se utilizó el mismo polímero, que se utilizó previamente para deshidratar lodo digerido aeróbicamente, para la deshidratación del lodo ATAD. Véase Burnett *et al*, "Dewaterability of ATAD Sludges," WEFTEC '97 Proceedings from Residual & Biosolids Management Vol. 2, págs. 299-309 (1997). De hecho, la alta demanda de polímeros se mantuvo a este nivel durante varios meses, a pesar de los intentos por optimizar y reducir las dosis de polímeros mediante los cambios de ensayo y error convencionales en el punto de alimentación, tiempo de espera, y otros parámetros. Igualmente, debido al alto coste de la deshidratación de los lodos ATAD de este tipo, muchas instalaciones ATAD se ven obligadas ahora a transportar el lodo hasta diversos emplazamientos de aplicación agraria para la eliminación. En consecuencia, existe
65 una necesidad de un método mejorado para deshidratar lodos complejos, tales como los lodos derivados del proceso ATAD.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona de manera única un método para deshidratar lodos ATAD. El método incorpora un tratamiento de tres componentes para la deshidratación de los lodos de este tipo. Inicialmente, el lodo se dosifica con un coagulante inorgánico. Después, la mezcla de lodo-compuesto inorgánico se dosifica con un componente microparticulado. Finalmente, la mezcla resultante se dosifica con un floculante de alto peso molecular.

El componente de coagulante inorgánico se utiliza para obtener una amplia formación de flóculos. Tipo adecuados de coagulantes inorgánicos incluyen sales de aluminio, hierro y zinc. Con la adición del componente microparticulado, los inventores de la presente invención han reconocido de manera única un aumento en la cantidad de desecación libre que puede conseguirse con la presente solicitud. Este componente microparticulado puede ser o bien de naturaleza orgánica o coloidal.

Finalmente, tras conseguir una buena formación de flóculos con los dos primeros componentes, la mezcla resultante se dosifica con un floculante de alto peso molecular. Este floculante puede ser de naturaleza aniónica, catiónica o no iónica. Preferiblemente, el floculante de alto peso molecular es un polímero que tiene un peso molecular superior a 5 millones de uma.

Una ventaja de la presente invención es la capacidad de producir un flóculo que puede deshidratarse mucho en lodos complejos, que puede liberar fácilmente agua y puede resistir el esfuerzo cortante de la deshidratación mecánica.

Otra ventaja de la presente invención es la capacidad de deshidratar de manera económica lodos complejos produciendo la formación intensa de flóculos con dosis inferiores a las que se requieren con frecuencia en los programas de floculantes actuales.

Ventajas y características adicionales de la presente invención se describen en, y resultarán evidentes a partir de, la descripción detallada de las realizaciones preferidas actualmente.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas actualmente

La presente invención proporciona un método mejorado para deshidratar lodos complejos derivados del proceso de digestión ATAD. Este proceso es único porque utiliza temperaturas elevadas y bacterias termófilas para degradar el residuo. La degradación es tan eficaz que se deja uno con partículas muy pequeñas, que deben deshidratarse antes del vertido controlado. Estas partículas pequeñas tienen una gran área superficial y por tanto requieren altas dosis de polímero para superar las fuerzas físicas, flocular entre sí y sedimentar. Los inventores han descubierto de manera única que el método de la presente invención permite la deshidratación económica de los lodos de este tipo.

El método de la presente invención incluye un tratamiento de tres componentes según la reivindicación 1. Inicialmente, los lodos derivados de una ATAD se dosifican con un coagulante inorgánico. El coagulante inorgánico se utiliza para formar redes grandes que portan o arrastran las partículas suspendidas con la red. Según la presente invención, el coagulante inorgánico se utiliza para añadir densidad a las partículas extremadamente pequeñas e inicia la floculación de tales partículas.

Tipos adecuados de coagulantes inorgánicos que pueden utilizarse en el método de la presente invención incluyen sales metálicas conocidas, tales como sales de aluminio, hierro y zinc. Estas sales son eficaces porque forman una estructura cuando se añaden al agua. Específicamente, compuestos químicos que pueden utilizarse para el coagulante inorgánico incluyen, por ejemplo, FeCl_3 , FeSO_4 , AlCl_3 , alumbre, $\text{Al}_2\text{Cl}_x(\text{H}_2\text{O})_y$, ZnCl_2 , ZnCl_4 y poli(cloruro de aluminio). Tras la adición del coagulante inorgánico, se añade un componente microparticulado a la mezcla de lodo-compuesto inorgánico. Este componente microparticulado puede ser o bien de naturaleza orgánica o bien coloidal. Los inventores han descubierto de manera única que la adición de un componente microparticulado aumenta la cantidad de desecación libre. Tal como reconocería un experto en la técnica, para una separación sólido/líquido óptima, es imprescindible eliminar tanta agua como sea posible antes de que el lodo pase por la deshidratación mecánica. El componente microparticulado de la presente invención promueve este objetivo.

Puede utilizarse una variedad de materiales para el componente microparticulado. Por ejemplo, el componente microparticulado puede ser un polímero orgánico. Polímeros orgánicos adecuados incluyen, por ejemplo, poliacrilatos, copolímeros de acrilamida/acrilato de sodio (AcAm/NaAc), poli(ácido acrilamidopropilsulfónico (poli AMPS), copolímeros de acrilamida/ácido acrilamidopropilsulfónico (AcAm/AMPS) y terpolímeros que contienen acrilamida/acrilato de sodio/ácido acrilamidopropilsulfónico (AcAm/NaAc/AMPS). Los polímeros orgánicos adecuados tienen un peso molecular que oscila desde 10.000 hasta 500.000. En una realización, el peso molecular del polímero orgánico es inferior a 1 millón de uma (unidades de masa atómica).

De manera alternativa al polímero orgánico, el componente microparticulado puede ser un material inorgánico coloidal. Tipos de materiales inorgánicos adecuados incluyen sílice coloidal (tamaños de partícula variables), aluminio o zinc coloidal, borosilicatos coloidales, varias arcillas (bentonitas, hectoritas, esmectitas), zincs y alúminas coloidales y alumbre.

ES 2 273 503 T3

Una vez que estos dos componentes iniciales forman un floculo fuerte, se añade un floculante de alto peso molecular a la mezcla resultante. Tal como reconocería un experto en la técnica, el floculante de alto peso molecular se selecciona basándose en las características del lodo, concretamente la demanda de carga del lodo. Por este motivo, el floculante puede ser de naturaleza o bien aniónica o bien catiónica o bien no iónica. Este componente final para el sistema de tratamiento agrupa todas las partículas en forma de floculos.

Tal como se apuntó anteriormente, el floculante de la presente invención puede tener una carga positiva, neutra o negativa basándose en las características del lodo particular que está deshidratándose. Tipos adecuados de monómeros cargados positivamente incluyen, por ejemplo, sal de cloruro de metilo del acrilato de dimetilaminoetilo (DMAEA.MCQ), sal de sulfato de metilo del acrilato de dimetilaminoetilo (DMAEA.MSQ), sal de cloruro de metilo del metacrilato de dimetilaminoetilo (DMAEM.MCQ), sal de cloruro de bencilo del acrilato de dimetilaminoetilo (DMAEA.BCQ), sal de sulfato de metilo del metacrilato de dimetilaminoetilo (DMAEM.MSQ), cloruro de acrilamidopropiltrimetilamonio (APTAC), cloruro de metacrilamidopropiltrimetilamonio (MAPTAC), cloruro de dialildimetilamonio (DADMAC) y 2 y 4-vinilpiridina. Mientras que los tipos adecuados de monómeros cargados negativamente incluyen, por ejemplo, acrilato de sodio (NaAc), ácido acrilamidopropilsulfónico de sodio (NaAMPS) y metacrilato de sodio (NaMAc). Finalmente, tipos adecuados de monómeros neutros incluyen, por ejemplo, acrilamida (AcAm), metacrilamida (MAcAm), todos los ésteres y las amidas del ácido acrílico y metacrílico, vinilpirrolidona y N-vinilformamida. Según la presente invención, el floculante puede ser un homopolímero de cualquiera de estos monómeros, pero más preferiblemente el floculante es un copolímero con acrilamida.

El floculante de la presente invención es preferiblemente un polímero de alto peso molecular. Los polímeros floculantes adecuados tienen un peso molecular que oscila desde 1 millón hasta 25 millones de uma. En una realización, el peso molecular del polímero orgánico es superior a 5 millones de uma.

En la mayoría de las circunstancias, ya que los lodos biológicos tienen una carga negativa, los floculantes utilizados en la presente invención serán de naturaleza catiónica. Sin embargo, de nuevo, el floculante se elige basándose en la demanda de carga del lodo. La determinación de la carga se realiza mediante las pruebas de una variedad de floculantes y observando qué floculantes producen el mejor floculo y liberan la mayor cantidad de agua.

A modo de ejemplo, y no como limitación, se indicarán ahora pruebas experimentales que demuestran la eficacia del método de la presente invención.

Procedimiento general de pruebas

El modo habitual de pruebas utilizado en los siguientes ejemplos experimentales fue la prueba de desecación libre habitual. En general, se añadieron 200 ml de lodo a un tubo graduado de 500 ml. Entonces se añadió el polímero al lado así como agua de dilución para hacer el volumen constante. Entonces se tapó el tubo y se invirtió varias veces hasta que empezaron a formarse floculos y pareció que el agua se separaba del lodo floculado. Entonces se vertió el lodo sobre un trozo de tela y se recogió el volumen de agua. Se registró el volumen de agua a los 5, 10 y 15 segundos. Esto simula la zona de desecación libre en la prensa de correa. Además, se examinó la estabilidad de la torta para ver si podía exprimirse más agua de la misma. Fundamentalmente, se obtuvo un resultado positivo si se consiguió una buena formación de floculos, se liberó y desecó un gran volumen de agua en el menor periodo de tiempo y puede obtenerse más agua exprimiendo la torta.

Ejemplo experimental nº 1

Ejemplo 1

Un lodo ATAD de una instalación municipal del suroeste

Se trató el lodo con floculantes catiónicos de alta carga convencionales, tales como Nalco® 7194 Plus y Nalco® 7139 Plus, con varias dosis. También se añadieron a este lodo, antes de la adición de polímero, 5.000 ppm de alumbre. Los resultados de desecación están contenidos en la tabla 1. Se observó una desecación libre baja.

TABLA 1

Dosis (ppm)	Desecación libre de N-7194 Plus	(ml de agua/10 s) de N-7139 Plus
350	22	15
450	30	20
550	28	25

ES 2 273 503 T3

La misma muestra de lodo, con 5.000 ppm de alumbre, se trató según los métodos de esta invención. La tabla 2, resume los resultados obtenidos utilizando un producto microparticulado inorgánico. Manteniendo el floculante constante, se varió la cantidad de producto microparticulado inorgánico. El producto microparticulado (Nalco® 1034A) para la tabla 2, era sílice coloidal. Entonces se registró la desecación libre. Se observó un aumento significativo en la desecación libre con el tratamiento con componente microparticulado.

TABLA 2

Dosis de componente microparticulado (ppm)	Desecación libre N-7194 Plus a 450 ppm	(ml de agua/10 s) N-7139 Plus a 450 ppm
0	30	20
150	66	68
250	62	74
350	60	70

De nuevo se trató la misma muestra de lodo según los métodos de esta invención. La tabla 3, resume los resultados obtenidos utilizando un componente microparticulado orgánico, Nalco® 8677. Manteniendo el floculante constante, se varió la cantidad de componente microparticulado orgánico. Entonces se registró la desecación libre. Se observó un aumento significativo en la desecación libre con el tratamiento con componente microparticulado.

TABLA 3

Dosis de componente microparticulado (ppm)	Desecación libre N-7194 Plus a 450 ppm	(ml de agua/10 s) N-7139 Plus a 450 ppm
0	30	20
150	58	64
250	60	68
350	66	72

Se observó un aumento en la desecación casi por cuatro cuando se empleó el programa con componente microparticulado. Se observó una mejora significativa en la estructura de los flocúlos y la prensabilidad de la torta cuando se empleó este programa.

Ejemplo experimental nº 2

Ejemplo 2

Lodo ATAD de una planta de tratamiento químico del suroeste

Se trató el lodo con floculantes aniónicos de alta carga convencionales, Nalco® 9878 y 95LP073, con varias dosis. También se añadió a este lodo, antes de la adición de polímero, suficiente clorhidrato de aluminio para llevar el pH del lodo hasta 5,5. Los resultados de desecación están contenidos en la tabla 4. Se observó una buena desecación libre sólo con dosis de polímero elevadas.

TABLA 4

Dosis (ppm)	Desecación libre Nalco® 9878	(ml de agua/10 s) Nalco® 95LP073
250	22	
500	64	50
750	76	50
1.000	79	50
1.250	83	

Se trató la misma muestra de lodo según los métodos de esta invención. La tabla 5 resume los resultados obtenidos utilizando un componente microparticulado inorgánico. Manteniendo la dosis de componente microparticulado constante, se varió la cantidad de floculante y se registró la cantidad de desecación libre. El componente microparticulado para la tabla 2 fue sílice coloidal, Nalco® 1115.

ES 2 273 503 T3

TABLA 5

	Nalco® -9878 Dosis (ppm)	Dsecación libre (ml de agua/10 s) Nalco® 1115 a 50 ppm
5	250	32
	500	99
	750	95
10	1.000	77

15 De nuevo se trató la misma muestra de lodo según los métodos de esta invención. La tabla 6 resume los resultados obtenidos utilizando un componente microparticulado orgánico, Nalco® 8677. Manteniendo el floculante constante, se varió la cantidad de componente microparticulado orgánico. Se registró entonces la dsecación libre. Se observó un aumento significativo en la dsecación libre con el tratamiento con componente microparticulado.

TABLA 6

	Nalco® 95LP073 Dosis (ppm)	Dsecación libre (ml de agua/10 s) Nalco® 8677 a 500 ppm
20	500	66
	750	65
25	1.000	64

30 Se observó una mejora del 30% en la dsecación libre cuando se empleó el programa de componente microparticulado. Se mejoraron la estructura de los flóculos y especialmente la prensabilidad de la torta, cuando se empleó este programa.

35 Debería entenderse que varios cambios y modificaciones a las realizaciones preferidas actualmente descritas en el presente documento serán obvios para los expertos en la técnica. Los cambios y modificaciones de este tipo pueden realizarse sin alejarse del alcance de la presente invención y sin disminuir sus ventajas asociadas. Por tanto se pretende que tales cambios y modificaciones estén cubiertos por las reivindicaciones adjuntas.

40

45

50

55

60

65

ES 2 273 503 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Método para deshidratar un lodo derivado de un sistema de digestión aeróbica termófila autosostenida en el que dicho lodo contiene pequeñas partículas, que comprende las etapas de:

dosificar el lodo con un coagulante inorgánico para formar una primera mezcla;

10 dosificar la primera mezcla con un componente microparticulado para formar una segunda mezcla, en la que el componente microparticulado se selecciona del grupo que consiste en: un polímero orgánico seleccionado del grupo que consiste en poliacrilatos, poli(met)acrilatos, copolímeros de acrilamida/acrilato de sodio, copolímeros de acrilamida/(met)acrilato de sodio, copolímeros de acrilamida/ácido acrilamidopropilsulfónico y terpolímeros de acrilamida/ácido acrilamidopropilsulfónico/acrilato de sodio y un material inorgánico coloidal seleccionado del grupo que
15 consiste en: sílice coloidal, zinc coloidal, aluminio coloidal, borosilicato coloidal, bentonitas, hectoritas, esmectitas, alúminas coloidales; y zincs coloidales;

dosificar la segunda mezcla con un floculante para formar una tercera mezcla; y

deshidratar la tercera muestra.

20 2. Método según la reivindicación 1, en el que se selecciona el coagulante inorgánico del grupo que consiste en: FeCl_3 , FeSO_4 , AlCl_3 , alumbre, $\text{Al}_2\text{Cl}_x(\text{H}_2\text{O})_y$, ZnCl_2 , ZnCl_4 y poli(cloruro de aluminio).

25 3. Método según la reivindicación 1, en el que el componente microparticulado es un polímero orgánico con un peso molecular inferior a 1 millón de uma.

30 4. Método según la reivindicación 1, en el que se selecciona el floculante del grupo de floculantes cargados catiónicamente que consiste en poli(DMAEM.MCQ), poli(DMAEA.MCQ), copolímeros de acrilamida/DMAEA.MCQ, copolímeros de acrilamida/DMAEM.MCQ, copolímeros de acrilamida/APTAC, copolímeros de acrilamida/MAPTAC, copolímeros de acrilamida/DADMAC, terpolímeros de acrilamida/DADMAC/DMAEA.MCQ, terpolímeros de AcAm/DMAEA.BCQ/DMAEA.MCQ, copolímeros de vinilamina/vinilformamida.

35 5. Método según la reivindicación 1, en el que se selecciona el floculante polimérico del grupo de floculantes sin carga que consiste en poliacrilamidas, polivinilpirrolidona, polivinilformamidas y poli(ácido acrílico).

6. Método según la reivindicación 1, en el que el floculante tiene un peso molecular superior a 1 millón de uma.

40 7. Método según la reivindicación 1, en el que se selecciona el floculante del grupo de floculantes cargados aniónicamente que consiste en poliacrilatos, poli(met)acrilatos, copolímeros de acrilamida/acrilato de sodio, copolímeros de acrilamida/(met)acrilato de sodio, copolímeros de acrilamida/ácido acrilamidopropilsulfónico y terpolímeros de acrilamida/ácido acrilamidopropilsulfónico/acrilato de sodio.