



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 276 648**

51 Int. Cl.:

B01D 21/01 (2006.01)

B01D 21/08 (2006.01)

B01D 21/24 (2006.01)

B03D 3/06 (2006.01)

B03D 1/02 (2006.01)

B03D 1/01 (2006.01)

B28C 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00111219 .2**

86 Fecha de presentación : **25.05.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1157727**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **28.11.2001**

54

Título: **Procesos de recuperación de un mineral.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2007

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2007

73

Titular/es: **Ciba Specialty Chemicals Water
Treatments Limited
Cleckheaton Road, Low Moor, P.O. Box 38
Bradford, West Yorkshire BD12 0JZ, GB**

72

Inventor/es: **Luke, Donald Allen**

74

Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 276 648 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

Procesos de recuperación de un mineral.

5 **Antecedentes de la invención**

Esta invención se refiere a procesos de recuperación de un mineral, los cuales comprenden una etapa de separación principal y una etapa de sedimentación de las aguas residuales.

10 En la etapa de separación principal, el mineral, por ejemplo arcilla de fosfato, se suspende en agua y se separa en una fracción enriquecida y unas aguas residuales arcillosas diluidas. Esta etapa de separación puede implicar uno o más procesos de separación y puede implicar el reciclado del material enriquecido para una separación adicional.

15 La etapa de sedimentación de las aguas residuales implica la sedimentación y evaporación de las aguas residuales arcillosas diluidas, en una o más lagunas de decantación para proporcionar un sedimento arcilloso substancialmente sólido y un sobrenadante. El sobrenadante se recicla con el fin de proporcionar tanto como sea razonablemente posible, el agua que se va a utilizar en la etapa de separación principal. Si las aguas residuales arcillosas contienen mineral valioso, las aguas residuales pueden ser sometidas a tratamientos que permiten la recuperación de este mineral antes de la sedimentación final de la arcilla.

20 Las aguas residuales arcillosas formadas en la recuperación del fosfato y otros procesos similares reciben a veces el nombre de fangos y se someten a la sedimentación en una laguna debido a que no son susceptibles a los procesos normales de deshidratación, aunque en cambio sedimentan solamente muy despacio.

25 Han habido numerosas propuestas en la literatura para probar de acelerar la sedimentación floculando las aguas residuales arcillosas, y han habido propuestas para mejorar la estructura del sedimento arcilloso substancialmente sólido mediante la adición de arenas u otros materiales a las aguas residuales arcillosas. Ejemplos de descripciones de dichos procesos de recuperación de minerales utilizando floculantes son las patentes U.S. n^{os} 3.418.237, 3.622.087, 3.707.523, 4.194.969, 4.224.149, 4.251.363, 4.265.770, 4.342.653, 4.550.346, 4.690.752, 1.446.185 y 5.688.404.

30 A pesar de las numerosas propuestas para emplear floculantes, se ha visto en la práctica que su empleo no es frecuentemente efectivo en lo referente a los costes. Incluso cuando el floculante se emplea para promover la sedimentación y la obtención de un sobrenadante que pueda ser reciclado, la calidad del sobrenadante tiende a ser más bien pobre debido a que el sobrenadante tiene tendencia a contaminarse con partículas de arcilla no floculadas.

35 En particular, la etapa de separación principal incluye a menudo el empleo de productos químicos de tratamiento tales como agentes de floculación o, especialmente, agentes de flotación, y la eficiencia de su empleo disminuye (y de esta forma, las dosis necesarias aumentan), cuando el agua que se emplea en la flotación u otros procedimientos durante la etapa de separación, contiene partículas de arcilla en suspensión.

40 Con el fin de minimizar la contaminación y la falta de transparencia del sobrenadante, es de desear que la sedimentación se efectúe en condiciones que proporcionen una considerable profundidad de sedimentación de las aguas residuales, de manera que ello permita una capa profunda de sobrenadante encima del sedimento, permitiendo con ello que el sobrenadante sea trasegado desde una altura que esté bastante por encima del material sedimentado más inferior, tanto como sea posible. Desafortunadamente, es difícil conseguir esto en lagunas dado que las mismas tienen tendencia normalmente a ser relativamente poco profundas. En particular, el problema se vuelve más agudo cuando las lagunas han sido llenadas a lo largo de los años, con una profundidad creciente del sedimento de arcilla substancialmente sólido.

50 Un problema añadido se desprende del hecho que es necesario hacer un empleo óptimo de las áreas de las lagunas debido a que no es deseable la creación de nuevas lagunas. Por lo tanto, existe una creciente tendencia a continuar empleando las lagunas hasta que es imposible depositar más sedimento sólido de arcilla en las mismas, y así existe una creciente tendencia a querer emplear lagunas que están substancialmente llenas y son demasiado poco profundas para una sedimentación útil. Existe una creciente necesidad en utilizar las áreas de las lagunas con una mayor eficacia.

55 Se conocen por supuesto, otros procesos que utilizan columnas de sedimentación, por ejemplo depósitos metálicos tubulares, que están contruidos por encima de un nivel básico. Mientras dicha columna tenga suficiente altura, la misma permitirá eventualmente la formación de una profundidad útil del sobrenadante. Desafortunadamente, el volumen de las aguas residuales arcillosas que se generan en los procesos de recuperación de fosfato y otros minerales, puede ser tan grande que esta solución es impracticable incluso cuando se contempla la formación de depósitos de separación en columna de este tipo.

60 También es conocida por supuesto, la solución de alargar la vida de una laguna, extrayendo de la misma el sedimento sólido de arcilla, pero éste es un trabajo que exige un gran desgaste humano y no proporciona ninguna directa solución a la necesidad de efectuar con eficacia el proceso de recuperación y obtener un sobrenadante de buena calidad.

65

Objeto de la invención

El objeto de la invención es el de proporcionar un proceso de recuperación de fosfato u otro mineral, mediante el cual sea posible obtener un sobrenadante de una mejor calidad, que pueda emplearse para la flotación u otros pasos de separación, y mediante el cual sea posible utilizar las lagunas de decantación con más eficacia.

Resumen de la invención

El proceso de recuperación de mineral de acuerdo con la invención comprende una etapa de sedimentación principal en la cual el mineral se suspende en agua y se separa en una fracción enriquecida y unas aguas residuales arcillosas diluidas, y una etapa de sedimentación de las aguas residuales en la cual las aguas residuales arcillosas diluidas se sedimentan en una o más lagunas de decantación para proporcionar un sedimento de arcilla substancialmente sólido y un sobrenadante, y el sobrenadante se recicla a la etapa de separación principal, y la etapa de sedimentación de las aguas residuales comprende la alimentación de las aguas residuales arcillosas diluidas en un pozo que ha sido construido en el terreno, floculando las aguas residuales diluidas en el pozo mediante la mezcla de un floculante polimérico en las aguas residuales, sedimentando las aguas residuales floculadas en el pozo para proporcionar un sedimento arcilloso espesado bombeable, y un sobrenadante, reciclando el sobrenadante desde el pozo, de nuevo a la etapa de separación principal, bombeando el sedimento de arcilla espesado que está por debajo del sobrenadante en el pozo, a una o más lagunas finales y permitiendo que el sedimento arcilloso espesado experimente una sedimentación adicional para proporcionar un sedimento arcilloso substancialmente sólido en una o más lagunas finales.

Descripción de versiones preferidas

En general, la invención es aplicable a cualquier proceso en el cual la separación de cantidades apreciables de mineral a partir de rocas minadas en bruto, u otro material, comprende la suspensión en agua y con ello la producción de grandes volúmenes de aguas residuales arcillosas diluidas, las cuales se someten a sedimentación en lagunas. Generalmente las aguas residuales arcillosas tienen la característica de un fango.

El proceso preferido de recuperación de mineral al cual se aplica la invención es la recuperación de cantidades apreciables de fosfato a partir de la arcilla de fosfato, como se practica por ejemplo en los procesos de recuperación de fosfato en Florida. Otros procesos de recuperación de mineral a los cuales la invención puede aplicarse incluyen aquellos en los que la velocidad natural de sedimentación del sedimento es lo suficientemente lenta para que la sedimentación en la laguna sea apropiada y en donde la sedimentación pueda promoverse mediante un agente floculante.

Cuando el proceso es un proceso de recuperación de fosfato, la etapa de separación principal puede implicar cualquiera de los procedimientos convencionales de separación en dichos procesos. Por ejemplo, puede implicar el paso de la suspensión por un ciclón y puede implicar el sometimiento de la suspensión a un proceso de flotación. Frecuentemente, el material puede reciclarse una o más veces a través de uno o más procedimientos de separación.

La invención es de un valor particular cuando la etapa de separación incluye un proceso de flotación. El proceso de flotación se promueve mediante la adición de productos químicos de flotación tales como colectores de flotación o depresores de flotación y dichos productos químicos pueden suministrarse en la etapa de flotación juntamente con el sobrenadante reciclado. Puede emplearse una solución del producto químico de flotación en el sobrenadante reciclado, para la formación de la suspensión del mineral. El sobrenadante reciclado puede emplearse alternativamente o adicionalmente para el lavado, transporte, flotación de la suspensión o cualquier otro proceso útil.

Con independencia de cómo se utiliza el sobrenadante, la dosificación del producto químico de flotación se requiere que tenga tendencia a aumentar significativamente cuando la transparencia del sobrenadante disminuye. Por ejemplo, la cantidad de auxiliar de la flotación que se necesita en cualquier proceso particular es mucho mayor si el sobrenadante reciclado tiene una baja transparencia que si el sobrenadante tiene una excepcional buena transparencia. Mediante la invención es posible obtener una transparencia excepcionalmente buena, así que es posible reducir significativamente la cantidad de amina u otro auxiliar de flotación que se utilice.

Las aguas residuales arcillosas diluidas son una suspensión que consta primordialmente de partículas de fango arcilloso residuales, en agua. Sin embargo, la suspensión arcillosa o aguas residuales arcillosas pueden contener algunas cantidades apreciables de mineral de curso útil. Las aguas residuales pueden ser primordialmente aguas residuales de separación arcillosas, típicamente con un 5% de contenido en sólidos y conteniendo alguna cantidad de mineral útil, o unas aguas residuales secundarias arcillosas de separación, típicamente con un contenido en sólidos menor y menos material grueso en el mismo. En particular, la suspensión arcillosa o aguas residuales arcillosas consistirá o contendrá a menudo unas aguas residuales arcillosas secundarias, a saber unas aguas residuales obtenidas de un proceso de flotación u otro proceso de separación. En algunos procesos, las aguas residuales arcillosas primarias y secundarias son tratadas separadamente, mientras que en otros procesos las aguas residuales arcillosas primarias y secundarias se mezclan entre sí.

En general, las aguas residuales arcillosas diluidas contienen generalmente no más del 7% y normalmente no más del 5% del total de sólidos en peso, pero habitualmente contienen por lo menos el 0,1% y habitualmente por lo menos el 0,5% en peso del total de sólidos. Los sólidos consisten generalmente total o principalmente en finos de arcilla pero pueden incluir algunos residuos de arcilla más gruesa o algunas cantidades apreciables de minerales más gruesos,

ES 2 276 648 T3

de forma que el material más grueso puede sedimentarse a partir de la arcilla mientras que los finos permanecen en suspensión. Los finos de arcilla constituyen normalmente por lo menos el 50% y habitualmente por lo menos el 90% ó por lo menos el 99% en peso de la materia seca de las aguas residuales. Los finos de arcilla, los cuales constituyen la mayor parte de la materia seca, tiene características físicas y químicas típicas de los fangos de arcilla y, en particular, estas características son tales, que la sedimentación y evaporación en la laguna es normalmente la única vía práctica para convertir los finos en un sedimento sólido.

Si las aguas residuales arcillosas diluidas contienen cantidades apreciables de mineral grueso u otro material grueso sedimentable, estos materiales pueden sedimentarse a partir de las aguas residuales que fluyen por una acequia hacia el pozo (por ejemplo como se describe en la patente U.S. n° 5.688.404) ó estas cantidades apreciables pueden sedimentarse en una laguna antes del tratamiento en el pozo de la presente invención. Así, las aguas residuales que contienen cantidades apreciables de mineral pueden ser conducidas hacia un área de entrada de una laguna de decantación, y la reducción resultante en la velocidad del flujo, que tiene lugar cuando las aguas residuales entran en la laguna, ocasiona la sedimentación de las cantidades apreciables de mineral, primordialmente en el área de entrada. A continuación, pueden recuperarse las cantidades apreciables de mineral de la base del área de entrada, o si es adecuado, de la base de toda la laguna, mediante excavación.

Las aguas residuales arcillosas diluidas, opcionalmente después de la sedimentación preliminar de los materiales gruesos, fluyen a continuación en un pozo que ha sido excavado en el suelo. El pozo puede estar situado dentro o en la cercanía de una laguna primaria, en cortes de mina ya existentes, un canal, un desagüe de emergencia o un área secundaria de contención o en terreno virgen. En una versión preferida, el pozo está situado en una laguna primaria, más particularmente en la base o entrada de las aguas residuales de una laguna primaria. El pozo puede estar construido por excavación de, por ejemplo, un área cuadrada, rectangular, circular u oval, en el suelo hasta una determinada profundidad. Si se desea, el pozo puede estar forrado con el fin de evitar la erosión de las paredes, pero esto es normalmente innecesario.

Como resultado de la utilización de un pozo en lugar de una columna de sedimentación, es posible generar una zona de sedimentación de gran volumen y profundidad con un coste muy económico. Dentro del pozo se forma una capa de sobrenadante y una capa de sedimento espesado, a partir de las aguas residuales diluidas que son conducidas al pozo. El sobrenadante puede ser eliminado, bombeado o de otra manera arrastrado desde la parte superior del pozo con la condición de que esta eliminación no perturbe la capa de sedimento espesado que se encuentra en el fondo del pozo. Generalmente el sobrenadante es extraído del pozo por desbordamiento del mismo substancialmente durante la alimentación continúa del pozo. La eliminación del sobrenadante puede efectuarse de cualquier manera conveniente, por ejemplo, mediante un canal y puede reconducirse a la etapa de separación, en cuyo caso el pozo puede estar excavado en cualquier situación conveniente.

Como se ha descrito más arriba, en una versión preferida el pozo está excavado en la base de una laguna primaria y el sobrenadante desborda por la parte superior del pozo y fluye a través de la base descubierta de la laguna primaria. Generalmente la laguna primaria habrá sido utilizada ya para recoger el sedimento de arcilla sólida a partir del proceso de recuperación del mineral y así el sobrenadante fluye por encima del sedimento de arcilla substancialmente sólido de la laguna primaria.

El flujo de sobrenadante que fluye desde el pozo por encima del sedimento antes de reciclar el sobrenadante, hacia la etapa de separación principal, tiene el efecto de limpiar el sobrenadante y por ello, aumenta la transparencia y reduce los sólidos suspendidos del sobrenadante, el cual es devuelto al paso de flotación o a otro paso de separación principal.

Generalmente, en la versión preferida, el pozo se construye en una laguna que ya está substancialmente llena con sedimento de arcilla substancialmente sólido. Así, en la práctica de la invención, una laguna que ya ha sido substancialmente llenada con sedimento puede tener una nueva y muy importante finalidad, excavando un pozo de tratamiento y a continuación volviendo a depositar sobre el sedimento existente en la laguna para proporcionar una limpieza del sobrenadante. La velocidad de aumento del sedimento en la laguna como resultado de este proceso de limpieza es extremadamente lenta y de esta manera puede darse a la laguna una vida útil de duración casi indefinida.

La frase “substancialmente llena” significa que la laguna es demasiado poco profunda para ser de utilidad para la separación del sobrenadante transparente del sedimento, por ejemplo, como resultado de que el componente horizontal de la velocidad del flujo excede al componente vertical de la velocidad de sedimentación.

Las dimensiones adecuadas del pozo en el proceso de la invención comprenden una profundidad desde aproximadamente 1,82 m hasta aproximadamente 9,14 m (aproximadamente 6 a aproximadamente 30 pies), de preferencia aproximadamente 2,43 m hasta aproximadamente 6,09 m (aproximadamente 8 hasta aproximadamente 20 pies) y un área de la superficie superior (en general un área aproximadamente cuadrada o redonda), dando una velocidad de flujo de 0,038 litros a 3,8 litros (0,01 a 1 galones U.S.), de preferencia 0,38 litros a 1,89 litros (0,1 a 0,5 galones U.S.) por minuto por 0,0929 metros cuadrados (por pié cuadrado), que corresponde a una velocidad de flujo de 4 litros por minuto por metro cuadrado. Típicamente, el área de la superficie es de 929 a 929×10^3 metros cuadrados (10^4 a 10^7 pies cuadrados).

El tamaño de una laguna primaria convencional es desde aproximadamente 0,2 km cuadrados hasta aproximadamente 8,1 km cuadrados (aproximadamente 50 hasta aproximadamente 2000 acres), generalmente 1,0 km cua-

ES 2 276 648 T3

drado a 4,04 km cuadrados (250 a 1000 acres). La distancia del recorrido del sobrenadante por encima del sedimento de arcilla substancialmente sólido en la laguna primaria es generalmente por lo menos 91,4 m (300 pies) y normalmente como mínimo 213,36 m (700 pies), p. ej., 304,8 m a 1524 m (1000 a 5000 pies). Las condiciones del flujo del sobrenadante en su recorrido desde el rebosadero del pozo a la salida de la laguna primaria, son de preferencia tales que causan la mínima perturbación de la arcilla que se está sedimentando en el fondo sobre el sedimento de arcilla substancialmente sólido de la base de la laguna. De preferencia, la profundidad del sobrenadante por encima de la arcilla que sedimenta y el sedimento de arcilla sólida es tal que existe una capa de por lo menos aproximadamente 0,15 m (6 pulgadas), generalmente por lo menos aproximadamente 0,3048 m (aproximadamente 1 pie) y de preferencia por lo menos aproximadamente 0,914 m (aproximadamente 3 pies) de profundidad la cual parece a simple vista, ser transparente. La velocidad del flujo del sobrenadante está generalmente en el margen de aproximadamente $3,8 \times 10^{-6}$ litros a 0,38 litros (aproximadamente 0,000001 a 0,1 galones) por minuto por 0,0929 m cuadrados (por pié cuadrado); lo cual corresponde a 4×10^{-5} a 4 litros por minuto por metro cuadrado, para promover así la oportunidad de sedimentación y minimizar el riesgo de perturbación de la arcilla que sedimenta.

Las aguas residuales arcillosas diluidas se floculan en el pozo mezclando un floculante polimérico en las aguas residuales. El floculante polimérico puede añadirse en forma sólida pero más usualmente se añade como una solución preparada de manera convencional, y tiene típicamente una concentración de polímero de aproximadamente 0,1-2% en peso. El floculante polimérico puede añadirse a las aguas residuales después de que las mismas hayan entrado en el pozo, pero normalmente se añade a las aguas residuales antes de que las mismas entren en el pozo. El punto de adición puede ser justo antes de la entrada en el pozo o puede ser en una posición substancialmente más temprana, por ejemplo, como se describe en la patente U.S. n° 5.688.434.

Generalmente, el floculante polimérico se añade a las aguas residuales cuando estas fluyen a través de un dispositivo mezclador, el cual descarga en el pozo. El dispositivo mezclador puede ser un conducto a través del cual las aguas residuales fluyen con la suficiente turbulencia para promover un buen mezclado del floculante con las aguas residuales. La turbulencia puede ser generada simplemente por la velocidad del flujo a través del conducto o mediante deflectores u otros inductores de turbulencia en el caso de inyección del agua dentro del conducto. Si se desea, pueden emplearse rotores mecánicos u otros aparatos mecánicos de mezclado para lograr un mezclado adecuado del floculante polimérico en las aguas residuales, suficiente para dar una floculación substancialmente uniforme.

El floculante polimérico puede ser cualquier floculante polimérico soluble en agua que sea capaz de promover la floculación y por lo tanto la separación de las aguas residuales en un sobrenadante y un sedimento espeso de arcilla. El polímero es generalmente un polímero soluble en agua, formado por uno o más monómeros etilénicamente no saturados. Los monómeros pueden ser no iónicos, aniónicos o catiónicos. De manera similar el polímero puede ser no iónico, aniónico o catiónico, o puede ser anfótero.

Monómeros aniónicos adecuados incluyen monómeros carboxílicos o sulfónicos etilénicamente no saturados tales como el ácido acrílico, ácido metacrílico y el ácido 2-acrilamido-2-metil propano sulfónico (AMPS) (marca registrada US de Lubrizol Corporation). La acrilamida es un monómero no iónico adecuado. Monómeros catiónicos adecuados son los dialquil-aminoalquil (met)-acrilatos y -acrilamidas, normalmente como sus sales de amonio cuaternario o de adición ácida, o cloruro de dialil dimetil amonio.

Polímeros aniónicos preferidos son los copolímeros del 5 al 70% en peso, generalmente del 10 al 50% en peso de monómeros aniónicos tales como el ácido acrílico (normalmente como acrilato de sodio) y/o AMPS con otros monómeros generalmente acrilamida. Los copolímeros aniónicos particularmente preferidos son el Percol 336, Percol 727, Percol 358 todos de Ciba Specialty Chemicals, Water Treatments Inc. Los polímeros catiónicos adecuados están formados del 1 al 50% en peso, generalmente del 2 al 15% en peso, de monómero catiónico tal como el acrilato o metacrilato de dimetil aminoetilo, adiciones de ácido o sales cuaternarias, o sales cuaternarias juntamente con otros monómeros, generalmente, acrilamida. Particularmente, los copolímeros catiónicos preferidos son el Percol 455, Percol 352, también de Ciba Specialty Chemicals, Water Treatments Inc.

El peso molecular del polímero es generalmente tal que el polímero tiene una viscosidad intrínseca ("IV") (medida empleando un viscosímetro suspendido de nivel y cloruro de sodio 1 N tamponado a pH 7 a 20°C) de por lo menos 4 dl/g y normalmente por lo menos 8 dl/g. Cuando el polímero es aniónico, la IV es típicamente de 10 a 30 dl/g y cuando es catiónico la IV es típicamente de 8 a 15 dl/g.

El polímero puede obtenerse por polimerización en gel, polimerización de fase invertida en granza, o polimerización de fase invertida en emulsión, o mediante cualquier otra técnica adecuada, de manera ya conocida.

Aunque muchas técnicas anteriores acentúan el empleo de polímeros aniónicos sobre los fangos de fosfatos, el proceso de separación de la invención se efectúa la mayoría de veces empleando un polímero catiónico, por ejemplo del tipo descrito más arriba. La selección de este polímero da la mejor combinación de transparencia del sobrenadante y espesamiento del sedimento. Sin embargo, un polímero aniónico, en general del tipo descrito más arriba, se prefiere normalmente cuando las aguas residuales incluyen el material de una etapa de flotación que ha sido promovida por el empleo de agentes aminados de flotación precedida de un tratamiento del mineral con ácido sulfúrico para extraer el material catiónico del mineral.

ES 2 276 648 T3

La dosificación efectiva del polímero se selecciona de manera convencional para las aplicaciones de sedimentación y es normalmente de 0,1 a 1, de preferencia desde aproximadamente 0,25 a aproximadamente 0,75 libras de polímero por tonelada de sólidos en las aguas residuales que están siendo floculadas.

5 La selección del polímero y la cantidad de dosificación pueden emplearse mediante procedimientos convencionales de selección de forma que se obtenga la combinación óptima de transparencia y profundidad del sobrenadante y la velocidad de sedimentación por un lado y el sedimento de arcilla espeso bombeable, por el otro lado.

10 El tiempo de residencia teórico de las aguas residuales de arcilla diluidas en el pozo es normalmente de 5 minutos a 2 horas, de preferencia 10 minutos a una hora, p. ej., 15 a 40 minutos.

15 La realización del proceso de floculación puede lograrse mezclando el agua de dilución con la solución de floculación en las aguas residuales de arcilla diluidas, debido a que las aguas residuales que entran en el pozo tienen a menudo un contenido en sólidos por encima del valor que proporciona la velocidad óptima de separación. La cantidad óptima de agua de dilución puede determinarse mediante pruebas de rutina.

20 El sedimento espesado de arcilla se elimina del pozo en una posición significativamente por debajo del sobrenadante y/o en un tiempo tal que la eliminación no perjudique indeseablemente la calidad del sobrenadante. La eliminación puede ser continua o discontinua. El contenido de sólidos del sedimento aumentará generalmente hacia el fondo del pozo y, con el fin de minimizar el riesgo de que el pozo se llene gradualmente con el sedimento, es por lo tanto deseable que el sedimento espesado de arcilla se retire del fondo del pozo, lo más cerca posible del fondo.

25 El sedimento que se elimina del pozo tiene generalmente un contenido en sólidos de por lo menos 2 ó 3 veces y a menudo hasta 10 veces el contenido de sólidos de la corriente de aguas residuales arcillosas diluidas originales que se están floculando. A menudo el contenido de sólidos del sedimento espesado es desde aproximadamente 10 hasta aproximadamente 30% en peso del contenido seco de sólidos. Medido tomando una muestra del sedimento espesado de un peso conocido y evaporando el componente líquido o humedad a sequedad a una temperatura conocida (típicamente 105 grados Celsius) en un secado en un laboratorio estándar. El contenido en sólidos debe ser de preferencia alto, de
30 manera que sea manejable, pero no tan alto que el sedimento no se pueda bombear convenientemente.

35 La eliminación puede efectuarse de preferencia, bombeando, a saber, empleando una bomba fija, colocada sobre el suelo cerca del borde del pozo y conectada mediante una tubería hasta cerca de la base del pozo para aspirar fuera del mismo el sedimento espesado, o una bomba flotante que flota sobre el sobrenadante y tiene una tubería que se extiende hacia abajo hasta cerca de la base del pozo.

40 El sedimento espesado se elimina del pozo hacia una o más lagunas finales en donde se esparce sobre la laguna y se deja sedimentar y evaporar para formar el deseado sedimento final de arcilla substancialmente sólido. Debido a que el sedimento espesado eliminado del pozo tiene un contenido en sólidos mucho más alto que las aguas residuales arcillosas convencionales, la cantidad de sedimentación y evaporación que se requiere para proporcionar el sedimento sólido final es mucho menor que en el proceso convencional, y puede ser que no tenga ningún interés el intentar reciclar cualquier sobrenadante (debido a la gran cantidad de sobrenadante que ha sido reciclado a partir del pozo). En consecuencia, la laguna o lagunas finales no tienen que ser tan profundas para el volumen de sedimentación como normalmente se considera necesario. Como resultado, el sedimento espesado puede bombearse en las lagunas que
45 están parcialmente llenas a casi completamente llenas de sedimento.

50 La invención tiene la ventaja de que puede simultáneamente proporcionar una buena recuperación del sobrenadante (a menudo de una muy alta transparencia) mientras se emplean lagunas que normalmente serían consideradas como demasiado llenas y demasiado poco profundas para muchos propósitos.

A continuación se describen ejemplos de la invención.

Ejemplo 1

55 Se efectúa un proceso de recuperación de fosfato poniendo en suspensión el mineral de fosfato con agua y separando el mineral mediante operaciones de tamizado físico y paso por un ciclón, para dar una fracción gruesa y fracciones más finas. Estas fracciones más finas se someten a más separaciones (incluyendo la flotación) para dar fracciones con fosfatos y unas aguas residuales arcillosas que tienen un contenido de sólidos que varía entre aproximadamente 0,2% de sólidos y 1% de sólidos y que contienen una pequeña cantidad (típicamente de 0,05 a 0,1%) de sólidos de
60 cantidades apreciables de mineral de fosfato.

65 Estas aguas residuales se bombean a través de una acequia hasta una primera laguna que tiene un área de aproximadamente 1,0 km cuadrado (aproximadamente 250 acres). Las aguas residuales fluyen hacia la laguna a una velocidad de 3,048 m (aproximadamente 10 pies) por segundo, la cual disminuye en la entrada a la laguna hasta aproximadamente 0,3048 m (aproximadamente 1 pie) por segundo, con la consiguiente sedimentación de las partículas de fosfato cuando la suspensión entra en la laguna. Las partículas de fosfato sedimentadas se eliminan de la base de la laguna de vez en cuando.

ES 2 276 648 T3

La corriente de aguas residuales resultantes fluye a través de la primera laguna, que está separada mediante un dique de una segunda laguna de 0,1 km cuadrados (aproximadamente 250 acres), la cual contiene una profundidad significativa de un sedimento sólido de arcilla y en la cual se ha excavado un pozo substancialmente cuadrado, con una longitud de aproximadamente 30,48 m (aproximadamente 100 pies) por cada lado y una profundidad de aproximadamente 4,57 m (aproximadamente 15 pies).

Dos tuberías teniendo cada una un diámetro de aproximadamente 0,91 m (aproximadamente 3 pies), se extienden a través del dique. La suspensión acuosa que sale de la primera laguna fluye turbulentamente a través de las tuberías hasta descargar en el pozo. Durante la mayor parte del tiempo o durante todo el tiempo en que el flujo está dentro de las tuberías, se inyecta una solución al 0,5% de floculante polimérico en las aguas residuales en la entrada de las tuberías y el mezclado en las tuberías se potencia mediante la inyección de agua de dilución a presión moderada, típicamente aproximadamente a 3447,4 hectopascuales (típicamente aproximadamente 50 psi), con lo cual se crea una turbulencia significativa a través de las tuberías. En consecuencia, la floculación de la arcilla está ya bien avanzada en el momento en que las aguas residuales arcillosas entran en el pozo.

Al cabo de una hora de alimentar la suspensión acuosa en el pozo, la sedimentación produce un sobrenadante transparente y un sedimento espeso que tiene un contenido en sólidos que a menudo es de 5 a 15 veces el contenido en sólidos del residuo sólido, y al cabo de 24 horas la sedimentación produce un sedimento que típicamente es de 20 a 25 veces el contenido en sólidos de la suspensión acuosa inicial.

Por ejemplo, en un proceso que utiliza el Percol 455, un copolímero catiónico de 95% de acrilamida y 5% de acrilato de dimetilaminoetilo cuaternizado con cloruro de metilo, con una viscosidad intrínseca por encima de 6 dl/g como floculante, la suspensión acuosa que entra en el pozo tiene un contenido en sólidos del 0,25%, después de 1 hora el sedimento tiene un contenido en sólidos del 7,9% y después de 24 horas el sedimento tiene un contenido en sólidos de 13,2%.

El sobrenadante transparente fluye continuamente a partir del pozo y a través de la segunda laguna a una acequia de desagüe colocada aproximadamente 914,4 m (aproximadamente 3000 pies) a partir del pozo.

El sobrenadante resultante parece visualmente transparente y se ha visto que los costes de la etapa de separación principal y en particular los costes de los materiales de flotación se han reducido en gran manera comparados con los costes requeridos cuando el sobrenadante se genera meramente por sedimentación convencional de las aguas residuales en una laguna con reciclado de las aguas residuales.

Ejemplo 2

Un mineral de fosfato en suspensión, se separa de la arcilla de las aguas residuales y otros materiales de las mismas mediante tamizado físico y operaciones con ciclones, para eliminar la fracción de producto más gruesa. Las fracciones más finas se someten a continuación a operaciones de preparación adicionales para liberar todas las cantidades apreciables de fosfato recuperables a partir de las fracciones de las aguas residuales. Los cantidades de fosfato residuales se enriquecen además, mediante una operación de flotación selectiva. En otra operación, la operación de procesado fue tal que se aportaron cantidades importantes o en exceso de reactivos aminados, a una laguna de decantación.

La laguna de decantación condujo a través de una tubería a un pozo en una segunda laguna y se añadió polímero, todo ello como se ha descrito ampliamente en el ejemplo 1.

El polímero que se empleó en este ejemplo fue el Percol 336 el cual es un copolímero aniónico del 69% de acrilamida y 31% de acrilato de sodio y tiene una viscosidad intrínseca por encima de 10 dl/g. Este floculante copolímero seleccionado dio buenos resultados a pesar de la presencia de un exceso de amina en la corriente de aguas residuales arcillosas aportadas al pozo.

REIVINDICACIONES

5 1. Un proceso de recuperación de un mineral, que comprende una etapa de separación principal, en la cual dicho mineral se pone en suspensión en agua y se efectúa la separación en una fracción enriquecida y unas aguas residuales arcillosas diluidas, y una etapa de sedimentación de las aguas residuales en la cual las aguas residuales arcillosas diluidas se sedimentan en una o más lagunas de decantación para proporcionar un sedimento arcilloso substancialmente sólido, y un sobrenadante, y en el cual la etapa de sedimentación de las aguas residuales comprende la alimentación de las aguas residuales arcillosas diluidas a un pozo el cual ha sido construido en el suelo, floculando las aguas residuales diluidas mezclando un floculante polimérico en las aguas residuales arcillosas diluidas, sedimentando las aguas residuales arcillosas diluidas floculadas, obteniendo en el pozo una capa de sedimento arcilloso espesado bombeable, y una capa sobrenadante, y reciclando la capa de sobrenadante desde el pozo hasta la etapa de separación principal.

15 2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además el paso de eliminación por lo menos de una parte de la capa de sedimento arcilloso espesado a partir del pozo, y permitiendo que el sedimento arcilloso espesado eliminado sea sometido a otra sedimentación y evaporación para obtener un sedimento arcilloso substancialmente sólido en una o más lagunas finales.

20 3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el pozo ha sido excavado en una laguna primaria el cual contiene un sedimento arcilloso substancialmente sólido a partir del proceso de recuperación del mineral.

4. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 3, en el cual el sobrenadante fluye por encima del sedimento arcilloso substancialmente sólido en la laguna primaria antes de que sea reciclado a la etapa de separación principal.

25 5. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la etapa de separación principal incluye por lo menos una etapa de flotación y el reciclado del sobrenadante comprende el reciclado por lo menos a una etapa de flotación.

6. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la capa de sedimento arcilloso espesado tiene un contenido en sólidos de 5 a 100 veces el contenido en sólidos de las aguas residuales arcillosas diluidas.

30 7. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual las aguas residuales arcillosas diluidas tienen un contenido en sólidos del 0,1 al 7% y la capa de sedimento arcilloso espesado tiene un contenido en sólidos del 10 al 30%.

35 8. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual la laguna primaria está substancialmente llena con un sedimento arcilloso substancialmente sólido a partir del proceso de recuperación del mineral.

40 9. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual una o más lagunas de decantación y una o más lagunas finales están substancialmente llenas con un sedimento arcilloso substancialmente sólido a partir del proceso de recuperación del mineral.

10. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual las aguas residuales arcillosas diluidas contienen cantidades apreciables de mineral en partículas que se sedimentan a partir de las aguas residuales arcillosas diluidas antes de que las aguas residuales arcillosas diluidas sean conducidas dentro del pozo.

45 11. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el proceso de recuperación del mineral es un proceso de recuperación de fosfato.

50 12. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual el floculante es un polímero catiónico soluble en agua que tiene una viscosidad intrínseca de por lo menos 4 dl/g.

55 13. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual la etapa de separación principal comprende una etapa de flotación que utiliza un agente de flotación aminado y las aguas residuales arcillosas diluidas se tratan con un ácido mineral y el floculante es un polímero aniónico soluble en agua.

55

60

65