

UN SISTEMA Y UN MÉTODO PARA SEPARAR PIEZAS QUE TIENEN UNA SEGUNDA DENSIDAD DEL MATERIAL GRANULAR

CAMPO TÉCNICO

- 5 La presente invención se refiere a un sistema que comprende un tanque de separación y a un método para separar piezas que tienen una segunda densidad del material granular mediante el uso del sistema.

ANTECEDENTES

- 10 Hoy, la minería es un negocio que consume energía y agua. Las rocas y otros materiales de origen natural se muelen en material granular con un diámetro que puede manipularse por la maquinaria minera. El material granular se lava y limpia, mientras se transporta en cintas transportadoras hacia una máquina de separación. En la máquina, los productos valiosos, tal como piezas pesadas o piezas de metales pesados, se separan del resto del material. Toda la maquinaria consume gas
- 15 (principalmente diésel) y se necesita mucha agua para el proceso de limpieza y separación. En áreas remotas, el suministro de agua y diésel puede ser un problema. Para garantizar que haya suficiente agua durante el proceso minero, se están creando estanques. La construcción de estos estanques puede tener un impacto serio en el entorno local, ya que, en su mayoría, el agua se está drenando desde ríos u otras fuentes, de manera que la vida silvestre en los alrededores de la mina se ve afectada
- 20 por el cambio en los niveles de agua. Además, en el invierno, el agua se congela, lo que restringe las actividades mineras a los meses más cálidos del año.

El consumo de diésel tiene un impacto en el entorno per se. También tiene un impacto en los costos de la minería.

- Por lo tanto, sería ventajoso que la minería pudiera realizarse con cantidades reducidas de gas o de
- 25 diésel y sin la necesidad de cantidades excesivas de agua. Existe la necesidad de un proceso minero que consuma menos energía y tenga un impacto menor o nulo en el entorno y que pueda realizarse incluso en condiciones invernales frías.

- El reciclaje se vuelve cada vez más importante. Muchos metales están presentes en o sobre material plástico que se vierten en los desechos domésticos o industriales, por ejemplo, tarjetas de crédito.
- 30 Además, la mayoría de los aparatos eléctricos, computadoras y baterías viejas contienen metales que vale la pena reciclar. Las cantidades de metales suelen ser bajas, lo que hace que reciclar estos metales desde los desechos sea una operación costosa. En el futuro, se temen las deficiencias de

metales críticos. Tales deficiencias pueden prevenirse mediante un sistema o método, mediante el cual los metales pueden recuperarse de los desechos de una manera económica y ambientalmente favorable.

Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema que pueda separar piezas que tengan una segunda densidad de un material granular volumétrico. Las piezas pueden ser piezas de metal, pero igualmente pueden ser piezas de piedra, plástico o madera.

El documento GB969223 describe un sistema para recuperar líquidos de alta densidad de sus mezclas con sólidos. En este sistema, el material flotante se separa del agua para que el material flotante pueda reusarse. Las piezas con mayor densidad no se separan en un tanque inferior por asentamiento mediante el uso de la gravedad. Además, no hay flujo de suspensión a través de un tanque inferior. En cambio, el líquido en un tanque inferior se estanca para estratificar el líquido en dos fases. El sistema no está adaptado para la extracción o recuperación de piezas pesadas, tal como metales pesados.

El documento CA1296673 describe un sistema para separar mezclas de materiales de partículas de acuerdo con la densidad de las partículas. El proceso comprende pasar los materiales de partículas a través de una serie de unidades de separación a contraflujo. La separación de las piezas de partículas se mejora mediante el uso de diferentes regímenes de flujo, que son causados por la alteración de los diámetros de los tanques. Los tanques 4 y 17 en la figura 3 son tanques para recircular el flujo de agua. Este proceso es complejo, consume energía y no está adaptado para la extracción o recuperación de piezas pesadas.

El documento US 969223 describe un método y un aparato para separar el líquido de alta densidad de la materia sólida que comprende un recipiente de mezcla para mezclar el líquido de alta densidad y la materia sólida con agua y un recipiente de separación para permitir la estratificación de la mezcla en una fase acuosa en una porción superior del recipiente de separación, y una fase acuosa pesada en la porción inferior del recipiente de separación y medios para extraer agua con materia sólida suspendida de la fase acuosa superior y el líquido de alta densidad de la fase inferior.

SUMARIO

Es un objetivo de la presente invención superar al menos parcialmente los problemas mencionados anteriormente y proporcionar un sistema y método mejorados para separar piezas que tienen una segunda densidad del material granular.

La presente descripción tiene como objetivo proporcionar un sistema y un método para separar piezas que tienen una segunda densidad de una manera más amigable con el entorno y con menos consumo de agua y energía.

Este objetivo se logra mediante un sistema para separar piezas que tienen una segunda densidad del material granular como se define en la reivindicación 1.

El sistema incluye un tanque de separación que comprende una primera pared lateral provista de una salida del tanque, una parte inferior, una tubería que define un canal dispuesto para permitir una suspensión de agua, un material flotante que tiene una primera densidad, que es menor que la segunda densidad, un material granular y las piezas que tienen la segunda densidad, para fluir hacia el tanque de separación, en donde la tubería tiene una salida de la tubería separada de la salida del tanque en una dirección horizontal y vertical, y la salida del tanque está dispuesta por encima de la salida de la tubería en la dirección vertical, una cámara de separación que incluye la salida del tanque y que está dispuesta en comunicación de líquidos con la salida de la tubería, y una trampa para recolectar las piezas que tienen la segunda densidad, dispuesta en la parte inferior del tanque. La salida de la tubería está ubicada en un tercio inferior del tanque de separación, y la salida de la tubería está orientada hacia la parte inferior del tanque de separación de manera que la suspensión fluye a través de la salida de la tubería en una dirección sustancialmente vertical hacia la parte inferior para causar un flujo turbulento de la suspensión en el tanque de separación.

Con el término “salida de la tubería” se entiende una abertura de salida de la tubería. La entrada de la tubería está ubicada en un extremo superior de la tubería y la salida de la tubería está ubicada en un extremo inferior de la tubería.

Con el término “la salida de la tubería está ubicada en un tercio inferior del tanque de separación” se entiende que la distancia entre la salida de la tubería y la parte inferior del tanque de separación es $1/3$ o menos de la altura del tanque de separación.

Con el término “dispuesto en comunicación de líquidos con” se entiende que hay al menos una abertura entre la salida de la tubería y la cámara de separación para que el líquido pueda fluir entre la salida de la tubería y la cámara de separación en al menos una dirección.

Al colocar la salida de la tubería a una altura no más alta que en el tercio inferior del tanque de separación, puede usarse la gravedad para la separación de las piezas pesadas. No se necesita gas ni exceso de agua de limpieza. Esto reduce los costos y el impacto en el entorno. Cuanto más cerca esté la salida de la tubería de la parte inferior del tanque de separación; más turbulencia se produce en la parte inferior del tanque de separación. Esta turbulencia mejora la separación y el asentamiento de

las piezas que tienen una segunda densidad en la parte inferior del tanque de separación. Esto facilita la separación de las piezas pesadas de la suspensión en la parte inferior de la cámara de separación. Debido a las diferencias en densidad y peso, las piezas pesadas permanecerán en la parte inferior de la cámara de separación, mientras que el material más ligero y menos denso flotará desde la salida de la tubería a través del tanque de separación.

La suspensión, como una mezcla de material granular, piezas que tienen una segunda densidad, agua y material flotante que tiene una primera densidad, se recibe en el tanque de separación mediante el uso de un tanque superior o mediante el uso de una bomba. La presión de la suspensión puede regularse mediante el uso de una válvula. La suspensión ingresa al tanque de separación a través de la tubería, la cual tiene una salida ubicada en un tercio inferior del tanque de separación. Colocar la salida del tanque por encima de la salida de la tubería en el tanque de separación en relación con un eje vertical que se extiende a lo largo de un eje central del tanque de separación, fuerza el flujo de la suspensión en una dirección hacia arriba, lo que mejora la separación de las piezas pesadas de la suspensión que fluye a través del tanque de separación. La suspensión debe moverse desde la parte inferior o el fondo del tanque de separación hacia la parte superior o el techo del tanque de separación. Durante este movimiento de la suspensión, en combinación con la turbulencia y el cambio en la dirección del flujo y el régimen de flujo, las piezas pesadas se separan de la suspensión por gravedad. Las piezas pesadas se hunden hasta la parte inferior del tanque de separación para ser colectadas en la trampa.

Debido al hecho de que la salida de la tubería está orientada hacia la parte inferior del tanque de separación, la suspensión ingresa al tanque de separación en una dirección perpendicular a la parte inferior del tanque de separación. Cuando la suspensión sale de la salida de la tubería, la dirección de la suspensión cambia de una dirección sustancialmente vertical a una dirección sustancialmente horizontal debido a la corta distancia entre la salida de la tubería y la parte inferior del tanque de separación. Además, el régimen de flujo de la suspensión disminuye cuando ingresa al tanque de separación desde la salida de la tubería. Esto se debe en parte al aumento del volumen de la cámara de separación en comparación con el volumen del canal definido por la tubería. Estos cambios en el régimen de flujo y en la dirección provocan una turbulencia en el flujo en el tanque de separación cerca de la salida de la tubería. Esta turbulencia en el flujo de la suspensión mejora la separación de las piezas que tienen una segunda densidad de la suspensión. Las piezas que tienen una segunda densidad se asentarán en la parte inferior de la cámara de separación. La separación de las piezas que tienen una segunda densidad se mejora además por la gravedad. Las piezas que tienen una

segunda densidad permanecen en la parte inferior de la cámara de separación, mientras que el resto del líquido (preferentemente la suspensión con un contenido menor de piezas que tienen una segunda densidad) fluye a un régimen de flujo menor en comparación con el régimen de flujo en la tubería. La suspensión asciende en la cámara de separación hacia la salida del tanque. La salida del tanque se coloca en la proximidad del techo del tanque de separación, preferentemente la distancia entre la salida del tanque y la parte inferior del tanque de separación es $\frac{2}{3}$ o más de la altura del tanque de separación. Además, este lento ascenso del líquido en la cámara de separación mejora la separación de las piezas que tienen una segunda densidad.

Una ventaja del sistema de la descripción es la escalabilidad. El sistema puede usarse a pequeña escala para actividades de exploración o a mayor escala en un sitio minero o en plantas de reciclaje. Siempre que el régimen de flujo de la suspensión en el tanque de separación provoque una colisión o turbulencia al ingresar en el tanque de separación por el cambio de régimen de flujo y el cambio en la dirección del flujo, las piezas que tienen una segunda densidad se separarán (con ayuda adicional de la gravedad) de la suspensión, donde las piezas pueden recolectarse en la parte inferior de la cámara de separación.

Debido al uso del material flotante, el espacio necesario para el proceso de separación es relativamente pequeño en comparación con la maquinaria que se usa en la actualidad. No se necesitan largas cintas transportadoras ni bandejas enjuagadas con agua de limpieza. No se necesita gas para mantener funcionando las cintas transportadoras.

El sistema proporciona una construcción simple del tanque de separación, de manera que se usa la gravedad o solo la gravedad para la separación de piezas pesadas que tienen una segunda densidad, tal como oro, plata, cobalto y similares, del material granular, tal como arena, piedras o plástico. El sistema no requiere costosos motores diésel para hacer funcionar el sistema o para lograr un contraflujo de líquidos a través del sistema. Además, no se necesitan cantidades excesivas de agua. Esto reduce el costo de la minería y el reciclaje y reduce la carga ambiental en comparación con las técnicas de minería y reciclaje que se usan en la actualidad.

En un aspecto, solo se usa la gravedad para provocar un flujo en el tanque de separación. En otro aspecto, se niega el uso de contraflujo de líquidos en el sistema. En un aspecto, el flujo de líquido a través del sistema es continuo. Puede usarse una bomba para llenar el tanque de separación o para reusar el agua y el material flotante.

En un aspecto, la distancia entre la salida de la tubería y la salida del tanque en una dirección vertical es de 3 a 50 veces mayor que la distancia entre la parte inferior del tanque de separación y la salida

de la tubería en una dirección vertical, y preferentemente la distancia entre la salida de la tubería y la salida del tanque es al menos tres veces, o al menos cuatro veces la distancia entre la parte inferior del tanque de separación y la salida de la tubería en una dirección vertical. Cuanto mayor sea la relación entre la distancia d y la distancia h , más turbulencia se producirá, lo que a su vez mejora la separación de las partículas que tienen una segunda densidad.

En otro aspecto, la salida de la tubería se coloca en un cuarto inferior del tanque de separación. En otro aspecto, la salida de la tubería se coloca en una quinta parte inferior del tanque de separación. Cuanto más cerca esté la salida de la tubería de la parte inferior del tanque de separación, mayor turbulencia se produce en la parte inferior del tanque de separación y, en consecuencia, se mejora la separación de las piezas pesadas de la suspensión. Sin embargo, la salida de la tubería debe ubicarse al menos a una distancia mínima por encima de la parte inferior del tanque de separación para permitir que la suspensión con las piezas ingrese al tanque de separación. La distancia mínima depende del tamaño de las piezas a separar. La distancia mínima puede ser al menos tres veces el diámetro promedio del material granular de manera que se produzca un flujo continuo a través del tanque de separación.

En un aspecto, la salida de la tubería se coloca en la proximidad de la parte inferior del tanque de separación. Con el término “en la proximidad de la parte inferior del tanque de separación” se entiende que la distancia entre la parte inferior y la salida de la tubería (distancia d) es al menos 50 veces menor que la distancia entre la salida de la tubería y la salida del tanque de separación (distancia h). Por lo tanto, la tubería termina justo encima de la parte inferior del tanque de separación y provoca una turbulencia en el flujo en el tanque de separación cerca de la salida de la tubería.

En un aspecto, la cámara de separación tiene un volumen mayor que el volumen del canal definido por la tubería. Esto provocará una disminución en el régimen de flujo de la suspensión al ingresar en la cámara de separación. La suspensión asciende en la cámara de separación a un régimen de flujo menor en comparación con el régimen de flujo en la tubería. La relación entre el régimen de flujo en la tubería y el régimen de flujo en el tanque de separación es, por ejemplo, 100:0.1 o 100:1 o 50:1. La colisión, la turbulencia provocada por la colisión, la disminución del régimen de flujo y la gravedad hacen que las piezas que tienen una segunda densidad se separen de la suspensión. Dichas piezas se hunden hasta la parte inferior del tanque de separación, donde pueden recolectarse en la trampa.

En un aspecto, la cámara de separación se estrecha hacia la salida del tanque. Una ventaja de esto es que habrá un movimiento más controlado de la suspensión hacia la salida del tanque y menos

cantidad de elementos residuales, tal como arena y piedras, que permanecerán en la cámara de separación. Además, se crea más movimiento y turbulencia.

El tanque de separación tiene un eje central vertical, y la salida del tanque está dispuesta en una primera pared lateral que está ubicada en un lado del eje central vertical, y la salida de la tubería está ubicada en un lado opuesto del eje central vertical. En un aspecto, la salida del tanque y la salida de la tubería están dispuestas en extremos opuestos del tanque de separación con respecto al eje central vertical.

En un aspecto, la tubería está dispuesta sustancialmente en vertical. En un aspecto, el canal se estrecha hacia la salida de la tubería. Debido al hecho de que el canal se estrecha hacia la salida de la tubería, la presión de la suspensión aumenta hacia la salida de la tubería. Por lo tanto, el régimen de flujo se incrementará en la parte inferior del tanque de separación. También hace que la adición del material en el tanque sea más conveniente.

En un aspecto, el tanque de separación comprende al menos una pared divisoria dispuesta entre el canal y la cámara de separación, y hay una abertura entre un extremo inferior de la al menos una pared divisoria y la parte inferior para permitir que la suspensión ingrese en la cámara de separación desde la salida de la tubería.

En un aspecto, la al menos una pared divisoria comprende una primera pared divisoria y la cámara de separación está dispuesta entre la primera pared divisoria, la primera pared lateral y la parte inferior del tanque de separación. La cámara de separación se forma entre la primera pared divisoria, la primera pared lateral y la parte inferior del tanque de separación. La primera pared divisoria está inclinada con respecto a la primera pared lateral de manera que la cámara de separación se estrecha hacia la salida del tanque. La primera pared divisoria y la primera pared lateral no son paralelas, y la distancia entre la primera pared divisoria y la primera pared lateral disminuye hacia la salida del tanque. Por lo tanto, la cámara de separación se estrecha hacia la salida del tanque, de manera que se logra un movimiento más controlado de la suspensión hacia la salida del tanque.

La primera pared divisoria está inclinada hacia arriba hacia la salida del tanque. Por ejemplo, el ángulo entre la primera pared divisoria y la primera pared lateral en la cámara de separación es de entre 30° y 60°, y preferentemente de entre 35° y 50°.

En un aspecto, el tanque de separación comprende una segunda pared lateral opuesta a la primera pared lateral, dicha al menos una pared divisoria comprende una segunda pared divisoria dispuesta entre la primera pared divisoria y la segunda pared lateral para formar dicha tubería, y dicho canal está dispuesto entre la segunda pared lateral y la segunda pared divisoria.

En un aspecto, la segunda pared lateral y la segunda pared divisoria no son paralelas, y la distancia entre la segunda pared divisoria y la segunda pared lateral disminuye hacia la salida de la tubería. Por lo tanto, el canal se estrecha hacia la salida de la tubería. La segunda pared divisoria está inclinada con respecto a la segunda pared lateral de manera que el canal se estrecha hacia la salida de la tubería. El ángulo de inclinación puede ser de 10 a 60°.

En un aspecto, las primera y segunda paredes laterales son sustancialmente verticales.

En un aspecto, la segunda pared lateral está dispuesta opuesta a la primera pared lateral y la tubería está ubicada en una segunda pared lateral. Por lo tanto, la salida de la tubería y la salida del tanque se colocan en extremos opuestos de la cámara de separación. La segunda pared puede formar parte de la tubería.

La forma del tanque de separación puede variar. Por ejemplo, el tanque de separación puede ser cilíndrico. En un aspecto, el tanque de separación es rectangular. Un tanque de separación rectangular facilita el montaje de las paredes divisorias inclinadas.

En un aspecto, el sistema comprende un tanque superior para alojar la suspensión, el tanque de separación está dispuesto al menos parcialmente por debajo del tanque superior en una dirección vertical de manera que la parte inferior del tanque de separación está ubicado por debajo de la parte inferior del tanque superior, dicha tubería está dispuesta entre el tanque superior y el tanque de separación para permitir que la suspensión fluya desde el tanque superior hacia el tanque de separación.

El material granular que comprende las piezas que tienen una segunda densidad se mezcla con el material flotante y con agua en el tanque superior. El material flotante permite que el material granular con las piezas que tienen una segunda densidad flote en el tanque superior. Debido a la gravedad y a las diferencias en densidad del material granular y las piezas de la suspensión, el material y las piezas de la suspensión pueden separarse durante el transporte desde la parte superior del tanque superior hasta la parte inferior del tanque superior. Para cuando la suspensión fluye desde el tanque superior, a través de la tubería hacia el tanque de separación, más material con la densidad más alta (por ejemplo, piezas de metal pesado) puede colocarse en la parte inferior del tanque superior y así hundirse o fluir hacia la parte inferior del tanque de separación, donde pueden recolectarse las piezas, mientras que cualquier material de menor densidad (por ejemplo, arena, piedras, el material flotante) se mantendrá a flote y pasará por el tanque de separación. La turbulencia en el tanque de separación hace que las piezas que tienen una segunda densidad se asienten en la parte inferior del tanque de separación. El flujo de líquidos a través del sistema es continuo y causado

principalmente o solo, por la gravedad. Esto reduce los costos de operación del sistema. Además, no se necesitan productos químicos nocivos para el entorno para la extracción o recuperación de las piezas que tienen una segunda densidad. El sistema tampoco requiere un exceso de agua para hacer funcionar el sistema. Esto permite un sistema económico y ambientalmente favorable para separar

5 piezas que tienen una segunda densidad del material granular.

El tanque superior se coloca por encima el tanque de separación en una dirección vertical a lo largo de un eje longitudinal, de manera que pueda usarse la gravedad para hacer fluir la suspensión a través del sistema. La abertura de la tubería en la parte inferior del tanque superior es preferentemente de menor diámetro en comparación con la abertura en la parte superior del tanque superior. El diámetro

10 del tanque superior puede disminuir hacia la abertura en la parte inferior del tanque superior. El ángulo β entre la pared lateral del tanque superior y el eje longitudinal que se extiende a través del tanque superior, para al menos parte de la pared lateral, puede estar entre 1 y 90°. Esto provoca una presión sobre la suspensión, lo que aumenta el régimen de flujo de la suspensión que ingresa en la tubería. Cuanto menor sea el ángulo β , mayor será el aumento del régimen de flujo en la parte inferior

15 del tanque superior. Puede usarse una bomba para aumentar el flujo de suspensión hacia el tanque de separación. Este aumento del régimen de flujo mejora la turbulencia en el tanque de separación y por lo tanto la separación de las piezas que tienen una segunda densidad.

En un aspecto, el sistema comprende una válvula, para controlar el flujo de suspensión desde el tanque superior al tanque de separación. Preferentemente, la válvula está dispuesta en conexión con

20 la tubería o sobre ella.

En un aspecto, el sistema comprende un tanque colector que está dispuesto en comunicación de líquidos con el tanque de separación, de manera que el tanque colector tiene una salida para transportar el líquido del sistema, un tanque de almacenamiento para el almacenamiento de una mezcla de material flotante y agua y que está dispuesto en comunicación de líquidos con el tanque

25 colector y el tanque superior, una bomba que está dispuesta para el transporte de líquido desde el tanque colector hacia dicho tanque de almacenamiento, un tanque de material flotante que está dispuesto en comunicación de líquidos con dicho tanque de almacenamiento para almacenar el material flotante y agregar material flotante a dicho tanque de almacenamiento y un tanque de agua que está dispuesto en comunicación de líquidos con el tanque colector para almacenar agua y agregar

30 agua al tanque colector. El término “que está dispuesto en comunicación de líquidos con” significa que se permite que el líquido fluya entre los tanques en al menos una dirección.

En un aspecto, la trampa puede retirarse del tanque de separación para facilitar la extracción de las piezas separadas.

En un aspecto, la trampa es una bandeja para recolectar piezas que tienen una segunda densidad, que está dispuesta al menos parcialmente por debajo de la salida de la tubería. La trampa o bandeja se coloca en la parte inferior del tanque de separación, preferentemente cerca de la salida de la tubería. Esto puede mejorar la eficiencia de separación de las piezas pesadas. La bandeja puede retirarse del tanque de separación para recolectar las piezas de metal pesado. En otro aspecto, la trampa puede retirarse durante el funcionamiento del sistema. Ventajosamente, el sistema no tiene que detenerse para recolectar las piezas separadas y asentadas. Mientras el flujo continuo de suspensión pasa por el tanque de separación, la bandeja puede vaciarse y devolverse. Esto reduce el tiempo de extracción y reciclaje y, por lo tanto, reduce los costos de funcionamiento del sistema. Uno o más miembros de abertura, tal como una puerta de cierre, se abrirán cuando la bandeja esté presente en el tanque de separación y se cerrarán cuando se retire la bandeja del tanque de separación, de manera que no haya ninguna abertura a través de la cual el líquido pueda fluir durante el retiro y ausencia de la bandeja. Pueden usarse dos o más miembros de abertura, de manera que la trampa o bandeja pueda retirarse de un lado del tanque de separación mientras se inserta una segunda trampa o bandeja desde otro lado del tanque de separación. Esto mejora la eficacia y la eficiencia del sistema en general y reduce los costos.

En un aspecto adicional, la salida del tanque de separación se conecta a una segunda tubería de un segundo sistema para separar piezas de una tercera densidad, siendo la tercera densidad menor que la segunda densidad y mayor que la primera densidad, del material granular. El tanque de separación del primer sistema se convierte en el tanque superior del segundo sistema. Una serie de sistemas permite la separación de piezas que tienen diferentes densidades. Optimizando el régimen de flujo (entre otros, ajustando las dimensiones de la tubería, canales y salidas) y la primera densidad del material flotante, la serie de sistemas puede usarse para la separación de diferentes metales que tienen diferentes densidades. Por ejemplo, puede recolectarse oro en el primer tanque de separación, plata en el segundo tanque de separación y cobalto en el tercer tanque de separación. Otro ejemplo es que una serie de sistemas pueden recolectar piezas pesadas que tienen una segunda densidad de diferente tamaño pero del mismo material. O pueden recolectarse metales en el primer tanque de separación y plásticos en el segundo tanque de separación.

En un aspecto, el sistema comprende un arreglo de tuberías para transportar agua y el material flotante y devolver el agua y el material flotante al tanque de separación o superior. Puede usarse un

miembro de filtrado en el arreglo de tuberías para filtrar el agua y/o el material flotante. Los sistemas que se usan hoy en día para la minería consumen mucha agua. El impacto en el entorno para el suministro de agua necesaria para la minería es un gran problema. Usualmente el agua se toma de ríos o lagos cercanos y se envía a estanques recién construidos. El sistema de descripción permite el reuso del agua. Esto reduce el impacto en el entorno y reduce sustancialmente el costo de la minería. Además, el reuso del material flotante reduce los costos. Es probable que el agua que fluye mezclada con el material flotante sea menos sensible a la congelación y por lo tanto, permite que la minería se realice en condiciones en las que el agua normalmente se congela. El sistema completo también puede colocarse dentro de un edificio que puede calentarse por encima de la temperatura de congelación, evitando de esta manera la congelación del agua. Esto mejora la eficacia y eficiencia de la minería.

En un aspecto, el sistema comprende un tanque colector que está dispuesto para recibir la suspensión o el líquido del tanque de separación, de manera que el tanque colector tiene una salida adaptada para transportar la suspensión o el líquido desde el sistema.

La descripción se refiere además a un método para separar piezas que tienen una segunda densidad de material granular mediante el uso de uno o más aspectos que se definieron anteriormente, como se define en la reivindicación 13.

El método comprende:

- triturar el material granular mezclado con las piezas que tienen una segunda densidad para proporcionar granos del material granular que tienen un diámetro máximo,
- alimentar de agua y de un material flotante al tanque de separación a través de la tubería,
- alimentar el material granular procesado mezclado con las piezas que tienen una segunda densidad a la tubería del tanque de separación,
- separar las piezas que tienen una segunda densidad de la suspensión (por medio de la gravedad) en la cámara de separación,
- recolectar las piezas separadas que tienen una segunda densidad en la trampa, y
- retirar la suspensión con menor contenido de piezas que tienen una segunda densidad de la cámara de separación a través de la salida del tanque.

Subsecuentemente, las piezas que tienen una segunda densidad pueden recolectarse del tanque de separación. El agua y la suspensión pueden filtrarse y reusarse.

El sistema permite el uso de más de un tanque de separación que operan en paralelo, de manera que cada tanque puede usarse para la separación de una pieza particular de segunda, tercera o cuarta densidad.

El material granulado puede ser cualquier combinación de materiales, de manera que los materiales
5 tienen diferentes densidades. El material granular puede ser material granular de origen natural o material granular procedente de una planta de desechos. El diámetro máximo de las piezas puede estar entre 0.1 y 100 mm, o entre 1 y 50 mm, o entre 1 y 25 mm, o entre 1 y 10 mm. En un aspecto, el diámetro máximo del material flotante en un primer sistema puede ser de aproximadamente 8 mm. En un aspecto del método anterior, la densidad del material flotante en uno o más tanques se varía
10 en dependencia del diámetro máximo del material granular al ajustar la cantidad de agua o de material flotante por litro de material flotante. Al variar la cantidad de material flotante, cambiará la densidad de la suspensión. Puede usarse una suspensión más espesa para piezas más densas y una suspensión más delgada para piezas de menor densidad. Por lo tanto, en tanques conectados en paralelo, cada tanque de separación (superior y) particular puede usarse para la separación de una
15 pieza pesada particular variando el grosor de la suspensión ingrese los tanques. Por ejemplo, el oro puede separarse en un primer tanque y la plata puede separarse en el segundo tanque, o los metales pueden separarse en un primer tanque, los plásticos duros en un segundo tanque y los plásticos suaves en un tercer tanque.

En otro aspecto, una relación de primera densidad contra una segunda densidad es de 1:1.1 a
20 0.5:1000. Cuanto mayor sea la relación entre las densidades, más fácil será la separación de las piezas.

En otro aspecto más, una pieza que tiene la segunda densidad (también llamada piezas pesadas) es cualquier material. El material flotante que tiene una primera densidad es un material que tiene una densidad que es menor que la densidad de las piezas que tienen una segunda densidad. Por ejemplo,
25 la primera densidad puede ser una densidad por debajo a 1 g/cm^3 y la segunda densidad puede ser una densidad de al menos 1 g/cm^3 . Ejemplos de piezas que tienen la segunda densidad pueden ser un metal, o las piezas que tienen una segunda densidad pueden ser oro, plata, aluminio, plástico, caucho, piedras preciosas, diamantes, cuarzos, cobalto.

En un aspecto adicional, el material flotante es bentonita, hidrocoloides o derivados de celulosa. En
30 otro aspecto, el material flotante es bentonita o celulosa o derivados de celulosa. En otro aspecto más, el material flotante es bentonita de sodio. La densidad de cualquier material flotante puede variarse cambiando la cantidad de material flotante por volumen de agua. Por lo tanto, la primera

densidad puede adaptarse a la segunda densidad de manera que la primera densidad esté siempre por debajo de la segunda densidad del material a separar. La densidad del material flotante en uno o más tanques puede variarse al ajustar la cantidad de agua o de material flotante por litro o variando el tipo de material flotante. En un aspecto, el material flotante es agua.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se explicará ahora con más detalles mediante la descripción de diferentes aspectos de la invención y con referencia a las figuras adjuntas.

La Figura 1 muestra un primer ejemplo de un tanque de separación.

10 La Figura 2 muestra un ejemplo de un sistema de la descripción que incluye un tanque de separación y un tanque superior opcional.

La Figura 3a muestra un segundo ejemplo de un tanque de separación.

La Figura 3b muestra un tercer ejemplo de un tanque de separación.

La Figura 4 muestra un ejemplo del sistema con tuberías y tanques de almacenamiento y recolección.

15 La Figura 5 muestra un ejemplo del sistema con tubería para el reúso de agua y material flotante.

La Figura 6 muestra un sistema con múltiples tanques de separación conectados en serie.

La Figura 7 muestra un sistema con múltiples tanques de separación conectados en paralelo en uso en una planta minera.

Las Figuras 8a-b muestran diagramas de flujo de un método de la descripción.

20

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Los aspectos de la presente descripción se describirán más completamente a continuación con referencia a los dibujos acompañantes. El sistema y método descritos en la presente descripción pueden, sin embargo, realizarse de muchas formas diferentes y no deben interpretarse como
25 limitados a los aspectos establecidos en la presente descripción. Los números iguales en los dibujos se refieren a elementos iguales.

La terminología usada en la presente descripción es solamente para describir aspectos particulares de la descripción, y no pretende limitar la invención. Como se usa en la presente descripción, las formas singulares “un”, “uno(a)” y “el(la)” pretenden incluir las formas plurales también, a menos
30 que de cualquier otra manera el contexto claramente indique lo contrario. Debe entenderse que el tanque superior está opcionalmente presente en el sistema.

A menos que se defina de cualquier otra manera, “sustancialmente vertical” significa vertical con una desviación máxima de un eje vertical de 10°. A menos que se defina de cualquier otra manera, “sustancialmente horizontal” significa horizontal con una desviación máxima de un eje horizontal de 10°, de manera que el eje horizontal se extiende perpendicular al eje vertical L.

5 Una suspensión es una mezcla líquida de un sólido con un fluido (generalmente agua). Las suspensiones se comportan de alguna manera como fluidos espesos, que fluyen bajo la gravedad y también son capaces de ser bombeados si no es demasiado espeso. A menos que se defina de cualquier otra manera, “suspensión” es una mezcla líquida de agua y material granular y material flotante y piezas pesadas que tienen una segunda, tercera, cuarta, etc. densidad.

10 A menos que se defina de cualquier otra manera, “líquido” es cualquier mezcla de fluidos y puede ser una suspensión. “Líquido” puede ser una suspensión con un contenido menor de piezas que tienen una segunda densidad, por ejemplo, el líquido que sale en el tanque de separación.

A menos que se defina de cualquier otra manera, “primera, segunda o tercera densidad” es una densidad en g/cm^3 del material indicado, de manera que la primera densidad es la densidad más baja, 15 la segunda densidad la densidad más alta y cualquier densidad subsecuente es una densidad entre la primera y la segunda densidad. Por lo tanto, la primera densidad puede ser de 3.5 g/cm^3 , la segunda densidad puede ser de 18 g/cm^3 y una tercera densidad puede ser de 7 g/cm^3 , una cuarta densidad puede ser de 10 g/cm^3 .

A menos que se defina de cualquier otra manera, “turbulencia” o “flujo turbulento” es cualquier 20 patrón de movimiento de fluido caracterizado por cambios caótico en presión y velocidad de flujo/velocidad.

A menos que se defina de cualquier otra manera, “tritución” significa un proceso para reducir el tamaño del material mediante corte, aplastante, atomización, trituración, pulverización, levigación y similares.

25 A menos que se defina de cualquier otra manera, “piezas pesadas” significa piezas que tienen una segunda, tercera, cuarta densidad, etc.

A menos que se defina de cualquier otra manera, “bentonita” es una arcilla absorbente de filosilicato de aluminio que consiste principalmente en montmorillonita. La bentonita puede ser bentonita de sodio.

30 A menos que se defina de cualquier otra manera, todos los términos usados en la presente descripción tienen el mismo significado como se entiende comúnmente por un experto en la técnica a la que pertenece esta descripción.

Las flechas en las figuras indican la ruta del flujo de líquido o de la suspensión a través del sistema. La Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema para separar piezas que tienen una segunda densidad del material granular. El sistema incluye un tanque de separación 2a. El tanque de separación 2a comprende una primera pared lateral 12 provista de una salida del tanque 6. En un aspecto, la salida del tanque 6 es una abertura en la primera pared lateral del tanque de separación. El tanque de separación 2a comprende además una parte inferior 7 y una tubería 4 que define un canal 3a para permitir una suspensión de agua, un material flotante que tiene una primera densidad, que es menor que la segunda densidad, material granular y las piezas que tienen la segunda densidad, fluir al tanque de separación 2a. La tubería 4 tiene una entrada de la tubería 4a en un extremo superior de la tubería y una salida de la tubería 4b en un extremo inferior de la tubería.

La salida de la tubería 4b está ubicada en un tercio inferior del tanque de separación 2a. Preferentemente, la salida de la tubería 4b está ubicada en un cuarto inferior del tanque de separación 2a, y con la máxima preferencia en un quinto inferior del tanque de separación. La salida de la tubería 4b está colocada muy cerca de la parte inferior 7 del tanque de separación 2 para promover un flujo de la suspensión que colisiona en la parte inferior del tanque de separación y luego se mueve hacia arriba hasta la salida del tanque de separación.

La salida de la tubería 4b está orientada hacia la parte inferior 7 del tanque de separación de manera que la suspensión ingresa al interior del tanque de separación sustancialmente perpendicular a la parte inferior 7 para provocar un flujo turbulento de la suspensión en el tanque de separación. La salida de la tubería es una abertura en el extremo inferior de la tubería 4. La abertura de la salida de la tubería 4b define un plano sustancialmente paralelo a la parte inferior de la cámara de separación. La salida de la tubería 4b es una abertura entre el canal 3a y el interior del tanque de separación 2a. La salida de la tubería 4b está separada de la salida del tanque 6 en una dirección horizontal y vertical. La salida del tanque 6 está dispuesta por encima de la salida de la tubería 4b en una dirección vertical. La salida de la tubería 4b está ubicada a una distancia d de la parte inferior 7 del tanque de separación en una dirección vertical. La distancia d depende del tamaño total del tanque de separación y del tamaño de las piezas a separar. La distancia d puede ser al menos dos o tres veces el diámetro promedio del material granular.

La salida del tanque 6 está ubicada a una distancia h de la salida de la tubería 4b en una dirección vertical. La distancia h es mayor que la distancia d . La distancia h puede ser de 3 a 50 veces mayor que la distancia d . Preferentemente, la distancia h es al menos el doble de la distancia d . En un aspecto, la distancia h es al menos 3 veces la distancia d , y preferentemente la distancia h es al menos

4 veces la distancia d. La relación entre la distancia d y h es de manera que el régimen de flujo disminuye al ingresar la suspensión en el tanque de separación, de manera que puede ocurrir una separación adecuada de las piezas que tienen una segunda densidad.

En el ejemplo de las Figuras 1 y 2, la tubería 4 es vertical. En este ejemplo, el tanque de separación comprende una pared divisoria 25 que separa el canal 3a y la cámara de separación 8a. La tubería comprende la pared lateral 14 y la pared divisoria 25 del tanque de separación. Alternativamente, la tubería 4 es una tubería tradicional con su(s) propia(s) pared(es). En este ejemplo, la entrada de la tubería 4a se coloca en una parte superior del tanque de separación o en la proximidad de un techo del tanque de separación. Alternativamente, el extremo superior de la tubería se extiende por encima de las paredes laterales del tanque de separación. Las primera y segunda paredes laterales 12, 14 están dispuestas en extremos opuestos del tanque de separación 2c. En un aspecto, las primera y segunda paredes laterales 12, 14 son sustancialmente paralelas.

El tanque de separación 2a comprende una trampa 5 para recolectar piezas, tal como piezas de metal, que tienen la segunda densidad 9c, dispuesta en la parte inferior 7 del tanque de separación 2b.

El tanque de separación 2a comprende una cámara de separación 8a dispuesta en comunicación de líquidos con la salida de la tubería 4b para permitir que la suspensión ingrese en la cámara de separación 8a desde la salida de la tubería 4b. La salida del tanque 6 está dispuesta en la cámara de separación 8a.

En este ejemplo, el diámetro de la salida de la tubería y la salida de la tubería son sustancialmente iguales. Los diámetros pueden ser diferentes para influir en el régimen de flujo del líquido a través del sistema. Por ejemplo, el diámetro de la salida del tanque puede ser un 10 % mayor que el diámetro de la salida de la tubería.

El tanque de separación 2a puede tener una abertura de inspección 20, que puede ser una puerta o ventana que puede cerrarse. Un eje central L2 del tanque de separación 2a se extiende a lo largo de una línea vertical.

La suspensión puede ingresar a la tubería 4 del tanque de separación desde un tanque superior 1, como se muestra en la Figura 2, o a través de una tubería de suspensión 21 como se muestra en la Figura 5.

Como se muestra en la Figura 2, el sistema puede tener un tanque superior 1 dispuesto para recibir material granular. El material granular puede ser material granular de origen natural, tal como material del suelo o de una montaña. El material granular puede ser cualquier otro material. El material granular puede provenir de productos de desecho de artículos electrónicos, tal como

baterías, computadoras, tarjetas de crédito, placas de circuito impreso, radios, cables y similares. El material granular puede provenir de productos de desecho de la construcción, tal como ventanas con marcos y similares. El material granular comprende las piezas pesadas que tienen una segunda densidad y se vierte o mezcla en un tanque colector o en el tanque superior 1, donde se mezcla con agua y material flotante dentro del tanque. Esta mezcla de materiales dentro del tanque superior forma una suspensión. El tanque superior puede comprender agua, un material flotante 9a, arena o rocas 9b y piezas de metal pesado 9c, etc. Por lo tanto, el tanque superior puede tener una función de mezcla así como también una función de separación. La mezcla puede ocurrir en la mitad superior o en un tercio del tanque superior, mientras que la separación ocurre en la mitad inferior o en los dos tercios inferiores del tanque superior.

Alternativamente, si no hay un tanque superior, puede agregarse una suspensión al tanque de separación para la separación y sedimentación de las piezas que tienen una segunda densidad. Si hay un tanque superior 1, la suspensión se mezcla en el tanque superior.

La primera densidad del material flotante es menor que la segunda densidad de las piezas pesadas.

Por ejemplo, la primera densidad del material flotante, en condiciones de humedad, puede ser inferior a 2 g/cm^3 , o entre aproximadamente 0.1 y 2 g/cm^3 o entre aproximadamente 0.5 y 1.85 g/cm^3 o entre aproximadamente 0.1 y 1.8 g/cm^3 o entre aproximadamente 0.2 y 1.5 g/cm^3 , aproximadamente entre 0.4 y 1 g/cm^3 aproximadamente entre 0.4 y 0.7 g/cm^3 o aproximadamente 0.6 g/cm^3 . El material flotante puede ser bentonita, tal como bentonita de sodio, bentonita de calcio o bentonita de potasio o mezclas de las mismas. El material flotante puede ser bentonita de sodio, que tiene una densidad de 0.593 g/cm^3 . El material flotante puede ser celulosa o un derivado de celulosa, tal como hidroxipropilcelulosa (HPC), hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC), etilcelulosa (EC), hidroxietilcelulosa (HEC), metilcelulosa (MC) o mezclas de los mismos. El material flotante puede ser hidrocoloides, tal como Carbopol™, goma arábica, policatanato, poliacrilato, poliestireno, gelatina, alginato, polimetacrilato, gelucir, acetato de polivinilo, polivinil lactama, goma guar, alginato de sodio carragenano, agar o mezclas de los mismos.

La densidad de las piezas que tienen la segunda densidad puede ser de al menos 1 , 2 o 3.5 o 5 g/cm^3 o 10 , 20 , 50 , 100 g/cm^3 . Ejemplos de piezas que tienen la segunda densidad pueden ser metal, piedras preciosas, cualquier tipo de plástico o madera. Por ejemplo, las piezas que tienen la segunda densidad pueden ser oro, plata, aluminio, plástico, caucho, piedras preciosas, diamantes, cuarzos, cobalto, etc. Una relación entre la primera densidad y la segunda densidad puede ser $0.1:1000$ o $0.5:100$, o $1:100$, o $0.5:50$, o $1:50$, o $0.5:25$.

El tanque superior tiene un eje central L1 que se extiende entre un extremo superior 10 y un extremo inferior 11 del tanque superior 1. Preferentemente, el eje central L1 es vertical. La abertura en el extremo superior 10 es, de acuerdo con algunos aspectos, de mayor diámetro que la abertura en el extremo inferior 11. El diámetro del tanque superior 1 se reduce preferentemente hacia la abertura

5 11 en la parte inferior. La reducción de los diámetros o un aumento de la relación de los diámetros entre el extremo superior y el extremo inferior es ventajoso para aumentar la presión sobre la suspensión en el extremo inferior. La presión empuja y la gravedad empuja la suspensión a través de la abertura del tanque superior 1 hacia la tubería 4. El diámetro exacto del tanque superior depende de la escala del sistema y la densidad y el tamaño de los materiales usados dentro de los tanques.

10 Siempre que la abertura en el extremo superior sea al menos dos veces, o entre tres y diez veces más grande que la abertura en el extremo inferior 11 del tanque superior, se generará una presión sobre el extremo inferior 11 que empujará un flujo de suspensión en el tanque de separación 2. Las paredes del tanque superior pueden extenderse a lo largo del eje central L1 y la parte inferior del tanque superior 1 puede ser redondeado o plano extendiéndose perpendicular al eje central L1. La totalidad

15 o una porción inferior de las paredes del tanque superior pueden extenderse en un ángulo β en relación con el eje central, de manera que el diámetro del tanque superior disminuye hacia la parte inferior del tanque superior. Una o más paredes laterales del tanque superior pueden estar inclinadas en un ángulo de entre 1 y 90°, o entre 15 y 75°, o entre 30 y 60°, o alrededor o hasta 45° en relación con el eje central L1. Un ángulo más pequeño aumentará la presión y el régimen de flujo.

20 La tubería 4 está conectada a la abertura en el extremo inferior 11 del tanque superior 1 permitiendo que la suspensión fluya desde el tanque superior 1 hacia el tanque de separación 2. La tubería 4 tiene una entrada de la tubería 4a y una salida de la tubería 4b ubicadas en un tercio inferior del tanque de separación 2. Preferentemente, la tubería 4 está dispuesta sustancialmente en vertical. La tubería 4 puede tener un ángulo de entre 0 y 60° desde un eje vertical. Preferentemente, la tubería 4 no forma

25 un ángulo de más de 45° con respecto al eje vertical. La inclinación de la tubería 4 afectará la presión y el régimen de flujo de la suspensión a través del sistema. El líquido o la suspensión que ingresa en el tanque de separación 2 en la salida de la tubería 4b colisiona con la parte inferior 7 del tanque de separación 2, donde el flujo cambia preferentemente de dirección de sustancialmente vertical hacia abajo a sustancialmente horizontal e ingresa en la cámara de separación 8a. En la cámara de

30 separación 8a, el flujo cambia subsecuentemente a sustancialmente vertical hacia arriba hacia la salida del tanque 6 de la cámara de separación 8a. La cámara de separación 8a tiene un volumen mayor en comparación con el canal 3a definido por la tubería 4, lo que provoca una disminución en

el régimen de flujo de la suspensión al ingresar en la cámara de separación 8a. La suspensión asciende en el tanque de separación a un régimen de flujo menor en comparación con el régimen de flujo en la tubería. La relación entre el régimen de flujo de la tubería y el régimen de flujo del tanque de separación puede ser 100:0.1, 100:1 o 50:1. La colisión, la turbulencia provocada por la colisión, la disminución del régimen de flujo y la gravedad hacen que las piezas que tienen una segunda densidad o las piezas pesadas se separen de la suspensión. Dichas piezas se hunden hasta la parte inferior del tanque de separación, donde pueden recolectarse en la trampa 5.

El área o diámetro de la salida de la tubería 4b de la tubería 4 puede ser sustancialmente igual o el mismo que el área o diámetro de una entrada de la tubería 4a en la parte inferior del tanque superior, si está presente. De acuerdo con algunos aspectos, el área o diámetro de la salida de la tubería 4b es menor que el área o el diámetro de la entrada de la tubería 4a para aumentar la presión de la suspensión dentro de la tubería 4 antes de ingresar al tanque de separación.

De acuerdo con algunos aspectos, la tubería 4 está dispuesta adyacente a una segunda pared lateral 14 del tanque de separación. La segunda pared lateral 14 puede tener una forma tal que la salida de la tubería 4b sea una salida vertical de manera que la suspensión ingrese en el tanque de separación en una dirección vertical sustancial o desde arriba. La tubería 4 puede ingresar en un techo del tanque de separación y terminar justo encima de la parte inferior 7 del tanque de separación como se muestra en las Figuras 1 y 2. Las primera y segunda paredes laterales 12, 14 están dispuestas en extremos opuestos del tanque de separación 2c. En un aspecto, las primera y segunda paredes laterales 12, 14 son sustancialmente paralelas.

El sistema puede comprender una o más válvulas 13 para controlar el flujo de la suspensión. Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 2 y 5, una válvula 13 puede estar presente en la tubería 4 para controlar el flujo de suspensión desde el tanque superior 1 al tanque de separación 2.

El tanque de separación 2 está dispuesto para recibir la suspensión desde el tanque superior. El tanque de separación está dispuesto al menos parcialmente por debajo del tanque superior 1 de manera que la parte inferior del tanque de separación esté ubicado por debajo de la parte inferior del tanque superior en una dirección vertical a lo largo del eje central L2, con el fin de usar la gravedad para el flujo de la suspensión desde el tanque superior al tanque de separación. La diferencia de distancia entre la parte inferior del tanque superior y la parte inferior del tanque de separación afecta la presión y el régimen de flujo de la suspensión a través del sistema.

La salida del tanque de separación 6 está dispuesta en la pared lateral 12 para permitir que el líquido o suspensión con un contenido reducido de piezas pesadas que tienen una segunda densidad fluya

fuera del tanque de separación 2. La salida del tanque 6 está dispuesta por encima de la salida de la tubería 4b en una dirección vertical. La salida del tanque 6 está separada de la salida de la tubería 4b en una dirección horizontal sustancialmente perpendicular al eje central L2. La salida del tanque 6 puede colocarse en el lado opuesto del eje central L2 como la salida de la tubería 4b, como se muestra en las Figuras 1 a 5. La salida del tanque 6 puede disponerse en un tercio más alto de la pared lateral del tanque de separación 12 o adyacente o muy cerca del techo del tanque de separación.

El tanque de separación 2 comprende una trampa 5 para recolectar las piezas pesadas. La trampa puede ser cualquier tipo de trampa adaptada para recolectar las piezas que tengan una segunda, tercera, cuarta densidad, etc. durante el uso del sistema. La trampa puede ser una bandeja que puede retirarse del tanque de separación y volver a colocarse después de recolectar las piezas pesadas. Puede haber uno o más miembros de abertura 15, como una puerta de cierre, que se cierran al retirar la trampa o bandeja 5 y se abren cuando la trampa o bandeja se alimenta en el tanque de separación 2. La trampa se coloca preferentemente en la proximidad de la salida 4b de la tubería 4. La trampa 5 puede disponerse al menos en parte o completamente por debajo de la salida 4b de la tubería para mejorar la eficiencia de la separación.

La Figura 3a muestra un segundo ejemplo del sistema que comprende un tanque de separación 2c. El tanque de separación 2c comprende una primera pared lateral 12, una segunda pared lateral 14 opuesta a la primera pared lateral 12, una tubería 4 que tiene una entrada de la tubería 4a y una salida de la tubería 4b, y una cámara de separación 8b. La tubería 4 define un canal 3b. El tanque de separación 2c comprende además una pared divisoria 25a que divide el tanque de separación 2c en el canal 3b y la cámara de separación 8b. En este ejemplo, la pared divisoria 25a representa una pared de la tubería 4 así como también una pared de la cámara de separación 8b. La salida de la tubería 4b es una abertura entre la segunda pared lateral 14 y la primera pared divisoria 25a.

Hay una abertura 26 entre un extremo inferior de la pared divisoria 25a y la parte inferior 7 del tanque de separación para permitir que la suspensión ingrese en la cámara de separación 8b desde la salida de la tubería 4b. La distancia d puede definirse como la distancia entre un extremo de la tubería en la salida de la tubería y la parte inferior del tanque de separación 2. En este ejemplo, la cámara de separación 8b se estrecha hacia la salida del tanque 6 para mejorar el flujo hacia la salida del tanque, y el canal 3b se estrecha hacia la salida de la tubería 4b para aumentar la presión de la suspensión que ingresa al tanque de separación.

Las primera y segunda paredes laterales 12, 14 están dispuestas en extremos opuestos del tanque de separación 2c. En un aspecto, las primera y segunda paredes laterales 12, 14 son sustancialmente

paralelas. La cámara de separación 8b está dispuesta entre la pared divisoria 25a, la primera pared lateral 12, la tercera y cuarta paredes 12b, 12c y la parte inferior 7 del tanque de separación 2c. La pared divisoria 25a está inclinada con respecto a la primera pared lateral 12 de manera que la distancia entre la pared divisoria 25a y la primera pared lateral 12 disminuye hacia la salida 6 del tanque. Además, la pared divisoria 25a está inclinada con respecto a la segunda pared lateral 14 de manera que la distancia entre la pared divisoria 25a y la segunda pared lateral 14 disminuye hacia la salida de la tubería 4b. La primera pared divisoria 25a está inclinada hacia arriba hacia la salida del tanque 6. Por ejemplo, el ángulo α entre la primera pared divisoria 25a y la primera pared lateral 12 en la cámara de separación es de entre 30° y 60° , y preferentemente de entre 35° y 55° . El área o diámetro de la entrada de la tubería 4a puede ser mayor que el área de la salida de la tubería 4b. Preferentemente, existe un sellado entre la primera pared divisoria 25a y las paredes laterales 12b, 12c del tanque de separación para evitar fugas de la suspensión desde el canal 3c a la cámara de separación.

Como se muestra en la Figura 3a, la suspensión fluye (161) desde la entrada de la tubería 4a a través del canal 3b hacia la salida de la tubería 4b. La suspensión sale de la salida de la tubería 4b en una dirección sustancialmente vertical, y el flujo cambia a una dirección horizontal (162) cuando golpea la parte inferior 7 de la cámara de separación. El flujo ingresa en la cámara de separación 8b a través de la abertura 26, donde se produce una turbulencia (163). Las piezas que tienen una segunda densidad se separan de la suspensión, que se depositan en la parte inferior del tanque de separación en la trampa 5. El líquido entonces fluye hacia arriba (164) hacia la salida del tanque 6 y fuera del tanque de separación (165).

La Figura 3b muestra un tercer ejemplo del sistema que comprende un tanque de separación 2d. En este ejemplo, el tanque de separación 2d es rectangular y tiene cuatro paredes laterales. Sin embargo, la forma de la cámara de separación puede variar, por ejemplo, el tanque de separación puede ser cilíndrico. El tanque de separación 2d comprende una primera pared lateral 12, una segunda pared lateral 14 opuesta a la primera pared lateral 12, una tubería 4 que tiene una entrada de la tubería 4a y una salida de la tubería 4b. La tubería 4 define un canal 3c. En este ejemplo, el tanque de separación 2d comprende además una tercera y una cuarta pared lateral 12b, 12c opuestas entre sí. El tanque de separación 2d comprende además una primera pared divisoria 25a y una segunda pared divisoria 25b que divide el tanque de separación 2d en el canal 3c y una cámara de separación 8c. Las primera y segunda paredes divisorias 25a-b están unidas a las paredes laterales del tanque de separación. Puede haber un sellado entre las paredes divisorias 25a-by las paredes laterales del tanque de separación

para evitar fugas de la suspensión entre las paredes divisorias 25a-by las paredes laterales del tanque de separación.

En un aspecto, los extremos inferiores de la primera y segunda paredes divisorias 25a-b están unidos entre sí. En este ejemplo, el extremo superior de la primera pared divisoria 25a se acopla a la primera pared lateral 12 por encima de la salida del tanque 6. En este ejemplo, las primera y segunda paredes divisorias se extienden entre las tercera y cuarta paredes laterales 12c-b del tanque de separación, y están unidas a las tercera y cuarta paredes laterales 12c-b.

Hay una abertura 26 entre los extremos inferiores de la primera y segunda paredes divisorias 25a-b y la parte inferior 7 del tanque de separación para permitir que la suspensión ingrese en la cámara de separación 8c desde la salida de la tubería 4b. Hay una abertura 26a-b entre un extremo inferior de las paredes divisorias 25a-b y la parte inferior 7 del tanque de separación. Se forma una cámara 28 entre las paredes divisorias 25a-b como se muestra en la Figura 3b permitiendo que la suspensión ingrese en la cámara 28 antes de fluir a través de la cámara de separación 8c. Tal cámara 28 mejora la separación de piezas que tienen una segunda densidad.

En un aspecto, las primera y segunda paredes laterales 12, 14 son sustancialmente paralelas. En otro aspecto, las tercera y cuarta paredes laterales 12b-c son sustancialmente paralelas. Las primera y segunda paredes laterales 12, 14 están dispuestas opuestas entre sí. La segunda pared divisoria 25b está dispuesta entre la primera pared divisoria 25a y la segunda pared lateral 14 para formar la tubería 4. El canal 3c está dispuesto entre la segunda pared lateral 14, la tercera y cuarta paredes laterales 12b-c y la segunda pared divisoria 25b. La segunda pared divisoria 25b está inclinada con respecto a la segunda pared lateral 14 de manera que la distancia entre la segunda pared divisoria 25b y la segunda pared lateral 14 disminuye hacia la salida de la tubería 4b. Por lo tanto, el canal 3c se estrecha hacia la salida de la tubería 4b. En este ejemplo, el área de la entrada de la tubería 4a es mayor que el área de la salida de la tubería 4b. La cámara de separación 8c está dispuesta entre la primera pared divisoria 25a, la primera pared lateral 12, la tercera y cuarta paredes laterales 12b-c, y la parte inferior 7 del tanque de separación 2c como se muestra en la Figura 3b. La primera pared divisoria 25a está inclinada con respecto a la primera pared lateral 12 de manera que la distancia entre la pared divisoria 25a y la primera pared lateral 12 disminuye hacia la salida del tanque 6. Por lo tanto, la cámara de separación 8c se estrecha hacia la salida del tanque 6 en un ángulo α .

La Figura 4 muestra un sistema que comprende un tanque superior 1 adaptado para recibir material granular colectado 130 o el material granular concentrado 140 de, por ejemplo, una mina, y una mezcla de material flotante y agua de un tanque de almacenamiento para la mezcla de material

flotante y agua 22. La suspensión se mezcla y separa en el tanque superior y pasa por la tubería 4 para llegar al tanque de separación 2. Las piezas que tengan una segunda densidad serán separadas y asentadas en la trampa 5, mientras que el líquido restante sale del tanque de separación por la salida del tanque de separación 6. Un tanque colector 23 recibe el líquido del tanque de separación. En una salida del tanque colector 23, parte del líquido con un resto de material de desecho saldrá del tanque colector 24 para transportarse desde el sistema. La separación puede ocurrir en el tanque colector, de manera que las piezas que tienen una tercera y cuarta densidad pueden recolectarse en la salida 27 del tanque colector 23. Tales piezas pueden ser plásticos, madera o metales que tengan una densidad menor que las piezas que tienen una segunda densidad. Una o más bombas 19 bombean el líquido desde el tanque colector 23 al tanque de almacenamiento 22. Preferentemente, este líquido es principal o sustancialmente una mezcla de material flotante y agua. Puede usarse un miembro de filtrado para filtrar la mezcla de agua y material flotante antes de ingresar en el tanque de almacenamiento 22, puede agregarse agua adicional al tanque colector desde un tanque de agua 18a. Puede agregarse material flotante adicional al tanque de almacenamiento 22 desde un tanque de material flotante 18b. Este sistema que se muestra en la Figura 4 puede comprender un tanque que tiene una pared divisoria 25 como se muestra en las Figuras 3a y 3b. El sistema también puede comprender varios tanques en serie o en paralelo como se muestra en las Figuras 6 y 7 y se describe a continuación.

El sistema puede automatizarse mediante el uso de sensores y programas de computadora para controlar el flujo de la suspensión, agua y otros líquidos durante el proceso minero en el sistema.

El sistema puede comprender un arreglo de tuberías 16 para el reúso del material flotante y agua como se muestra en las Figuras 4 y 5. El arreglo de tuberías 16 puede comprender un miembro de filtrado 17. El miembro de filtrado filtra el material granular de origen natural del agua y del material flotante. Como se muestra en la Figura 5, el líquido de la salida del tanque de separación 6 puede ser filtrado por un miembro de filtrado 17, tal como un tamiz, de manera que el agua y el material flotante pasen por los medios de filtrado y puedan recolectarse en uno o más tanques colectores 18 y devuelto al tanque 1, 2. Un tanque colector 18 puede usarse para agua, otro tanque colector puede usarse para agua mezclada con el material flotante. Pueden estar presentes válvulas 13 en el arreglo de tuberías 16 para controlar el flujo a través del arreglo de tuberías. Puede usarse una bomba 19 para bombear agua y el material flotante de regreso al tanque superior 1. El sistema puede automatizarse mediante el uso de sensores y programas de computadora para controlar el flujo de la suspensión, agua y otros líquidos durante el proceso minero en el sistema.

Como se muestra en la Figura 6, pueden conectarse varios tanques en serie. La salida del tanque 6 de un primer tanque de separación 2 puede conectarse a una tubería de un segundo sistema para separar piezas que tienen una tercera densidad del material granular. El primer tanque de separación de sistemas 2 se convierte así en el tanque superior del segundo sistema. La Figura 6 muestra una serie de cuatro tanques de separación 2-1, 2-2, 2-3 y 2-4, de manera que la suspensión fluye desde un tanque de separación al siguiente en serie. Preferentemente, para aumentar el flujo de la suspensión, la serie de tanques de separación se colocan de manera que la parte inferior del primer tanque de separación 2-1 esté colocado por encima la parte inferior del segundo tanque de separación 2-2 en una dirección vertical a lo largo del eje central L2, que a su vez se encuentra por encima de la parte inferior del tercer tanque inferior 2-3, y así sucesivamente. La salida del tanque 6-1 del primer tanque de separación 2-1 ingresa en una tubería 4-2 que tiene una salida de la tubería 4b-2 en el segundo tanque de separación 2-2. Las salidas de las tuberías 4b-1, 4b-2, 4b-3, 4b-4 y las salidas del tanque de separación 6-2, 6-3, 6-4 pueden colocarse una en relación entre sí como se describió anteriormente. Por lo tanto, la salida del tanque de separación 6-2 del segundo tanque de separación 2-2 se coloca por encima de la salida de la tubería 4b-2 del segundo tanque de separación 2-2, y así sucesivamente. Alternativamente, para aumentar el régimen de flujo a través de los sistemas, las tuberías de los tanques de separación pueden fabricarse con un diámetro decreciente de manera que el primer tanque de separación 2-1 tenga una tubería 4-1 que tenga un diámetro mayor que el diámetro de la tubería 4-2 del segundo tanque de separación 2-2 y así sucesivamente.

Cada tanque de separación 2-1, 2-2, 2-3 y 2-4 comprende una trampa o bandeja 5 para recolectar las piezas separadas. Diferentes piezas que tienen una segunda, tercera, cuarta, etc., densidad pueden recolectarse en los diferentes tanques de separación. Por ejemplo, las piezas que tienen la mayor densidad, por ejemplo, oro que tiene una segunda densidad de 19.32 g/cm^3 , pueden recolectarse en el primer tanque de separación 2-1, y las piezas que tienen una tercera densidad, por ejemplo, plata que tiene una densidad de 10.49 g/cm^3 , pueden recolectarse en el segundo tanque de separación 2-2 y las piezas que tienen una cuarta densidad más baja, por ejemplo, cobalto que tiene una densidad de 8.86 g/cm^3 , pueden recolectarse en el tercer tanque de separación, y así sucesivamente. La conexión en serie también puede usarse para clasificar piezas que tienen una segunda densidad con diferentes tamaños en diferentes tanques. En este ejemplo la bentonita, que tiene una densidad de 0.593 g/cm^3 podría usarse como material flotante.

El sistema puede comprender además varios tanques conectados en paralelo como se muestra en la Figura 7. Tres tanques superiores 1-1, 1-2, 1-3 se colocan uno al lado del otro. Cada tanque superior

recibe material de la planta minera. Variando la densidad del material flotante en los sistemas y adaptando el régimen de flujo de la suspensión a través de los sistemas, diferentes piezas que tienen una segunda, tercera, cuarta, etc., densidad pueden separarse en los diferentes tanques de separación 2-1, 2-2, 2-3. También se muestra un arreglo de tuberías 16 y tanques colectores 18 para reusar agua y el material flotante.

Las Figuras 7 y 8a, 8b muestran un método para usar el sistema de la descripción. Primero, el material en bruto se colecta 100 en la mina o planta de desechos, que puede ser una roca 100a o material aluvial 100b y se transporta 110 al sitio de trituración 120a si es necesario, donde el material se muele o se tritura y se filtra 120 para obtener piezas de un menor diámetro que pueden introducirse 130 en el tanque de separación 2 o en el tanque superior 1 del sistema de la descripción. El sitio o planta de trituración puede procesar unos 50 o 100 m³ de material por hora. El diámetro del material filtrado puede estar entre 0.01 y 50 mm, o entre 0.1 y 25 mm, o entre 1 y 10 mm. Pueden usarse diferentes diámetros en diferentes tanques 1a, 1b, 1c. El material procesado puede almacenarse en un depósito 120b antes de ingresar al sistema de la descripción. Antes de ingresar en el tanque 1, 2, el material puede opcionalmente lavarse y/o concentrarse 140. El material procesado puede ingresar 130 en el tanque mediante el uso de un tanque de acumulación 130a. El material puede ingresar al sistema a través de una salida del tanque de acumulación 140a a un régimen de flujo de aproximadamente entre 0.2 y 2 m³/hora, o entre 0.5 y 1.5 m³/hora, o entre 0.75 y 1.25 m³/hora. Pueden usarse diferentes regímenes de flujo en diferentes tanques superiores 1a, 1b, 1c. Mediante el uso de la gravedad y otros parámetros, tal como el tamaño del tanque superior en relación con el tanque de separación y las relaciones de diámetro de la entrada de la tubería 4a frente a la salida 4b y la posición e inclinación de la pared del tanque superior, la inclinación de la salida de la tubería, el régimen de flujo, etc., la suspensión del(los) tanque(s) superior(es) opcionalmente presente(s) fluye(n) 150 al tanque de separación 2. El material se mezcla con agua y el material flotante y flotará hacia la parte inferior del tanque superior. Diferentes materiales que tienen diferentes densidades fluirán a diferentes velocidades hacia la parte inferior del tanque superior 1. El régimen de flujo a través de la tubería puede ser diferente para los diferentes sistemas usados y puede estar entre aproximadamente 25 y 400 m³/hora, o entre 75 y 350 m³/hora, o entre 100 y 300 m³/hora. La suspensión pasará por el(los) tanque(s) de separación 160, donde las piezas pesadas se separan 160a de la suspensión. La suspensión con un contenido reducido de piezas pesadas sale del tanque de separación, donde puede filtrarse y reusarse 170 en un sistema de reúso 170a. El régimen de flujo en el(los) tanque(s) de separación es menor que el régimen de flujo en la(s) tubería(s) y puede ser

inferior a 300, 100, 75, 50 o 25 m³/hora. Las piezas separadas del material de partida pueden recolectarse 180 continuamente durante el uso del sistema.

El rendimiento del sistema es superior al 50 %, o superior al 75 %, o entre 80 y 100 %, o entre 85 y 99.9 %, o entre 90 y 99.9 %. El rendimiento es la cantidad de piezas que tienen una segunda densidad
5 colectadas en comparación con el número total de piezas que tienen una segunda densidad presente en la suspensión que ingresa a la tubería 4.

Ejemplo 1

Ahora se describirá un ejemplo del método mediante el uso del sistema que se muestra en las Figuras 1 y 2.

- 10 Materia prima que comprende arena 8 y piezas de oro 9 a 3 gramos de oro por 1000 kg o 3 g de pliegue por m³ de arena con un diámetro de aproximadamente 8 mm o menos se había introducido en el tanque superior 1 a una velocidad de 1 m³/h. En la parte inferior 7 del tanque superior 1, la presión sobre la suspensión aumenta y la suspensión se empuja a través de la tubería 4. El régimen de flujo en la tubería se midió a 100 y 300 m³/h. La válvula 13 se usó para variar el régimen de flujo.
- 15 La suspensión pasó a través de la salida de la tubería 4b al tanque de separación 2, donde se colocó una bandeja 5 por debajo de la salida 4b en la parte inferior del tanque de separación. La suspensión fluyó a través del tanque de separación 2 y a través de la salida del tanque de separación 6. Se colectó oro de la bandeja 5.

- Con un régimen de flujo de tubería de 100 m³/h, de 250 000 kg de material granular (arena y oro) se
20 recolectaron 750 g de oro en la bandeja por hora.

Con un régimen de flujo de tubería de 300 m³/h, de 750 000 kg de material granular (arena y oro) se recolectaron 2250 g de oro en la bandeja por hora.

El 99.99 % del oro se recuperó mediante el uso del sistema de la invención.

Ejemplo 2

- 25 En otro ejemplo, se usó el sistema de las Figuras 3a y 3b para realizar el método.

- En este experimento se usó agua como material flotante 7. El material granular fue una mezcla de piedras de cuarzo 8 con una densidad de más de 1 g/cm³ y partículas de hierro 9 que tienen una densidad de aproximadamente 2.5 g/cm³. La relación de densidades es similar a las densidades usadas en un sistema de bentonita de sodio, arena y hierro. El material granular se mezcló con agua
30 y se ingresó en el tanque por la entrada de la tubería 4a. Un flujo de suspensión fue causado por gravedad como se muestra en la Figura 3a.

Los resultados muestran que todo el hierro 9 se separa y sedimenta para recolectarse en la bandeja y que toda la piedra de cuarzo 8 pasa por la salida del tanque de separación.

Ejemplo 3

En un ejemplo adicional, se usó el sistema que se muestra en la Figura 4 para realizar el método.

- 5 Un lote de 2000 litros de una mezcla de material flotante (bentonita de sodio) y agua con una densidad de aproximadamente 0.593 g/cm^3 se almacenó en el tanque de almacenamiento 22. La mezcla se agregó al tanque superior 1 y se mezcló con 1000 litros de material granular que contenía arena y grava con un diámetro promedio de entre 0.1 y 5 mm en una suspensión en el tanque superior. La suspensión se separó mientras fluía hacia abajo y a través de la tubería 4 hacia el tanque de
- 10 separación 2. Después de la separación y sedimentación de las piezas que tienen una segunda densidad en la bandeja 5, el líquido sale del tanque de separación a través de la salida del tanque de separación 6 para recolectarse en el tanque colector 23. En un aspecto, el flujo de líquido a través del tanque de separación es de 3000 litros por 10 minutos. En el tanque colector se produce además una separación de las piezas que tienen una tercera, cuarta, etc. densidad. El producto restante de
- 15 piezas que tienen una densidad superior al material flotante se colecta en la salida 27 del tanque colector y se transporta 24 desde el sistema. Se agregaron 95 litros por lote de agua en el tanque colector 23 desde el tanque de agua 18a. Se agregaron 5 litros por lote de bentonita al tanque de almacenamiento 22 desde el tanque de material flotante 18b. Se usó una bomba 19 para bombear la mezcla de material flotante y agua desde el tanque colector 23 al tanque de almacenamiento 22.
- 20 El 95 % de la mezcla de material flotante y agua podría reusarse/reciclarse. El rendimiento fue del 100 % para piezas con una segunda densidad. Además, las piezas de tercera, cuarta, etc., densidades también se separan del material granular en la salida 27 del tanque colector 23 y se transportan para su posterior procesamiento.

Lista de referencia:

Número de referencia	Característica	Número de referencia	Característica
1	Tanque superior	27	salida del tanque colector
2a - d	Tanque de separación	28	Cámara entre las paredes divisorias 25a-b
3a, 3b, 3c	Canal	100	Recolección del material granular

4	Tubería	100a	Mina rocosa
4a	Entrada de la tubería	100b	Mina aluvial
4b	Salida de la tubería	100	Recolección
5	Trampa/Bandeja	110	Transportación
6	Salida del tanque de separación	120	Filtrado/procesamiento
7	Parte inferior del tanque de separación	120a	Sitio de cruce
8a-c	Cámara de separación	120b	Depósito
9c	Piezas que tienen una segunda densidad	130	Entrada de material granular en el tanque superior
9a	Material flotante	130a	Tanque de acumulación
9b	Arena/material granular	140	Concentración
10	Parte superior del tanque superior	26	Abertura entre la pared divisoria y la parte inferior
11	Parte inferior del tanque superior	140a	Salida del tanque de acumulación
12, 12b, 12c	Primera, tercera y cuarta pared lateral del tanque de separación	150	Flujo a través de la tubería
13	Válvula	160	Flujo a través del tanque de separación
14	Segunda pared lateral del tanque de separación	160a	Separación en el tanque de separación

15	Miembro de abertura	161	Flujo dentro del tanque superior
16	Arreglo de las tuberías	162	Flujo hacia el tanque de separación
17	Miembro de filtrado	163	Flujo de turbulencia en el tanque de separación
18	Tanque colector	164	Flujo fuera del tanque de separación
18a	Tanque de agua	165	Flujo desde la salida del tanque de separación
18b	Tanque de material flotante	170	Reúso del material flotante y agua
19	Bomba	170a	Sistema de reúso
20	Abertura de inspección	180	Recolección del metal
21	Tubería de suspensión	α	Ángulo entre la pared lateral y la pared divisoria
22	Almacenamiento para la mezcla del material flotante y agua	β	Ángulo de la pared lateral del tanque superior con eje central
23	Tanque colector	L1	Eje central del tanque superior
24	Transporte	L2	Eje central del tanque de separación
25, 25a	Primera pared divisoria	h	Distancia entre la salida de la tubería y la salida del tanque
25b	Segunda pared divisoria	d	Distancia entre la salida de la tubería y la parte inferior del tanque de separación