

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 809**

51 Int. Cl.:

B03B 5/30 (2006.01)

C22C 33/02 (2006.01)

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/34 (2006.01)

B22F 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2015** **E 15176162 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018** **EP 3115112**

54 Título: **Aleacion y proceso de separación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.05.2018

73 Titular/es:

DELTA PRODUCTS UK LIMITED (100.0%)
Wellesley House Duke of Wellington Avenue
London SE18 6SS, GB

72 Inventor/es:

TRILLWOOD, NICHOLAS JOHN y
TAYLOR, JOHN

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 667 809 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).

Aleacion y proceso de separación**Descripción****5 Campo técnico**

La divulgación se refiere a una aleación, y más específicamente a una aleación con base de hierro que está preferentemente en forma particulada. La invención se refiere a separación en medios densos, particularmente el uso de una nueva aleación en procesos de separación en medios densos, por ejemplo en industrias de reciclado de metal y laminado.

Antecedentes

La separación en medios densos es un proceso donde los componentes de un material se separan en fracciones en base a sus diferentes densidades. Típicamente, la separación se realiza en un líquido que tiene una densidad que es igual o mayor que la del agua (999,97 kg/m³). Por ejemplo, un líquido (referido en la técnica como un "líquido pesado") puede seleccionarse de tetrabromoetano, yoduro de metileno, sulfamato de plomo, malonato de talio o formato de talio. Alternativamente, la adición de un material sólido (referido en la técnica como el "medio") a un transportador líquido para formar una suspensión (referido en la técnica como un "medio denso") puede aumentar la densidad del transportador líquido para permitir la separación de componentes que tienen densidades que son mayores que la del agua o un llamado líquido pesado. Un transportador líquido típico es agua y los medios típicos incluyen ferrosilicio y magnetita. El material sólido está generalmente en forma particulada. Tal proceso se desvela en US4093538. En la práctica, el material que se separará en sus partes componentes se introduce en el llamado medio pesado líquido/denso, que está típicamente en un dispositivo separador convencional, por ejemplo, un tanque estático de separación o un separador dinámico. Los componentes del material que son menos densos que el medio pesado líquido/denso ascenderán y flotarán. Similarmente, los componentes del material que tienen una mayor densidad que el medio pesado líquido/denso se hundirán.

La adición del material sólido a un transportador líquido para formar un medio denso puede ser problemática debido a la estabilidad del medio denso y a la propensión de las partículas del material sólido a asentarse. Idealmente, el tamaño de partícula del material sólido debería ser suficientemente pequeño para que las partículas no se asienten tan rápidamente como los componentes del material que se va a separar. La estabilidad del medio denso es por lo tanto un parámetro importante porque determina la consistencia del gradiente de densidad de la suspensión, que directamente influye en el corte de la separación del material que se separará en sus partes componentes. Además, el uso de metales ferrosos como el material sólido en un transportador líquido puede presentar problemas adicionales debido a la corrosión del material sólido y la formación de óxido, que puede alterar el gradiente de separación y el corte de separación.

La aparente densidad y estabilidad del medio denso están influenciadas por factores tales como gravedad específica, forma de partícula, tamaño de partícula y/o distribución de tamaño de partícula del material sólido añadido al transportador líquido. Un medio denso ideal contiene materiales que tienen una elevada gravedad específica, que aumenta la eficiencia de separación debido a cantidades menores de materiales que se necesita añadir al transportador líquido para conseguir mayores densidades aparentes, lo que significa que la movilidad de las partes componentes de un material que se separará a través del medio denso no se impide de manera significativa. Por el contrario, un medio denso que contiene materiales con una gravedad específica baja es menos deseable porque se necesita añadir una mayor cantidad de los materiales al transportador líquido para conseguir mayores densidades aparentes, lo que tiene un efecto perjudicial en la eficiencia de separación porque impacta negativamente en la velocidad a la que las partes componentes de un material que se separará se mueven a través del medio denso.

Por consiguiente, existe la necesidad de una aleación que pueda usarse como material para formar un medio denso que tenga un mayor rango de densidades operativas cuando se compara con aleaciones existentes que se usan como materiales en un proceso de separación en medios densos. También existe la necesidad de una aleación que mantenga sus propiedades magnéticas, de tal manera que pueda recuperarse fácilmente, lo que reduce el consumo total de la aleación durante un proceso de separación en medios densos. También existe la necesidad de una aleación que sea resistente a la corrosión, que es el resultado en un gradiente de densidad más consistente del medio denso.

Divulgación de la invención

La presente invención está definida por las reivindicaciones. Se desvela una aleación nueva que encuentra utilidad particular en forma particulada en un proceso de separación en medio denso.

La aleación

Se proporciona una aleación para su uso en la invención que comprende:

- i) al menos aproximadamente 80% hierro;
- ii) no más de aproximadamente 8,5% silicio; y
- iii) desde aproximadamente 2 a aproximadamente 7% cromo.

5 Aquí, la cantidad de un componente dado en una composición es el peso porcentual (peso%) de ese componente en relación con el peso total de la composición, a menos que se establezca lo contrario.

10 Preferentemente, el contenido de hierro en la aleación es al menos aproximadamente 81%, preferentemente al menos aproximadamente 82%, preferentemente al menos aproximadamente 83%, preferentemente al menos aproximadamente 84%, preferentemente al menos aproximadamente 85%, preferentemente al menos aproximadamente 86%, preferentemente al menos aproximadamente 87%, preferentemente al menos aproximadamente 88%, preferentemente al menos aproximadamente 89% y preferentemente al menos aproximadamente 90%.

15 Preferentemente, el contenido de silicio en la aleación no es más de aproximadamente 8,4%, preferentemente no más de aproximadamente 8,3%, preferentemente no más de aproximadamente 8,2%, preferentemente no más de aproximadamente 8,1% y preferentemente no más de aproximadamente 8,0%. Preferentemente, el silicio está presente en la aleación en una cantidad de al menos aproximadamente 7,0%, preferentemente al menos aproximadamente 7,1%, preferentemente al menos aproximadamente 7,2%,
20 preferentemente al menos aproximadamente 7,3%, preferentemente al menos aproximadamente 7,4% y preferentemente al menos aproximadamente 7,5%. Así, es preferente que el contenido de silicio en la aleación es preferentemente desde aproximadamente 7,0% a aproximadamente 8,5%, preferentemente desde aproximadamente 7,1% a 8,4%, preferentemente desde aproximadamente 7,2% a aproximadamente 8,3%, preferentemente desde 7,3% a aproximadamente 8,2% y preferentemente desde aproximadamente 7,4% a
25 aproximadamente 8,1%, preferentemente desde aproximadamente 7,5% a aproximadamente 8,0%.

30 Preferentemente, el contenido de cromo es menos de 7%. Preferentemente, el contenido de cromo en la aleación es desde aproximadamente 3% a aproximadamente 7%, preferentemente desde aproximadamente 4% a menos del 7%, y preferentemente desde aproximadamente 5% a aproximadamente 6%.

La aleación puede además comprender uno o más componentes adicionales, como carbono, fósforo y/o sulfuro, y combinaciones de los mismos.

35 Donde la aleación comprende carbono, el carbono está presente en una cantidad de no más de aproximadamente 1,5%, preferentemente no más de aproximadamente 1,4%, preferentemente no más de aproximadamente 1,3%, preferentemente no más de aproximadamente 1,2%, preferentemente no más de aproximadamente 1,1% y preferentemente no más de aproximadamente 1%. El carbono puede estar presente en la aleación en una cantidad de al menos aproximadamente 0,3%, o al menos aproximadamente 0,4%, o al menos
40 aproximadamente 0,5%, o al menos aproximadamente 0,6%, o al menos aproximadamente 0,7%, o al menos aproximadamente 0,8%. Así, el contenido de carbono en la aleación puede ser desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 1,5%, o desde aproximadamente 0,4% a aproximadamente 1,4%, o desde aproximadamente 0,5% a aproximadamente 1,3%, o desde aproximadamente 0,6% a aproximadamente 1,2%, o desde aproximadamente 0,7% a aproximadamente 1,1%, o desde aproximadamente 0,8% a aproximadamente 1%.

45 Donde la aleación comprende fósforo, el contenido de fósforo en la aleación no es más de aproximadamente 0,15%, preferentemente no más de aproximadamente 0,14%, preferentemente no más de aproximadamente 0,13%, preferentemente no más de aproximadamente 0,12%, preferentemente no más de aproximadamente 0,11% y preferentemente no más de aproximadamente 0,10%. El fósforo puede estar presente en la aleación en una cantidad de al menos aproximadamente 0,01%. Así, el contenido de fósforo en la aleación es típicamente desde aproximadamente 0,01% a aproximadamente 0,15%, preferentemente desde aproximadamente
50 0,01% a aproximadamente 0,14%, desde aproximadamente 0,01% a aproximadamente 0,13%, desde aproximadamente 0,01% a aproximadamente 0,12%, desde aproximadamente 0,01% a aproximadamente 0,11% y desde aproximadamente 0,01% a aproximadamente 0,10%.

55 Donde la aleación comprende sulfuro, el contenido de sulfuro en la aleación no es más de aproximadamente 0,07%, preferentemente no más de aproximadamente 0,06% y preferentemente no más de aproximadamente 0,05%. El sulfuro puede estar presente en la aleación en una cantidad de al menos aproximadamente 0,01%. Así, el contenido de sulfuro en la aleación es típicamente desde aproximadamente 0,01%
60 a aproximadamente 0,07%, preferentemente desde aproximadamente 0,01% a aproximadamente 0,06% y desde aproximadamente 0,01% a aproximadamente 0,05%.

65 Las características desveladas anteriormente también se desvelan en combinación. Por ejemplo, se desvelan aleaciones que comprenden al menos aproximadamente 80% de hierro, no más de aproximadamente 8,5% de silicio y desde aproximadamente 3% a aproximadamente 6% de cromo. Similarmente, se desvelan aleaciones que comprenden al menos aproximadamente 80% de hierro, no más de aproximadamente 8,3% de silicio

y desde aproximadamente 3% a aproximadamente 7% de cromo, y desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 1,5% de carbono.

La aleación está preferentemente en forma particulada. En particular, las partículas de la aleación tienen preferentemente tal tamaño de partícula que al menos aproximadamente 70%, preferentemente al menos aproximadamente 80%, preferentemente al menos aproximadamente 90%, preferentemente al menos aproximadamente 95%, preferentemente al menos aproximadamente 97% de las partículas de la aleación pasan a través de un tamiz que tiene una abertura de red de aproximadamente 1 mm, preferentemente una abertura de red de aproximadamente 900 μm , preferentemente una abertura de red de aproximadamente 800 μm , preferentemente una abertura de red de aproximadamente 700 μm , preferentemente una abertura de red de aproximadamente 600 μm , preferentemente una abertura de red de aproximadamente 500 μm , preferentemente una abertura de red de aproximadamente 400 μm , preferentemente una abertura de red de aproximadamente 300 μm , preferentemente una abertura de red de aproximadamente 250 μm , preferentemente una abertura de red de aproximadamente 212 μm . Preferentemente, el tamaño de partícula es tal que al menos aproximadamente 90%, preferentemente al menos aproximadamente 95%, preferentemente al menos aproximadamente 97% pasa a través de un tamiz que tiene una abertura de red de aproximadamente 212 μm .

La forma de las partículas de la aleación depende de la manera en la que las partículas están hechas. Por ejemplo, las partículas pueden ser sustancialmente redondas si la aleación está hecha mediante una técnica de atomización, o con borde afilado si la aleación se ha hecho mediante una técnica de laminado. Preferentemente, las partículas están hechas mediante una técnica de atomización.

Las partículas de la aleación son preferentemente sustancialmente redondas.

La aleación para su uso en la invención puede suministrarse de varias formas dependiendo del uso planeado y de la forma del material que se separará en sus partes constituyentes. Las formas diferentes de la aleación pueden tener diferentes distribuciones de tamaño de partícula. Dentro de los rangos genéricos establecidos anteriormente, las distribuciones adecuadas de tamaño de partícula pueden seleccionarse de:

- i) al menos aproximadamente 70% de partículas de la aleación pasan a través de tamices que tienen un tamaño de red de aproximadamente 300 μm a aproximadamente 20 μm , y preferentemente desde aproximadamente 212 μm a aproximadamente 20 μm ; o
- ii) al menos aproximadamente 70% de partículas de la aleación pasan a través de tamices que tienen una abertura de red de no más de aproximadamente 80 μm , preferentemente no más de aproximadamente 70 μm y preferentemente no más de aproximadamente 60 μm ; o
- iii) al menos aproximadamente 80% de partículas de la aleación pasan a través de un tamiz que tiene una abertura de red de no más de aproximadamente 80 μm , preferentemente no más de aproximadamente 70 μm , preferentemente no más de aproximadamente 60 μm , y preferentemente no más de aproximadamente 50 μm ; o
- iv) al menos aproximadamente 85% de partículas de la aleación pasan a través de un tamiz que tiene una abertura de red de no más de aproximadamente 150 μm , preferentemente no más de aproximadamente 140 μm , preferentemente no más de aproximadamente 130 μm , preferentemente no más de aproximadamente 120 μm y preferentemente no más de aproximadamente 110 μm .

La gravedad específica (como aquí se define) de la aleación para su uso en la invención está preferentemente en el rango de desde aproximadamente 6,5 g/cm^3 a aproximadamente 7,3 g/cm^3 , preferentemente desde aproximadamente 6,6 g/cm^3 a aproximadamente 7,2 g/cm^3 y preferentemente desde aproximadamente 6,7 g/cm^3 a aproximadamente 7,1 g/cm^3 .

Métodos de hacer la aleación

La aleación aquí desvelada se produce en una temperatura de preferentemente al menos aproximadamente 1.500 $^{\circ}\text{C}$, y preferentemente al menos aproximadamente 1.600 $^{\circ}\text{C}$. Mantener la temperatura por encima de 1.500 $^{\circ}\text{C}$ asegura una buena fusión, ayuda al flujo y ayuda a conseguir una aleación homogénea antes de atomización o laminado. Las partículas de la aleación se obtienen preferentemente mediante atomización, pero hay otros métodos que podrían usarse que son familiares para aquellos expertos, por ejemplo, laminado. La atomización es preferente porque las partículas obtenidas tienen típicamente un alto grado de redondez.

Un ejemplo de una técnica de atomización incluye introducir la aleación fundida en una boquilla atomizadora. Las partículas de la aleación pueden después obtenerse introduciendo un chorro de la aleación fundida desde la boquilla atomizadora a un cono de vapor, un gas inerte o un chorro de agua a alta presión. La aleación fundida se rompe en partículas finas que son sustancialmente redondas. Las partículas de la aleación pueden posteriormente secarse y/o filtrarse para retirar cualquier material demasiado grande. Opcionalmente, las partículas y/o cualquier material demasiado grande pueden machacarse o triturarse para producir partículas con bordes afilados.

Alternativamente, la aleación puede obtenerse mediante un método de laminado donde la aleación fundida posteriormente se enfría con agua o con aire, se seca, se tritura y clasifica en varios grados. A diferencia del proceso de atomización, las partículas laminadas tienen el borde afilado y no son uniformes en forma.

5 Usos de la aleación

La aleación aquí descrita encuentra particular utilidad en procesos de separación, particularmente los llamados procesos de separación en medio denso. La aleación se usa adecuadamente en forma particulada como el sólido que está presente en un transportador líquido para formar un medio denso para su uso en tales procesos.

La aleación aquí descrita es particularmente ventajosa porque proporciona composiciones que tienen una gravedad específica similar a la de las composiciones correspondientes que contienen hierro. Además, mantiene sus propiedades magnéticas y el contenido en cromo debería hacerla más resistente a la corrosión (por ejemplo, óxido) cuando se compara con una aleación existente que comprende 15% de silicio y 85% de hierro. Cuando se compara con aleaciones existentes, pueden usarse menores cantidades de la aleación para uso para conseguir un mayor rango de densidades operativas, lo que mejora la eficiencia de separación porque la viscosidad de la suspensión resultante se reduce.

Así, se proporciona una composición que comprende la aleación particulada como aquí se describe y además comprende un transportador líquido, preferentemente donde el transportador líquido es agua. Preferentemente, dicha composición es una suspensión de dicha aleación particulada en dicho transportador líquido.

La composición comprende preferentemente desde aproximadamente 8% de peso a aproximadamente 58% de peso de la aleación particulada en relación con el peso total de la composición, preferentemente desde 11% de peso a aproximadamente 58% de peso, preferentemente desde aproximadamente 15% de peso a aproximadamente 58% de peso, preferentemente desde aproximadamente 29% de peso a aproximadamente 58% de peso, preferentemente desde aproximadamente 31% de peso a aproximadamente 56% de peso, preferentemente desde aproximadamente 32% de peso a aproximadamente 55% de peso, preferentemente desde aproximadamente 34% de peso a aproximadamente 53% de peso, preferentemente desde aproximadamente 35% de peso a aproximadamente 52% de peso y preferentemente desde aproximadamente 37% de peso a aproximadamente 50% de peso. Dentro de estos rangos genéricos, las cantidades adecuadas de la aleación particulada en relación con el peso total de la composición incluyen:

- i) preferentemente en el rango de desde aproximadamente 37% de peso a aproximadamente 53% de peso, preferentemente desde aproximadamente 42% de peso a aproximadamente 52% de peso, y preferentemente desde aproximadamente 44% de peso a aproximadamente 50% de peso; o
- ii) preferentemente en el rango de desde aproximadamente 34% de peso a aproximadamente 53% de peso, preferentemente desde aproximadamente 35% de peso a aproximadamente 52% de peso, y preferentemente desde aproximadamente 37% de peso a aproximadamente 50% de peso; o
- iii) preferentemente en el rango de desde aproximadamente 8% de peso a aproximadamente 42% de peso, preferentemente desde aproximadamente 11% de peso a aproximadamente 39% de peso, y preferentemente desde aproximadamente 15% de peso a aproximadamente 42% de peso; o
- iv) preferentemente en el rango de desde aproximadamente 8% de peso a aproximadamente 21% de peso, preferentemente desde aproximadamente 10% de peso a aproximadamente 19% de peso, preferentemente desde aproximadamente 11% de peso a aproximadamente 18% de peso y preferentemente desde aproximadamente 13% de peso a aproximadamente 16% de peso; o
- v) preferentemente en el rango de desde aproximadamente 27% de peso a aproximadamente 40% de peso, preferentemente desde aproximadamente 29% de peso a aproximadamente 39% de peso, preferentemente desde aproximadamente 31% de peso a aproximadamente 37% de peso y preferentemente desde aproximadamente 32% de peso a aproximadamente 35% de peso.

La densidad aparente de la composición está preferentemente en el rango de desde aproximadamente 1,5 g/cm³ a aproximadamente 4,6 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 1,7 g/cm³ a aproximadamente 4,6 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 1,9 g/cm³ a aproximadamente 4,6 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 2,8 g/cm³ a aproximadamente 4,6 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 2,9 g/cm³ a aproximadamente 4,5 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 3,0 g/cm³ a aproximadamente 4,4 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 3,1 g/cm³ a aproximadamente 4,3 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 3,2 g/cm³ a aproximadamente 4,2 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 3,3 g/cm³ a aproximadamente 4,1 g/cm³. Dentro de estos rangos genéricos, las densidades aparentes adecuadas de la composición (y correspondiendo con las composiciones (i) a (v) anteriores), son:

- i) preferentemente en el rango de desde aproximadamente 3,5 g/cm³ a aproximadamente 4,3 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 3,6 g/cm³ a aproximadamente 4,2 g/cm³ y preferentemente desde aproximadamente 3,7 g/cm³ a aproximadamente 4,1 g/cm³; o

ii) preferentemente en el rango de desde aproximadamente 3,1 g/cm³ a aproximadamente 4,3 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 3,2 g/cm³ a aproximadamente 4,2 g/cm³ y preferentemente desde aproximadamente 3,3 g/cm³ a aproximadamente 4,1 g/cm³; o

iii) preferentemente en el rango de desde aproximadamente 1,5 g/cm³ a aproximadamente 3,6 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 1,7 g/cm³ a aproximadamente 3,4 g/cm³ y preferentemente desde aproximadamente 1,9 g/cm³ a aproximadamente 3,6 g/cm³; o

iv) preferentemente en el rango de desde aproximadamente 1,5 g/cm³ a aproximadamente 2,3 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 1,6 g/cm³ a aproximadamente 2,2 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 1,7 g/cm³ a aproximadamente 2,1 g/cm³ y preferentemente desde aproximadamente 1,8 g/cm³ a aproximadamente 2,0 g/cm³; o

v) preferentemente en el rango de desde aproximadamente 2,7 g/cm³ a aproximadamente 3,5 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 2,8 g/cm³ a aproximadamente 3,5 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 2,9 g/cm³ a aproximadamente 3,3 g/cm³ y preferentemente desde aproximadamente 3,0 g/cm³ a aproximadamente 3,2 g/cm³.

De acuerdo con la invención, se proporciona un proceso de separación que comprende las etapas de contactar medios de separación con un material de alimentación, y separar al menos un componente de dicho material de alimentación desde al menos otro componente de dicho material de alimentación, donde dichos medios de separación es una composición que comprende la aleación particulada aquí descrita y un transportador líquido.

Preferentemente el proceso de separación es un proceso de separación en medio denso. Preferentemente, el proceso de separación comprende las etapas de:

i) proporciona una composición (esto es, el medio denso) que comprende la aleación particulada como aquí se describe y que además comprende un transportador líquido, típicamente donde dicha composición es una suspensión de dicha aleación particulada en dicho transportador líquido;

ii) proporcionar un material de alimentación que se separará, opcionalmente donde dicho material de alimentación está en dicho transportador líquido;

iii) contactar la composición de la etapa i) con el material de alimentación de la etapa ii), típicamente en un recipiente de separación en medio denso;

iv) separar al menos un componente de dicho material de alimentación; y

v) recoger dicho al menos un componente separado.

Opcionalmente, el recipiente de separación en medio denso comprende dos cámaras, teniendo cada una un medio denso que tiene dos densidades aparentes diferentes. Preferentemente, la densidad aparente de la primera cámara es inferior a la densidad aparente de la segunda cámara. La densidad aparente del medio denso en la primera cámara es preferentemente desde aproximadamente 1,5 g/cm³ a aproximadamente 2,3 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 1,6 g/cm³ a aproximadamente 2,2 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 1,7 g/cm³ a aproximadamente 2,1 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 1,8 g/cm³ a aproximadamente 2,0 g/cm³. La densidad aparente del medio denso en la segunda cámara es preferentemente desde aproximadamente 2,7 g/cm³ a aproximadamente 3,5 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 2,8 g/cm³ a aproximadamente 3,4 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 2,9 g/cm³ a aproximadamente 3,3 g/cm³, preferentemente desde aproximadamente 3,0 g/cm³ a aproximadamente 3,2 g/cm³.

Las densidades aparentes desveladas anteriormente también se desvelan en combinación. Por ejemplo, se desvela un recipiente de separación en medio denso que tiene dos cámaras que tiene una primera cámara donde está contenido un medio denso que tiene una densidad aparente desde aproximadamente 1,5 g/cm³ a aproximadamente 2,3 g/cm³ y una segunda cámara donde está contenido un medio denso que tiene una densidad aparente de desde aproximadamente 2,7 g/cm³ a aproximadamente 3,5 g/cm³. Similarmente, se desvela un recipiente de separación en medio denso que tiene dos cámaras que comprende una primera cámara donde está contenido un medio denso que tiene una densidad aparente desde aproximadamente 1,8 g/cm³ a aproximadamente 2,0 g/cm³ y una segunda cámara donde está contenido un medio denso que tiene una densidad aparente de desde aproximadamente 3,0 g/cm³ a aproximadamente 3,2 g/cm³, o una primera cámara donde está contenido un medio denso que tiene una densidad aparente desde aproximadamente 1,6 g/cm³ a aproximadamente 2,2 g/cm³ y una segunda cámara donde está contenido un medio denso que tiene una densidad aparente de desde aproximadamente 2,9 g/cm³ a aproximadamente 3,3 g/cm³.

Opcionalmente, el proceso comprende una etapa donde la aleación particulada se separa de los componentes separados del material de alimentación, y la aleación particulada se recoge y reintroduce en el recipiente de separación en medio denso.

Preferentemente, al menos un componente del material de alimentación tiene una gravedad específica que es inferior a la densidad aparente de dicha composición (esto es, el medio denso).

Preferentemente, el recipiente de separación en medio denso es un tanque, un tambor o tiene sustancialmente forma cónica. El recipiente de separación en medio denso puede ser estático. Preferentemente, el

recipiente de separación de medio denso es dinámico para ayudar a la separación del material de alimentación en sus partes componentes.

5 Dicha composición (esto es, el medio denso) y dicho material de alimentación pueden añadirse al recipiente de separación en medio denso secuencialmente o simultáneamente. Típicamente, dicha composición se añade al recipiente de separación en medio denso antes del material de alimentación.

10 Preferentemente dicha composición (esto es, el medio denso) y dicho material de alimentación se agitan para ayudar a la separación del material en sus partes componentes y minimizar o prevenir la sedimentación. La agitación puede conseguirse mediante cualquier medio adecuado o convencional, por ejemplo mezclando o mediante rotación del recipiente de separación en medio denso. Alternativamente, la agitación puede conseguirse mediante fuerza centrífuga usando un ciclón.

15 En la invención, se proporciona el uso de la aleación particulada o composición aquí descrita como un medio de separación en un proceso de separación para la separación de un material de alimentación, donde al menos un componente del material de alimentación se separa de al menos otro componente de dicho material de separación. Preferentemente, el proceso de separación en medio denso, preferentemente como el aquí descrito.

20 Es particularmente ventajoso usar la aleación aquí desvelada en tales procesos de separación, particularmente un proceso de separación en medio denso, porque la aleación tiene mayores densidades operativas cuando se compara con aleaciones existentes, y mantiene sus propiedades magnéticas. El transportador líquido es preferentemente agua, y una ventaja adicional de la aleación para uso en la presente invención es que el contenido de cromo debería hacerla más resistente a la corrosión (por ejemplo, óxido) cuando se compara con una aleación existente que comprende 15% silicio y 85% hierro.

25 Así, la aleación particulada aquí desvelada forma una suspensión estable en el transportador líquido (particularmente agua), que da como resultado un gradiente consistente de densidad y un grado afilado de separación. Además, la aleación puede recuperarse fácilmente, lo que reduce el consumo total de la aleación cuando se usa en un proceso de separación en medio denso.

30 Como aquí se usan, los siguientes términos, a menos que se indique lo contrario, se entenderán para que tengan los siguientes significados:

35 Gravedad específica (g/cm^3) en el contexto de la presente invención se refiere a la cantidad de material por volumen de unidad ocupada por el material en agua cuando se mide a temperatura ambiente (23°C) y presión atmosférica ($101,325 \text{ kPa} \pm$ las variaciones causadas por el cambio de patrones del tiempo). La gravedad específica se mide con el siguiente protocolo.

40 La gravedad específica se mide usando un matraz de gravedad específica (también llamado matraz de Le Chatelier). El cuerpo del matraz tiene aproximadamente 250 cm^3 . La cabeza oval del matraz tiene 17 cm^3 . El volumen por debajo de la cabeza se gradúa desde 0 a $1,0 \text{ cm}^3$ en $0,1 \text{ cm}^3$ subdivisiones, con una subdivisión adicional por debajo de la marca de 0 cm^3 y una subdivisión adicional por encima de la marca de $1,0 \text{ cm}^3$. El cuello del matraz se gradúa desde 18 a 24 cm^3 en $0,1 \text{ cm}^3$ subdivisiones por encima de la cabeza y se sella con un tapón. Preferentemente, el tapón tiene una parte estrecha que mide 23mm de longitud con un diámetro que oscila entre 14mm y 12mm a lo largo de la parte estrecha.

50 El matraz, agua y material que se analizarán deben dejarse igualar a temperatura ambiente (Supra) y presión atmosférica (Supra) durante al menos 24 horas antes de la prueba. El matraz se llena con agua hasta la marca 0 cm^3 en el cuello del matraz. El interior del matraz se secará por encima del nivel del líquido (agua).

55 El material que se analizará (la aleación) se pesa en 140g y se añade al matraz que contiene agua hasta la marca cero en el matraz. Cuando se añade el material al matraz, el nivel del agua subirá ya que se desplaza. El material debería dejarse adherir a los lados del matraz por encima del nivel del líquido. Una vez que la cantidad total del material se ha añadido al matraz (140g), el tapón se coloca en el matraz y el matraz se mueve. Para retirar aire del material, el matraz se agita suavemente por ejemplo golpeando suavemente hasta que las burbujas de aire dejen de subir a la superficie del líquido. Después de dejar de ver burbujas de aire, el nivel del líquido estará en su posición final, que puede medirse leyendo el fondo del menisco del líquido contra la serie de marcas de graduación en el cuello del matraz.

60 La diferencia entre la primera y últimas lecturas en el pie del matraz representa el volumen de líquido desplazado por la masa del material usado en la prueba.

La gravedad específica puede entonces determinarse mediante la siguiente ecuación:

65
$$\text{Gravedad específica} = \frac{\text{masa de muestra (g)}}{\text{volumen desplazado (cm}^3\text{)}}$$

La densidad aparente (g/cm³) en el contexto de la presente invención se refiere al peso de una muestra de la composición (esto es, el medio denso) por volumen de unidad. La densidad aparente puede determinarse mediante el siguiente protocolo.

Se pesa un recipiente seco de volumen conocido (por ejemplo, un cilindro que mide 1 L). Una muestra de la composición (eso es, el medio denso) se añade al cilindro medidor hasta la marca de 1 L. El cilindro medidor que contiene 1 L de la muestra se vuelve a medir. Se calcula la diferencia entre el peso del cilindro medidor y el peso del cilindro medidor que contiene la muestra. La densidad aparente se determina por la masa de material dividida por el volumen del cilindro

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{masa de muestra (g)}}{\text{volumen de recipiente (cm}^3\text{)}}$$

El término “medio” se refiere a un material sólido que se añade al transportador líquido para alterar la densidad del transportador líquido y formar una suspensión. La suspensión resultante es referida como un “medio denso”.

Los términos “líquido pesado” se refieren a un líquido que se usa en un proceso de separación en medio denso que tiene una densidad superior a la del agua (999,97 kg/m³)

Se entenderá que la divulgación aquí presentada no se limita en su aplicación a los detalles de construcción y la organización de los componentes o etapas o metodologías expuestas en la siguiente descripción o ilustradas en la Figura. También, se entenderá que la fraseología y terminología aquí empleadas tienen fin descriptivo y no deberían considerarse como limitativas.

El término “redondo” incluye formas que son sustancialmente esférica y aquellas que son sustancialmente esferoides.

A menos que aquí se defina lo contrario, los términos técnicos usados en relación con la invención tienen significados que son comúnmente entendidos por aquellos expertos en la técnica. Además, a menos que el contexto lo requiera de otra manera, los términos singulares incluirán plurales y los términos plurales incluirán el singular.

El uso de las palabras “un”, “una” o “uno” cuando se usan junto con los términos “que comprende” en las reivindicaciones y/o la especificación puede significar “uno/a”, pero es también consistente con el significado de “uno/a o más”, “al menos uno/a”, y “uno/a o más de uno/a”. A lo largo de esta solicitud, el término “aproximadamente” se usa para indicar que un valor incluye la variación inherente de error para el dispositivo, empleándose el método para determinar el valor.

Las palabras “que comprende” (y cualquier forma de comprender, como “comprenden” y “comprende”), “que tienen” (y cualquier forma de tener, como “tienen” y “tiene”), “que incluyen” (y cualquier forma de incluir, como “incluyen” e “incluye”) o “que contienen” (y cualquier forma de contener, como “contiene” y “contienen”) son inclusivas y no concluyentes y no excluyen elementos adicionales, no mencionados o etapas de métodos.

El término “comprender” incluye “incluir” así como “consistir”, por ejemplo, una aleación o composición “que comprende” X puede consistir en exclusivamente X o puede incluir algo adicional, por ejemplo, X + Y.

Los términos “o combinaciones de los mismos” como aquí se usan se refieren a todas las permutaciones y combinaciones de los elementos enumerados que preceden al término. Por ejemplo, “A, B, C o combinaciones de los mismos” pretenden incluir al menos uno de: A, B, C, AB, AC, BC o ABC, y si el orden es importante en un contexto particular, también BA, CA, CB, CBA, BCA, ACB, BAC o CAB. Continuando con este ejemplo, se incluyen expresamente combinaciones que contienen repeticiones de uno o más elementos o términos, como BBA, AAA, AAB, BBC, AAABCCCC, CBBAAA, CABABB y etcétera. El experto en la técnica entenderá que típicamente no hay límite en el número de elementos o términos en cualquier combinación, a menos que sea aparente de otra manera a partir del contexto.

Como aquí se usa, el término “sustancialmente” significa que el hecho o circunstancia posteriormente descrita ocurre por completo o que el hecho o circunstancia posteriormente descrita ocurre hasta una gran extensión o grado. Por ejemplo, el término “sustancialmente” significa que el hecho o circunstancia posteriormente descrita ocurre al menos el 90% del tiempo, o al menos el 95% del tiempo, o al menos el 98% del tiempo. Donde sea necesario, la palabra “sustancialmente” puede omitirse de la definición de la invención.

“Puede” significa que el hecho o circunstancia descrita posteriormente puede o no ocurrir, y que la descripción incluye casos donde dicho hecho o circunstancia ocurre y casos en los que no ocurre.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra un esquema de un aparato típico usado en separación en medio denso.

5 La invención se ilustra por el siguiente ejemplo no limitativo

Ejemplo 1

10 Una aleación grande que comprende no más de aproximadamente 8,5% de silicio y desde aproximadamente 2 a aproximadamente 7% de cromo y el resto de hierro se funde en un horno a una temperatura de al menos aproximadamente 1.500 °C. La aleación fundida se vierte a través de una boquilla de un atomizador. El chorro de aleación fundida interactúa con un spray de agua a alta presión para producir partículas sustancialmente redondas. Las partículas se templan y filtran hasta tener un tamaño de partícula de tal manera que al menos aproximadamente el 90% de las partículas de la aleación pasen a través de un tamiz que tiene un abertura de red de aproximadamente 1 mm.

15 Las partículas de la aleación resultaron ser excelentes cuando se usaron en una suspensión con agua para formar un líquido pesado para separación en medio denso.

20 Las partículas de la aleación se mezclan con agua para formar una composición que tiene una densidad aparente entre las gravedades específicas de los dos materiales para separación. Cuando los materiales se mezclan en la composición, el más ligero flota y puede recogerse por separado de la fracción pesada, que se hunde y puede recogerse por separado.

25 Ejemplo 2

Una aleación de la presente invención que comprende 8% de silicio, 85% de hierro y 7% de cromo tiene una gravedad específica como la establecida más abajo.

30 $G.E._{Si}$ = densidad de silicio x porcentaje de contenido de silicio

$$G.E._{Si} = 2,33 \times 0,08$$

$$G.E._{Si} = 0,184 \text{ g/cm}^3$$

35

$G.E._{Fe}$ = densidad de hierro x porcentaje de contenido de hierro

$$G.E._{Fe} = 7,85 \times 0,85$$

40

$$G.E._{Fe} = 6,6725 \text{ g/cm}^3$$

$G.E._{Cr}$ = densidad de cromo x porcentaje de contenido de cromo

$$G.E._{Cr} = 7,85 \times 0,07$$

45

$$G.E._{Cr} = 0,5026 \text{ g/cm}^3$$

$$G.E._{Aleación} = G.E._{Si} + G.E._{Fe} + G.E._{Cr}$$

50

$$G.E._{Aleación} = 0,1864 + 6,6725 + 0,5026$$

$$G.E._{Aleación} = 7,3615 \text{ g/cm}^3$$

Ejemplo Comparativo

55

Una aleación existente que comprende 15% de silicio y 85% de hierro tiene una gravedad específica de 7,022 que puede calcularse como se establece más abajo.

60

$G.E._{Si}$ = densidad de silicio x porcentaje de contenido de silicio

$$G.E._{Si} = 2,33 \times 0,15$$

$$G.E._{Si} = 0,3495 \text{ g/cm}^3$$

65

$G.E._{Fe}$ = densidad de hierro x porcentaje de contenido de hierro

ES 2 667 809 T3

$$G. E. Fe = 7,85 \times 0,85$$

$$G. E. Fe = 6,6725 \text{ g/cm}^3$$

$$G. E. Aleación = G. E. Si + G. E. Fe$$

$$G. E. Aleación = 0,3495 + 6,6725$$

$$G. E. Aleación = 7,022 \text{ g/cm}^3$$

La aleación del Ejemplo Comparativo 1 tiene una gravedad específico que es 5% más baja que la aleación del Ejemplo 2, lo que significa que una menor cantidad de la aleación del Ejemplo 2 puede usarse para conseguir las mismas densidades aparentes en uso. La consecuencia práctica es que la viscosidad de una composición que comprende la aleación del Ejemplo 2 y agua es menor que la viscosidad de una composición que comprende la aleación del Ejemplo Comparativo 1, lo que ayuda a la separación.

Reivindicaciones

- 5 1. Un proceso de separación que comprende las etapas de contactar un medio separador con un material de alimentación, y separar al menos un componente de dicho material de alimentación de al menos otro componente de dicho material de alimentación, donde dicho medio separador es una composición que comprende:
un transportador líquido, y
una aleación en forma particulada que comprende
 - 10 i) al menos 80% de peso de hierro;
 - ii) no más de 8,5% de peso de silicio; y
 - iii) de 2 a 7% de peso de cromo.
2. El proceso de la reivindicación 1 que es un proceso de separación en medio denso.
- 15 3. El proceso de cualquier reivindicación precedente que comprende las etapas de:
 - (i) proporcionar dicha composición, preferentemente donde dicha composición es una suspensión de dicha aleación particulada en dicho transportador líquido;
 - (ii) proporcionar un material de alimentación que se separará, opcionalmente donde el material de separación está en dicho transportador líquido;
 - 20 (iii) contactar la composición de la etapa i) con el material de alimentación de la etapa ii), preferentemente en un recipiente de separación en medio denso;
 - (iv) separar al menos un componente de dicho material de alimentación; y
 - (v) recoger dicho al menos un componente separado.
- 25 4. El proceso de cualquier reivindicación precedente, donde el transportador líquido es agua.
5. El uso de la composición como la definida en la reivindicación 1 como un medio separador en un proceso de separación para la separación de un material de alimentación, donde al menos un componente del material de alimentación se separa de al menos otro componente de dicho material de alimentación.
- 30 6. El proceso o uso de cualquier reivindicación precedente, donde el contenido de hierro en la aleación es al menos 83% de peso o al menos 85% de peso.
- 35 7. El proceso o uso de cualquier reivindicación precedente, donde el contenido de silicio en la aleación es no más del 8,4% de peso o desde 7,0 a 8,4% de peso.
8. El proceso o uso de cualquier reivindicación precedente, donde el contenido de cromo en la aleación es desde 3 a menos del 7% de peso, o desde 4 a 6% de peso.
- 40 9. El proceso o uso de cualquier reivindicación precedente, donde la aleación además comprende carbono, preferentemente donde el contenido de carbono no es más del 1,5% de peso.
- 45 10. El proceso o uso de cualquier reivindicación precedente, donde la aleación además comprende fósforo, preferentemente donde el contenido de fósforo no es más del 0,15% de peso.
- 50 11. El proceso o uso de cualquier reivindicación precedente, donde la aleación además comprende sulfuro, preferentemente donde el contenido de sulfuro no es más del 0,07% de peso.
- 55 12. El proceso o uso de cualquier reivindicación precedente, donde las partículas de aleación son sustancialmente redondas.
13. El proceso o el uso de la reivindicación 12, donde el 70% de las partículas en la aleación pasan a través de un tamiz que tiene una abertura de red de 1 mm, o al menos el 90% de las partículas pasan a través de un tamiz que tiene una abertura de red de 212 μm .
- 60 14. El proceso o uso de cualquier reivindicación precedente, donde dicha aleación tiene una gravedad específica de 6,5 g/cm³ a 7,3 g/cm³.
15. El proceso o uso de cualquier reivindicación precedente, donde dicha composición tiene una densidad aparente de desde 1,5 g/cm³ a 4,6 g/cm³ o dicha composición comprende desde 8% de peso a 58% de peso de la aleación particulada en relación con el peso total de la composición.

65

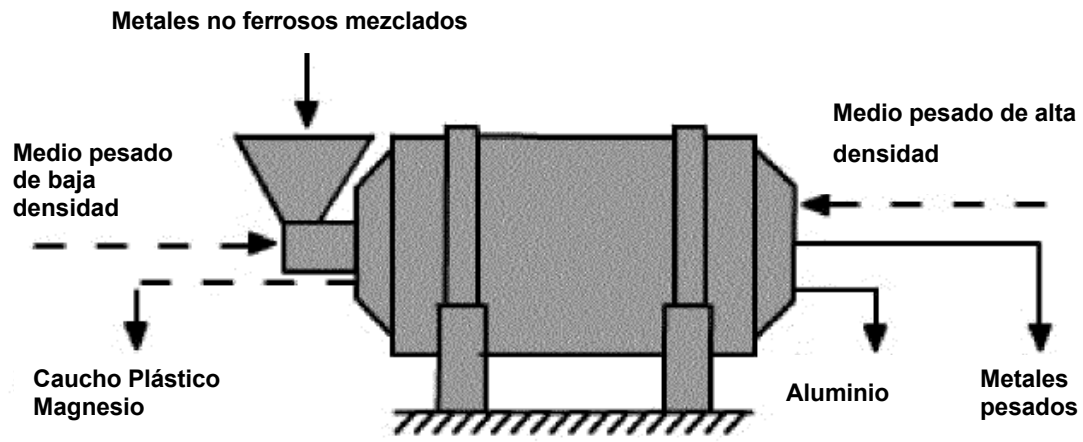


Fig. 1