

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 671**

51 Int. Cl.:

B22F 9/08 (2006.01)
B01J 2/06 (2006.01)
B22F 9/10 (2006.01)
B22F 1/00 (2006.01)
C21B 3/08 (2006.01)
C21C 7/00 (2006.01)
C22C 33/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2014** **PCT/SE2014/051016**
87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2015** **WO15034425**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2014** **E 14842554 (9)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018** **EP 3041629**

54 Título: **Aparato y procedimiento de granulación de material fundido**

30 Prioridad:

05.09.2013 EP 13183062
31.03.2014 SE 1450379

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.06.2019

73 Titular/es:

UVÅN HOLDING AB (100.0%)
Bockstigen 1
183 57 Täby, SE

72 Inventor/es:

LUNDSTRÖM, PER-ÅKE

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro María

ES 2 715 671 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato y procedimiento de granulación de material fundido

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato para la producción de un material granular con una distribución de tamaño mejorada.

10 Antecedentes de la invención

La granulación de metales en agua es un procedimiento bien conocido para la rápida solidificación del metal líquido en forma de producto de tamaño mediano. El proceso Granshot® se ha desarrollado para la producción directa de material listo para usar para la industria del acero. El aparato conocido se describe en la Figura 1. El metal fundido se dirige desde una artesa a un objetivo refractario, que se denota como cabezal de rociado en la Figura 1. El metal golpea el objetivo, se divide y se distribuye radialmente sobre el agua de enfriamiento en el tanque. Las gotitas se solidifican en el tanque y se recuperan del fondo del tanque. El tamaño de los gránulos depende de varios factores, tales como la composición del fundido y las condiciones de impacto. La fracción principal obtenida se encuentra dentro del rango de tamaño de 5-25 mm. Sin embargo, la cantidad de finos definida como gránulos con una dimensión máxima de ≤ 8 mm puede ser tan alta como un 20 %. Los principios de este procedimiento se describen en los documentos EP 402 665 y US 3 888 956.

El documento US 4 402 884 divulga un procedimiento de granulación usando un disco giratorio. La parte principal de los gránulos obtenidos según este procedimiento tiene un tamaño inferior a 10 mm.

Aunque los tamaños de grano obtenidos por el procedimiento mencionado anteriormente permiten una rápida disolución del metal granular en una masa fundida de acero, presenta el inconveniente de que existen posibilidades limitadas para ajustar el tamaño de grano medio y la distribución del tamaño de grano.

El documento EP 522 844 divulga un procedimiento para producir gránulos metálicos vertiendo una corriente de metal en un baño de enfriamiento líquido. El documento US 6287362 divulga un procedimiento para producir grumos de metal que tienen una dimensión característica de 20-100 mm introduciendo una corriente de metal fundido en una corriente de agua. Los inconvenientes asociados con estos procedimientos son los largos tiempos de disolución del material grueso y una amplia distribución del tamaño de partícula.

Sumario de la invención

El objetivo general de la presente invención es proporcionar un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 para fabricar un material granulado. En particular, debería ser posible obtener un tamaño medio que permita una rápida disolución, cuando el material se agrega a una masa fundida.

También es un objeto mejorar adicionalmente el proceso Granshot® para proporcionar un material que tenga una distribución más estrecha del tamaño de los gránulos obtenidos. Este y otros objetos se logran mediante el aparato, el procedimiento y el producto definidos en las reivindicaciones independientes.

Los gránulos de aleación de aluminio con forma acicular están excluidos de la invención.

Otras realizaciones ventajosas de la invención se han especificado en las reivindicaciones dependientes.

Según la invención, la granulación se realiza con la ayuda de un distribuidor giratorio que comprende una abertura de entrada superior, paredes laterales, una parte inferior y al menos una fila de aberturas en el extremo inferior de las paredes laterales, en donde las aberturas de las paredes laterales tienen un tamaño de al menos 5 mm en la dimensión más pequeña.

Breve descripción de las figuras

A continuación, la invención se describirá con más detalle con referencia a las realizaciones preferidas y a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 es un dibujo esquemático del aparato utilizado en el proceso Granshot®.

La Figura 2 es un dibujo esquemático de una realización de la presente invención en la que se usa una artesa giratoria.

La Figura 3 describe la distribución del tamaño de los gránulos de la invención obtenidos en el Ejemplo 1 en donde el ferroníquel contenía 32 % de Ni y 0,1 % de Si.

La Figura 4 describe la distribución del tamaño de los gránulos del procedimiento comparativo en el que el ferroníquel contenía 32 % de Ni y 0,1 % de Si.

5 La Figura 5 describe la distribución del tamaño de los gránulos del Ejemplo 1 en donde el ferroníquel contenía 32 % de Ni y 0,27 % de Si.

La Figura 6 describe la distribución del tamaño de los gránulos del procedimiento comparativo en el que el ferroníquel contenía 32 % de Ni y 0,27 % de Si.

10 Descripción detallada de la invención

La presente invención se describirá ahora en detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

El aparato para producir el material granulado comprende:

- 15
- a) un tanque de enfriamiento que contiene un fluido de enfriamiento,
 - b) unos medios para alimentar el material líquido a un distribuidor giratorio,
 - 20 c) un distribuidor giratorio colocado sobre el tanque de enfriamiento,
 - d) el distribuidor giratorio comprende una abertura de entrada superior, paredes laterales, parte inferior y al menos una fila de aberturas en el extremo inferior de las paredes laterales, en donde las aberturas en las paredes laterales tienen un tamaño de al menos 5 mm en la dimensión más pequeña.

25 Los medios para alimentar el material líquido al distribuidor giratorio se colocan por encima del tanque, preferiblemente el tanque está provisto de paredes laterales cilíndricas y los medios de alimentación están posicionados en la línea central de dichas paredes laterales cilíndricas. El distribuidor puede estar hecho de un material refractario no metálico, como alúmina, magnesita o dolomita. En particular, el distribuidor está hecho de cerámica cuando se granulan ferrometales.

30 En una realización, el distribuidor giratorio comprende una artesa y una boquilla alargada unida a la misma como se muestra en la Figura 2.

35 La boquilla alargada tiene preferiblemente solo una fila de aberturas en ella. El diseño básico de la boquilla es similar al de una boquilla de inmersión utilizada para la colada continua de acero.

En otra realización, el distribuidor giratorio comprende una olla unida a los medios giratorios provistos dentro del tanque, la olla giratoria tiene paredes laterales cilíndricas y, preferiblemente, solo una fila de abertura en las paredes laterales y opcionalmente una pestaña superior anular.

Opcionalmente, el aparato está provisto de al menos una de las siguientes características:

- 45 - Medios para hacer circular agua de refrigeración en el tanque, preferiblemente en la misma dirección o en sentido opuesto con respecto a los medios giratorios.
- Medios para ajustar la altura del distribuidor giratorio en relación con el nivel superior del fluido de refrigeración en el tanque de refrigeración. La altura puede ser fija o variable durante la granulación.
- 50 - Medios para eliminar el material granulado del tanque de enfriamiento. Preferiblemente, se usa un eyector del tipo descrito en el documento WO 2009/157857.
- Medios para controlar la rotación del distribuidor dentro del rango de 1-50 rpm. Cualquier tipo de motor puede ser usado para este propósito.
- 55 - Medios para regular el flujo de material líquido desde los medios de alimentación al distribuidor. Estos medios incluyen barras de tope y puertas correderas. La regulación se puede realizar de forma manual o totalmente automática.
- 60 - Aberturas circulares en el extremo inferior de las paredes laterales que tienen un diámetro de 10-30 mm, preferiblemente de 12-20 mm. El tamaño y el número de las aberturas dependen de la capacidad del diseño, es decir, toneladas por minuto.

- Aberturas elípticas con una relación de altura a anchura (h/w) en el rango de 1:1,2 a 1:10. Al ajustar la forma de la abertura es posible ajustar la forma de la corriente fundida que sale del distribuidor. Una abertura más amplia da como resultado una corriente más parecida a una película, por lo que el tamaño y la forma de los gránulos pueden verse afectados.
- 5 - Una fila de aberturas y, preferiblemente, no más de 4 aberturas en dicha única fila. Este diseño es el más simple de fabricar y el procedimiento es fácil de controlar. Por lo tanto, es un diseño preferido.
- 10 - Aberturas dirigidas 5° - 45° hacia arriba. Con esta medida, es posible ajustar la trayectoria y el tiempo en el aire antes de que la corriente llegue al líquido refrigerante. También la propagación de la corriente fundida sobre el baño de enfriamiento está influenciada por el vuelo parabólico.
- Aberturas dirigidas 0° - 45° hacia abajo. Al dirigir una o más corrientes hacia abajo, es posible acortar la distancia de vuelo, reducir el riesgo de desintegración de la corriente antes de que llegue al baño de enfriamiento e influir en la dispersión sobre el baño de enfriamiento.
- 15 - Un receptor o canal intermedio para suministrar el material líquido a los medios de alimentación. Este es un diseño alternativo, que se puede utilizar, por ejemplo, cuando la aleación fundida se suministra directamente desde un horno sin ser interceptada por un elemento de distribución.
- 20 - Una placa de seguridad refractaria colocada debajo de la boquilla alargada, placa que distribuye la corriente de líquido sobre la superficie del agua de refrigeración en caso de rotura de la boquilla.
- 25 Los medios para alimentar el material líquido al distribuidor giratorio se colocan por encima del tanque, que está provisto de paredes laterales cilíndricas. Los medios de alimentación se colocan en la línea central de dichas paredes laterales cilíndricas, el distribuidor giratorio comprende una artesa circular y una boquilla alargada unida centralmente a la misma, la boquilla alargada no tiene más de 4 aberturas circulares que tienen un diámetro de 10-20 mm en una fila, opcionalmente, se proporciona un receptor intermedio o una tolva para suministrar una cantidad controlada de material líquido a la artesa.
- 30 El aparato puede estar provisto de un sistema de pesaje para la artesa que controla automáticamente el nivel en la artesa para mantener una cabecera de líquido constante y, por lo tanto, un caudal constante a través de la boquilla. De manera alternativa, el sistema de control automático puede incluir sensores ópticos o electromagnéticos.
- 35 El procedimiento para producir material granulado desintegrando metal líquido o escoria comprende los pasos de:
 - a) proporcionar un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
 - b) girar el distribuidor a una velocidad de 1-50 rpm,
 - c) alimentar el material fundido al distribuidor giratorio,
 - 40 d) distribuir al menos una corriente de material fundido sobre el fluido de enfriamiento en el tanque de enfriamiento,
 - e) desintegrar el material fundido por encima y/o por dentro del líquido refrigerante y formar gránulos al menos parcialmente solidificados,
 - f) recuperar el material granulado del fondo del tanque de enfriamiento.
- 45 En una realización preferida, el procedimiento para producir material granulado comprende al menos una de las siguientes características:
 - 50 - Utilizar agua con o sin aditivos como líquido refrigerante. El agua se utiliza normalmente debido a su disponibilidad. Sin embargo, se pueden usar otros líquidos refrigerantes, en particular líquidos refrigerantes del mismo tipo que los utilizados para el endurecimiento del acero, como alcoholes superiores como glicoles. Naturalmente, es posible mezclar diferentes aditivos con agua para influir en su densidad, viscosidad, capacidad térmica y/o tensión superficial.
 - 55 - Girar el distribuidor a una velocidad de 1-10 rpm. Una velocidad de rotación baja es fácil de controlar y parece tener una influencia positiva en el confinamiento de la corriente fundida.
 - Alimentar el material fundido a una velocidad de 0,5 a 10 t/min, preferiblemente 1-5 t/min. Estas tasas de alimentación pueden aplicarse en plantas de alta capacidad. Sin embargo, son posibles menores tasas de alimentación para unidades pequeñas y para aplicaciones de planta piloto.
 - 60 - Hacer circular de agua de refrigeración en el tanque, preferiblemente en la misma dirección o en sentido opuesto con respecto a los medios de rotación. Al controlar la circulación del agua de enfriamiento en el tanque es posible asegurar un enfriamiento uniforme. Una corriente de agua que vaya en la dirección opuesta a la corriente desde

el distribuidor giratorio da como resultado una mayor velocidad de enfriamiento pero también una mayor fuerza de arrastre en la zona de contacto del líquido. Por lo tanto, puede ser posible influir parcialmente en la forma geométrica de los gránulos controlando la dirección y la velocidad del agua de enfriamiento.

- 5 - Ajustar la distancia de altura entre el agua de refrigeración en el tanque y las aberturas en el distribuidor giratorio para que sea de 0,1-1,5 m. Este parámetro de diseño se puede usar para ajustar la distancia radial desde el distribuidor hasta la región anular, donde la corriente fundida golpea el líquido refrigerante como se describe en el documento EP 402 665.
- 10 - Controlar el nivel de masa fundida en la artesa y/o en el distribuidor giratorio controlando el flujo desde los medios de alimentación del material líquido a un distribuidor giratorio. Esto se hace para controlar la cabecera del líquido y, por lo tanto, también el flujo de líquido a través de la boquilla.
- 15 - Controlar la velocidad de granulación mediante el control del nivel de fundición en la artesa y/o en el distribuidor giratorio. Este es un procedimiento conveniente porque un aumento en la cabecera del líquido resulta en un mayor flujo a través de la boquilla.
- 20 - Recuperar los gránulos solidificados mediante la descarga desde el extremo inferior del tanque utilizando un eyector de agua y aire. Este procedimiento se describe en el documento WO2009/157857 y se considera el procedimiento más adecuado. Sin embargo, también es posible utilizar otros procedimientos para recuperar el material granulado.

El material granulado es preferiblemente un metal o aleación seleccionada del grupo de hierro, arrabio, acero, ferroaleaciones, polvo de acero reciclado, cobre, zinc y aluminio.

Según una realización preferida, el material que se va a desintegrar se alimenta a una velocidad de 1 a 5 t/min a una artesa giratoria provista de una boquilla alargada que tiene una fila de aberturas, en donde el número de aberturas es preferiblemente de 1 a 4, y la velocidad de granulación se controla mediante el control del nivel de masa fundida en la artesa.

El material granulado obtenido con el procedimiento de la invención tiene una distribución de tamaño estrecha y generalmente un tamaño medio en el intervalo de 12 a 50 mm, preferiblemente de 15 a 25 mm y en el que la cantidad de finos con un tamaño inferior a 6 mm puede estar limitada al 5 %. La cantidad de finos con un tamaño inferior a 4 mm puede limitarse a menos del 1 %.

La invención no debe verse limitada por las realizaciones descritas anteriormente, sino que puede variarse dentro del alcance de las reivindicaciones, como entenderá el experto en la materia.

EJEMPLOS

A continuación se comparan los resultados obtenidos de acuerdo con la invención con los resultados obtenidos con el aparato conocido que tiene un cabezal de pulverización plano. En todos los ejemplos, el ferróniquel se fundió en un horno de inducción y se suministró a la artesa mediante el uso de un canal de colada. La temperatura de golpeo fue de 1650 °C. El nivel de masa fundida en la artesa se controló manualmente para que fuera de 300-400 mm. El diámetro de la boquilla en la artesa era de 27 mm. Una vez completada la granulación, los gránulos se retiraron del tanque, se secaron, se pesaron y se sometieron a cribado. Las clases de tamaño utilizadas fueron > 4 mm, 4-8 mm, 8-12 mm, 12-16 mm, 16-25 mm y > 25 mm. Los resultados se dan en % del peso total.

EJEMPLO 1

En este ejemplo, el ferróniquel contenía 32 % de Ni y 0,1 % de Si.

El distribuidor giratorio según la invención tenía cuatro orificios en una sola fila. Las cuatro aberturas tenían un área de apertura total de 346 mm².

Se utilizó una velocidad de rotación de 3 rpm para asegurar una disipación de calor uniforme.

La distribución de tamaño de los gránulos obtenidos se describe en la Figura 3 (carga n.º 108).

La distribución de tamaño de los gránulos obtenidos con un cabezal de pulverización plano convencional se muestra en la Figura 4 (carga n.º 110).

Es evidente que el aparato de la invención dio como resultado una distribución de tamaño mejorada en la medida en que se redujo la cantidad de finos, se aumentó el tamaño medio y se mejoró la distribución de tamaño.

EJEMPLO 2

En este ejemplo, se examinó el efecto de un aumento del contenido de Si en la distribución de tamaños.

5 El ferroníquel contenía 32 % de Ni y 0,27 % de Si. Las condiciones de granulación fueron las mismas que para el Ejemplo 1.

La distribución de tamaño de los gránulos obtenidos de acuerdo con la invención se describe en la Figura 5 (carga n.º 116).

10 La distribución de tamaño de los gránulos obtenidos con un cabezal de pulverización plano convencional se muestra en la Figura 6 (carga n.º 115).

Se logró una mejor distribución del tamaño en ambos casos.

15 El resultado para el cabezal de pulverización convencional fue el esperado, ya que se sabe que el Si tiene una influencia positiva en la distribución del tamaño. Una comparación entre la carga n.º 115 y carga n.º 110 revelan que el mayor contenido de Si dio como resultado menos finos y una mejor distribución del tamaño.

20 Sin embargo, el contenido incrementado de Si resultó tener un efecto notable en la distribución de tamaño obtenida con el aparato de la invención. Una comparación de la carga n.º 116 y la carga n.º 115 revela que la cantidad de finos se eliminó virtualmente y que el tamaño medio de los gránulos aumentó mucho.

Aplicabilidad industrial

25 La invención es particularmente adecuada para su aplicación en las industrias de ferroaleaciones, hierro y acero.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para producir un material granulado que tenga un tamaño medio de al menos 5 mm mediante la desintegración de un líquido, comprendiendo el aparato:
 - a) un tanque de enfriamiento que contiene un fluido de enfriamiento,
 - b) unos medios para alimentar el material líquido a un distribuidor giratorio,
 - c) un distribuidor giratorio colocado sobre el tanque de enfriamiento,
 - d) comprendiendo el distribuidor giratorio una abertura de entrada superior, paredes laterales, parte inferior y al menos una fila de aberturas en el extremo inferior de las paredes laterales, en donde las aberturas en las paredes laterales tienen un tamaño de al menos 5 mm en la dimensión más pequeña.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que los medios para alimentar el material líquido al distribuidor giratorio se colocan por encima del tanque, estando preferiblemente el tanque provisto de paredes laterales cilíndricas y situándose los medios de alimentación en la línea central de dichas paredes laterales cilíndricas.
3. Aparato según la reivindicación 1 o 2, en el que el distribuidor giratorio comprende una artesa y una boquilla alargada unida a la misma, en donde la boquilla alargada tiene preferiblemente solo una fila de aberturas en ella.
4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el distribuidor giratorio comprende una olla unida a unos medios giratorios provistos dentro del tanque, teniendo la olla giratoria paredes laterales cilíndricas y, preferiblemente, solo una fila de abertura en las paredes laterales y opcionalmente una brida superior anular.
5. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el aparato está provisto de al menos una de las siguientes características:
 - medios para hacer circular agua de refrigeración en el tanque, preferiblemente en la misma dirección o en sentido opuesto con respecto a los medios giratorios,
 - medios para ajustar la altura del distribuidor giratorio en relación con el nivel superior del líquido refrigerante en el tanque de refrigeración,
 - medios para retirar el material granulado del tanque de enfriamiento,
 - medios para controlar la rotación del distribuidor dentro del rango de 1-50 rpm,
 - medios para regular el flujo de material líquido desde los medios de alimentación al distribuidor,
 - aberturas circulares en el extremo inferior de las paredes laterales que tienen un diámetro de 10-30 mm, preferiblemente de 12-20 mm,
 - aberturas elípticas que tienen una relación de altura a anchura (h/w) en el rango de 1:1,2 a 1:10,
 - solo una fila de aberturas y, preferiblemente, no más de 4 aberturas,
 - aberturas dirigidas 0°-45° hacia arriba,
 - aberturas dirigidas 0°-45° hacia abajo,
 - un receptor intermedio o una tolva para suministrar el material líquido a los medios de alimentación,
 - una placa de seguridad refractaria colocada debajo de la boquilla alargada, placa que distribuye la corriente de líquido sobre la superficie del agua de refrigeración en caso de rotura de la boquilla,
 - el distribuidor giratorio está hecho de un material refractario no metálico,
 - el distribuidor giratorio tiene un máximo de 5 filas de aberturas en la pared lateral, preferiblemente un máximo de 3 filas,
 - cada fila en el distribuidor giratorio tiene 1-10 aberturas, preferiblemente 2-4 aberturas.
6. Aparato según la reivindicación 1, en el que los medios para alimentar el material líquido al distribuidor giratorio se colocan sobre el tanque que está provisto de paredes laterales cilíndricas, colocándose los medios de alimentación en la línea central de dichas paredes laterales cilíndricas, comprendiendo el distribuidor giratorio una artesa circular y una boquilla alargada unida centralmente a la misma, no teniendo la boquilla alargada más de 4 aberturas circulares que tienen un diámetro de 10-20 mm en una fila, proporcionándose opcionalmente un receptor intermedio o una tolva para suministrar una cantidad controlada de material líquido a la artesa.
7. Aparato según la reivindicación 6, en el que el aparato está provisto de un sistema de pesaje para la artesa que controla automáticamente el nivel en la artesa para mantener una cabecera de líquido constante y por lo tanto un caudal constante a través de la boquilla.
8. Procedimiento para producir material granulado mediante la desintegración de metal líquido o escoria, comprendiendo el método los pasos de:
 - a) proporcionar un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
 - b) girar el distribuidor a una velocidad de 1-50 rpm,
 - c) alimentar el material fundido al distribuidor giratorio,

- d) distribuir al menos una corriente del material fundido sobre el fluido de enfriamiento en el tanque de enfriamiento,
- e) desintegrar el material fundido por encima y/o por dentro del líquido refrigerante y formar gránulos al menos parcialmente solidificados,
- f) recuperar el material granulado del fondo del tanque de enfriamiento.

9. Procedimiento para producir material granulado según la reivindicación 8, en el que el método comprende al menos una de las siguientes características:

- usar agua con o sin aditivos como líquido refrigerante,
- rotar el distribuidor a una velocidad de 1-10 rpm,
- alimentar el material fundido a una velocidad de 0,5 - 10 t/min, preferiblemente 1-5 t/min,
- circular agua de refrigeración en el tanque, preferiblemente en la misma dirección o en sentido opuesto con respecto a los medios giratorios,
- ajustar la distancia de altura entre el agua de refrigeración en el tanque y las aberturas en el distribuidor giratorio para que sea de 0,1-1,5 m,
- controlar el nivel de masa fundida en la artesa y/o en el distribuidor giratorio controlando el flujo desde los medios de alimentación del material líquido a un distribuidor giratorio,
- controlar la velocidad de granulación controlando el nivel de masa fundida en la artesa y/o en el distribuidor giratorio,
- solidificar los gránulos en al menos 80 % en el líquido de enfriamiento, preferiblemente 100 %,
- recuperar los gránulos solidificados descargándolos desde el extremo inferior del tanque utilizando un eyector de agua y aire,
- controlar la velocidad de granulación controlando el nivel de escoria líquida o metal en la artesa y/o en el distribuidor giratorio,
- el punto de fusión del metal líquido es superior a 700 °C, preferiblemente superior a 900 °C,
- la densidad del metal líquido es mayor que 4.5 g/cm³.

10. Procedimiento para producir material granulado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, en el que el material granulado es un metal o aleación seleccionada del grupo de hierro, arrabio, acero, ferroaleaciones, polvo de acero reciclado, cobre y zinc.

11. Procedimiento para producir material granulado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-10, en el que el material fundido se alimenta a una velocidad de 1-5 t/min a una artesa giratoria provista de una boquilla alargada que tiene una fila de aberturas en la que el número de las aberturas son 1-4 y la velocidad de granulación se controla mediante el control del nivel de masa fundida en la artesa.

12. Procedimiento para producir material granulado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material granulado se selecciona del grupo de hierro, arrabio, acero, ferroaleaciones y polvo de acero reciclado y el contenido de silicio de dicho material se controla para que sea de 0.1- 0,5 %, preferiblemente de 0,25-0,35 %.

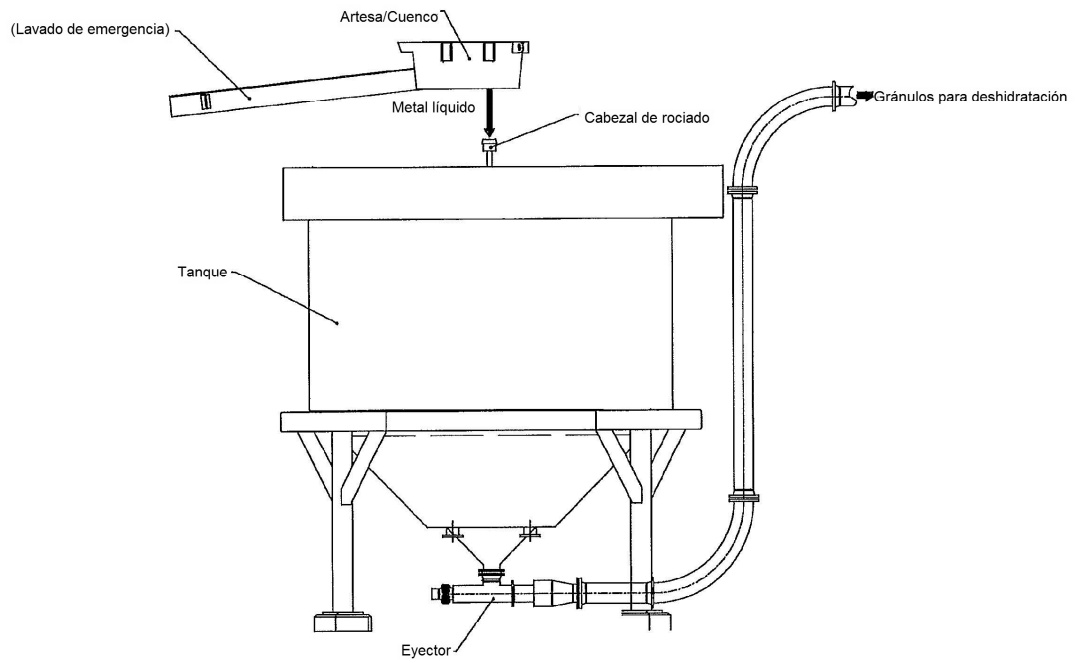


Figura 1

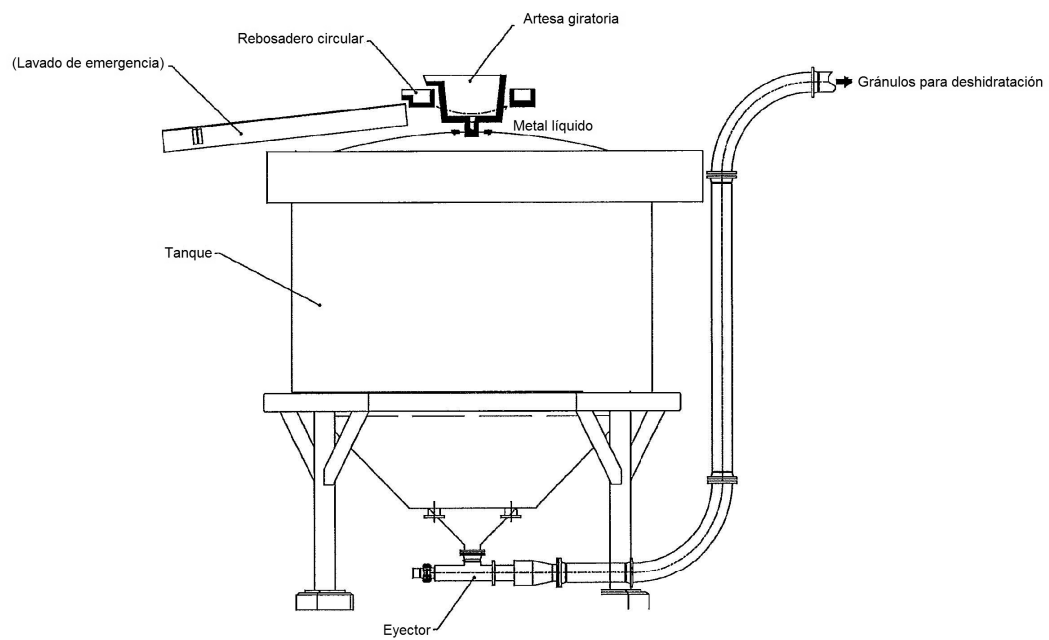


Figura 2

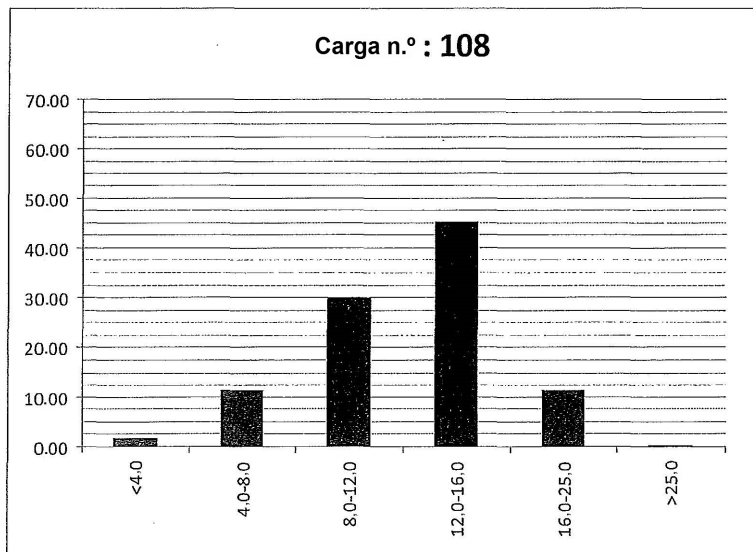


Figura 3. Ejemplo 1. Distribución de tamaño obtenida con el aparato y el procedimiento de acuerdo con la invención.

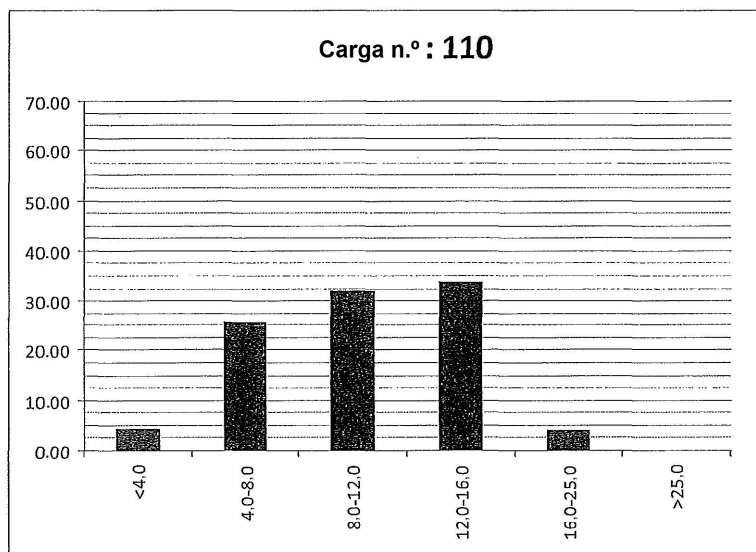


Figura 4. Ejemplo 1. Distribución de tamaño de acuerdo con el estado de la técnica.

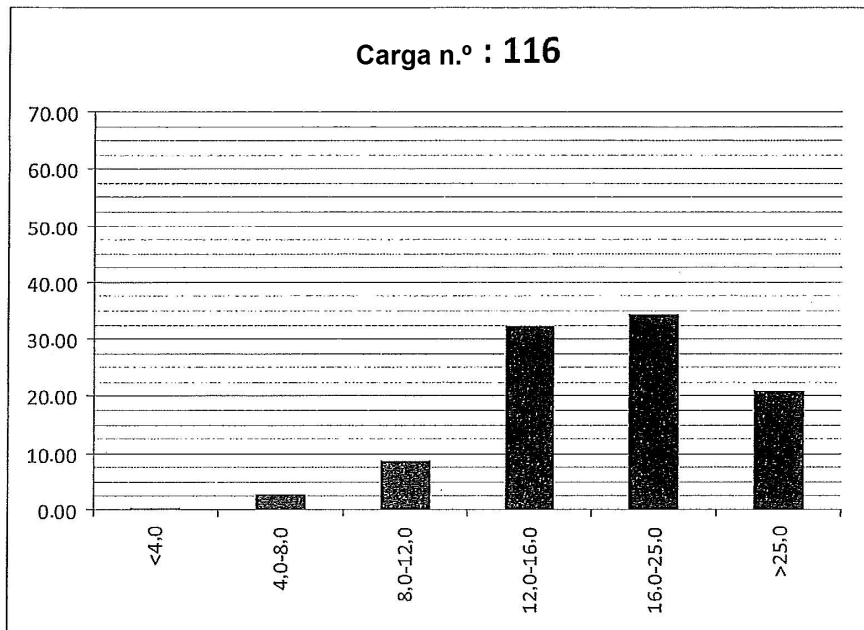


Figura 5. Ejemplo 2. Distribución de tamaño de acuerdo con la invención.

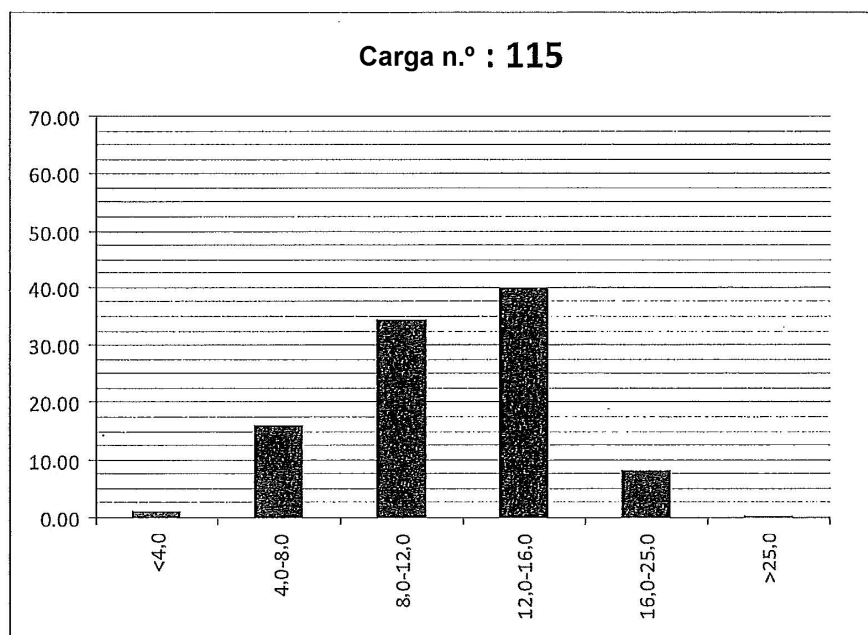


Figura 6. Ejemplo 2. Distribución de tamaño de acuerdo con el estado de la técnica.