

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 196**

51 Int. Cl.:

C21B 3/08 (2006.01)

C21C 5/52 (2006.01)

C04B 5/00 (2006.01)

C22B 7/04 (2006.01)

C22B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2009** **E 09007771 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018** **EP 2261383**

54 Título: **Método, instalación y tambor giratorio para el tratamiento de escoria de caldero de colada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2018

73 Titular/es:

FERRIERE NORD S.P.A. (100.0%)
Zona Industriale Rivoli di Osoppo
33010 Osoppo (UD) , IT

72 Inventor/es:

PORISIENSI, SERGIO y
BENEDETTI, BRUNO

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 692 196 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

Método, instalación y tambor giratorio para el tratamiento de escoria de caldero de colada

5 Campo técnico

[0001] La presente invención se refiere a un método para el tratamiento de escoria de caldero de colada según las características de la reivindicación 1.

10 La presente invención también se refiere a un tambor giratorio para el tratamiento de escoria de caldero de colada según las características según la reivindicación 2. La presente invención también se refiere a una instalación para el tratamiento de escoria de caldero de colada según las características de la reivindicación 11.

Estado de la técnica

15 [0002] En el campo de producción de acero y en particular en el campo de tratamiento de acero para obtener la composición química deseada del acero por producir, se obtiene una cantidad determinada de escoria. Mientras que antes la escoria se considerada como un material de residuos y se acumulada en depósitos exteriores o se enviada a un vertedero, también como consecuencia de leyes nuevas de desechos y como consecuencia de un aumento de los costes de producción, hoy dicha escoria ya no se considera como un material de residuo pero sino como un producto secundario para el que se busca un uso nuevo para reutilizarlo, en un esfuerzo para alcanzar el objetivo de no tener residuos para minimizar el impacto medioambiental del proceso de producción de acero, reduciendo los costes de eliminación y, por lo tanto, reduciendo los costes de producción total.

25 [0003] Mientras que la escoria producida por altos hornos y la escoria producida por hornos de arco eléctrico, conocida como "escoria negra", ha encontrado una aplicación en el ciclo de producción de cemento, en la construcción de cimientos para estratos de base, en la producción de conglomerados bituminosos para superficies de las calles, la escoria producida por calderos de colada, conocida como "escoria blanca", encuentra una aplicación más difícil debido a su diferente composición.

30 [0004] Para la escoria de caldero de colada o escoria blanca se ha encontrado una aplicación que permite su uso en el ciclo de producción del acero mismo. Debido al alto contenido en óxidos de magnesio y calcio, la escoria blanca se puede usar como un material que posiblemente sustituye la cal en el proceso de producción de acero en el horno de arco eléctrico que actúa como un material desescoriente.

35 [0005] Se han propuesto diferentes procesos para reciclar de escoria de caldero de colada, pero todos estos tienen problemas e inconvenientes que la presente invención pretende solucionar.

40 [0006] Un primer proceso de reciclaje de escoria de caldero de colada ocurre "en condiciones calientes" y proporciona la mezcla líquida que contiene la escoria y acero que quedan en el caldero de colada para ser vertidos directamente en el horno de arco voltaico antes de introducir los restos en el horno.

45 [0007] Un segundo proceso del reciclaje de escoria de caldero de colada ocurre "en condiciones frías" y usa la denominada "fundición", que es una desintegración de la escoria en un polvo fino que ocurre en la fase de enfriamiento de escoria debida a las tensiones internas generadas por aumento en volumen debido al cambio de fase alotrópica de uno de sus constituyentes (silicato dicálcico).

50 [0008] Un tercer proceso de reciclado de escoria de caldero de colada ocurre "en condiciones frías" e incluye la hidratación y carbonización de la escoria que mediante una combinación química con los componentes contenidos causa un aumento de volumen con una consecuente desintegración de la escoria en un polvo fino.

[0009] Debido al hecho de que en estos dos últimos procesos hay una producción de polvos finos que si se inhalan pueden generar problemas y enfermedades respiratorias, la operación de fundición ocurre en rejillas localizadas sobre muchas tolvas cerradas que tienen gran tamaño.

55 La patente JP 06329448A divulga un método para tratar escoria fundida que comprende: descargar la escoria fundida en un hoyo, agitar continuamente la escoria solidificando simultáneamente la escoria, cargar la escoria solidificada en un tambor refrigerante con un transportador caliente, aplicar una fuerza de rotación apropiada sobre el tambor refrigerante enfriando simultáneamente la escoria, y llevar además la escoria enfriada a una planta de tratamiento de escoria.

60 La patente GB 19191 (A.D.1913) divulga un equipo para granulación de escoria para usar en la producción de cemento. La escoria líquida se proyecta a un tambor refrigerante inclinado rotativo mediante una rueda de desintegración que tiene su eje dispuesto transversalmente a aquel de del tambor, donde el aire se admite en el extremo inferior del tambor y se retira junto con los gases y vapor desarrollados desde la escoria en el extremo opuesto del tambor. El tambor es provisto internamente de nervaduras y se enfría por una camisa de agua. La publicación de Porisiensi S. "Recycling of ladle slag and spent refractories by injection into an "EAF" divulga unas plantas de procesamiento de escoria basadas en rejillas que proporcionan el reciclaje de la escoria recuperada

pulverizada que atraviesa las cintas transportadoras para la posterior eliminación de hierro y fases de cribado. La escoria recuperada pulverizada se suministra más tarde a un silo de almacenamiento y de allí se alimenta al horno mediante lanzas de inyección.

5 Problemas del estado de la técnica

[0010] El proceso de reciclaje de escoria de caldero de colada "en condiciones calientes" que proporciona la mezcla líquida que contiene la escoria y acero restantes en el caldero de colada para ser vertidos directamente en el horno de arco eléctrico, presenta muchos inconvenientes, entre los que está el alto peligro de la operación de vaciar los materiales en una fase de semifundición dentro de la cubeta de horno, la falta de cualquier control en la composición que puede llevar a dificultades en la obtención de la composición final deseada y la prolongación del tiempo de refinación de la composición misma.

[0011] Un gran problema de las plantas de procesamiento de escoria basadas en rejillas localizada sobre tolvas cerradas se refiere a las dimensiones totales de la instalación para el tratamiento, que podría excluir la instalación en plantas donde no hay disponible suficiente espacio. Por otro lado, en el caso de que esté disponible el espacio para la instalación, sin embargo, las grandes dimensiones de las plantas de la técnica anterior implican que la construcción de esta instalación se haga necesariamente donde esté disponible dicho espacio suficientemente amplio y no en la zona donde su instalación sería más apropiada para evitar el transporte del material de residuo entre zonas diferentes del sitio industrial. De hecho, el material de residuo, debido a su naturaleza, es un material que implica una dispersión de polvo inevitable en el ambiente y sería deseable limitar en lo posible los pasos de transporte del material de residuo, al igual que la longitud de los senderos que tendrían que cubrirse por ello para sufrir el tratamiento. Sin embargo, las plantas de procesamiento de escoria concebidas y/o construidas hoy no permiten una disposición eficaz de la planta misma debida a su tamaño.

[0012] De forma similar también el producto recuperado es un material que implica una dispersión de polvo inevitable en el ambiente y este sería apropiado para que la posición de la instalación sea tal como para permitir también una reducción del camino que el material recuperado debe realizar para alcanzar su destino final. En este caso también las dimensiones totales de las plantas de procesamiento existentes no permiten una posición eficaz de la instalación misma para limitar el transporte del material recuperado.

[0013] Además, las plantas de procesamiento de escoria concebidas y/o construidas hoy también se caracterizan por la necesidad de estructuras metálicas grandes para hacer las rejillas y las tolvas, con los consiguientes altos costes de la instalación para el tratamiento en su conjunto.

[0014] Además, los procesos que proporcionan la hidratación y carbonatación del material para producir la fundición causan la formación de compuestos muy estables, que cuando se inyectan en el horno de arco eléctrico, requieren una gran cantidad de energía para su uso. Además, el proceso de carbonatación e hidratación del material provoca la formación de olores desagradables con una necesidad adicional de localizar la instalación en áreas lejanas apropiadas.

[0015] Un problema grande, entonces, se refiere también al hecho de que las tolvas no permiten el paso correcto de aire para el material en enfriamiento, lo que implica, debido a la baja conductibilidad térmica de la escoria, una transferencia lenta de calor hacia el núcleo de la masa por ser tratado, prolongando de esta manera los tiempos del proceso de reciclaje y reduciendo el porcentaje del material recuperado en forma de polvo que se puede reutilizar para la insuflación en el horno de arco. Estos problemas se resuelven parcialmente añadiendo sistemas para vibración y/o mezcla del material dentro de las tolvas. Sin embargo, aunque parcialmente resuelve el problema de la eficiencia del proceso de conversión, dichas soluciones son aún más complejas de modo constructivo porque necesitan tales sistemas de mezcla de material y surgen problemas en relación a la adhesión de escoria, donde la escoria está todavía caliente y parcialmente solidificada, tanto a las paredes de la tolva como a dichos sistemas de mezcla de material, con la necesidad consecuente de intervenciones de mantenimiento que de cualquier forma expongan a los operadores a los polvos finos que están presentes en las tolvas.

55 Objetivo de la invención

[0016] El objetivo de esta invención es suministrar una máquina, una instalación y un proceso para tratar escoria de caldero de colada que en un espacio pequeño permita un proceso de recuperación eficiente de escoria de caldero de colada, o escoria blanca, para la insuflación que sigue de la misma en hornos como un material sustituto para la cal que actúa como un desescoriante.

Concepto de la invención

[0017] El objetivo se alcanza con las características de la reivindicación principal. Las reivindicaciones dependientes representan soluciones ventajosas.

Efectos ventajosos de la invención

5 [0018] La solución según la presente invención, por la aportación considerablemente creativa, cuyo efecto constituye un progreso técnico inmediato y no despreciable, presenta ventajas desde el punto de vista del espacio requerido por la máquina para el procesamiento de la escoria de caldero de colada en su conjunto. Esta tiene efectos ventajosos debido a una recuperación eficaz y el reciclaje de la escoria se permite también en las plantas donde el espacio disponible no permite la instalación de un sistema del estado de la técnica para tratamiento de escoria y debido a que la instalación se permite en el área más adecuada de la planta para reducir en gran medida tanto el camino en relación al transporte de la escoria desde la zona de vaciado del caldero de colada como el camino en relación al transporte del material reciclado para la insuflación sucesiva en el horno. Esto también tiene una consecuencia en la reducción de los costes de instalación de los sistemas de transporte, tal como que, solo a título de ejemplo, las cintas transportadoras tienen una longitud excesiva, implicando por lo tanto un coste total inferior de la instalación en su conjunto de reciclaje de escoria de caldero de colada.

15 [0019] Además, la compactibilidad de la solución según la presente invención permite la instalación dentro de un edificio existente, lo que significa por lo tanto más beneficios desde un punto de vista económico, porque no es necesario la construcción de un edificio nuevo destinado a alojar la instalación para procesar la escoria de caldero de colada, y desde un punto de vista del espacio que necesita la instalación industrial en su conjunto.

20 [0020] Además, una reducción considerable del coste se debe al hecho de que la máquina para procesar la escoria de caldero de colada según la presente invención no requiere la construcción de estructuras metálicas y carpinterías complejas, como es necesario, por el contrario, por las plantas de reciclaje de escoria de caldero de colada del estado de la técnica, que son provistas de series compleja de grandes tolvas cerradas equipadas internamente con rejas.

25 [0021] Además, la máquina según la presente invención reduce considerablemente los problemas de las plantas de la técnica anterior en relación a la adhesión de escoria, todavía caliente y parcialmente solidificada, tanto a las paredes de la tolva como a los posibles sistemas de mezcla de material.

30 [0022] La separación y proceso de selección de los materiales contenidos en la escoria es también más eficaz con respecto a los sistemas del estado de la técnica.

35 [0023] Desde el punto de vista de la eficiencia del proceso de separación de escoria de caldero de colada, tiene lugar una separación más eficaz entre el material recuperado y los polvos finos por ser reciclados mediante insuflación en el horno.

40 [0024] Además, ventajosamente, la máquina según la presente invención reduce también la exposición de los operadores tanto a los riesgos relativos a la exposición a materiales calientes y a polvos finos que, en caso de inhalación pueden causar problemas y enfermedades respiratorias.

[0025] Además, hay ventajas medioambientales importantes tanto debido a que se elimina la necesidad de deshacerse del material de residuos y bajo el aspecto de la reducción de los polvos liberados en el medio ambiente.

45 [0026] Una ventaja económica adicional deriva del reciclaje de la escoria procesada como un material de sustitución para los materiales desescoriantes que se deberían añadir a las fases de carga de horno y que ahora se sustituyen parcial si no totalmente por el material recuperado mediante el tratamiento de escoria de caldero de colada.

50 [0027] Las ventajas en el proceso de fabricación de acero en su conjunto están también presentes debido a la mejora de las propiedades de formación de espuma de los materiales desescoriantes que provienen del reciclado de la escoria de caldero de colada con respecto a materiales desescoriantes convencionales.

Descripción de los dibujos

55 [0028] Una forma de realización práctica se describe de aquí en adelante con referencia a los dibujos incluidos, que se deben considerar como un ejemplo no limitativo de la presente invención donde:

Fig. 1 representa la máquina para procesamiento de escoria de caldero de colada hecha según la presente invención.

60 Fig. 2 representa un diagrama de bloques que muestra el método de procesamiento para escoria de caldero de colada y su reciclaje según la presente invención.

Fig. 3 representa un diagrama de bloques que muestra el proceso de fabricación de acero que integra el método para procesamiento de escoria de caldero de colada y su reciclaje según la presente invención.

65 Fig. 4 representa una vista esquemática de una planta de fabricación de acero que integra una máquina para procesamiento de escoria de caldero de colada según la presente invención.

Fig. 5 representa un detalle de la máquina para procesamiento de escoria de caldero de colada según la presente invención.

Descripción de la invención

5

[0029] La máquina para procesamiento de escoria de caldero de colada (1) según la presente invención (Fig. 1) consiste en un reactor consistente en un tambor giratorio (6) hueco internamente compuesto por una parte cilíndrica hueca internamente (15) y una parte troncocónica hueca internamente (14) con bases paralelas que tienen una base circular, donde el diámetro de la base circular mayor (28) de dicha parte troncocónica (14) es igual al diámetro de la parte cilíndrica (15), donde dicha base circular mayor (28) de dicha parte troncocónica (14) está soldada a una de las bases circulares de dicha parte cilíndrica (15), donde dicha parte cilíndrica (15) y dicha parte troncocónica (14) forman una sola pieza entre sí, donde el eje central de dicha parte cilíndrica (15) y el eje central de dicha parte troncocónica (14) con coincidentes y constituyen el eje rotacional (34) de dicho tambor giratorio (6). La base circular (29) de dicha parte cilíndrica (15) situada frente a dicha parte troncocónica (14) está cerrada mediante el acoplamiento (30) con un canal de carga fijo (3) y una cubierta de carga (2) que se puede mover entre al menos dos posiciones, donde dicho acoplamiento (30) es de tal manera que permite la rotación libre de dicho tambor giratorio (6) respecto a dicho canal de carga fijo (3) y dicha cubierta de carga (2) se puede mover entre al menos dos posiciones, de las cuales una posición es una posición abierta destinada a permitir la carga del material sobre dicho canal de carga fijo (3) y una posición cerrada destinada a sellar la toma de carga de dicho tambor giratorio (6).

20

[0030] Será evidente que aunque en la forma de realización ilustrada dicho tambor giratorio (6) se representa como que consiste en una parte cilíndrica (15) y una parte troncocónica (14), se permiten otras formas para dicho tambor giratorio, tal como una forma cilíndrica solo o solo una forma troncocónica, siendo la preferida la forma de realización ilustrada.

25

[0031] En la parte superior de la cubierta está presente una campana extractora (4) cuya función será ilustrada a continuación en la presente descripción. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica que mientras en la forma de realización ilustrada la campana extractora (4) se muestra como formando una pieza única con dicha cubierta de carga móvil (2), en una forma de realización diferente dicha campana extractora (4) puede formar una sola pieza con una parte fija del sistema de cierre de toma de carga del tambor giratorio (6) con el objetivo de ser capaz de mantener una succión eficaz de humos y polvos que provienen tanto del interior del tambor giratorio (6) como del canal de carga (3) cuando la cubierta de carga (2) está en una posición abierta.

30

[0032] Dicho tambor giratorio (6) se soporta por ruedas (33) que permiten la rotación de dicho tambor giratorio (6) sobre su eje de rotación (34).

35

[0033] En la forma de realización ilustrada el tambor giratorio se coloca de modo que el eje rotacional (34) no es paralelo con respecto al suelo, pero está inclinado por un ángulo "a" que corresponde a la mitad del ángulo de apertura del cono que corresponde a dicha parte troncocónica (14), de manera que la superficie lateral de la parte troncocónica (14) es paralela al suelo en su parte inferior. Sin embargo, será evidente que estas soluciones también se permiten con valores superiores o inferiores para el ángulo "a" en relación a la inclinación del eje de rotación (34) con respecto al suelo, así como soluciones donde la máquina (1) en su conjunto se soporta con respecto al suelo por medios destinados a permitir la variación de dicho ángulo "a" en relación a la inclinación del eje de rotación (34) con respecto al suelo tanto durante el funcionamiento de la máquina (1) cuando el tambor giratorio (6) gira, para permitir la adaptabilidad de los parámetros del método para procesar la escoria junto con la velocidad de rotación del tambor según el tipo de escoria que haya que procesar, y en las fases de mantenimiento de la máquina (1) para permitir un vaciado completo y más rápido del tambor giratorio (6).

40

45

[0034] El extremo de la parte troncocónica (14) con una base de diámetro menor se cierra por una puerta que se puede abrir (11) que gira junto con el tambor giratorio (6), donde dicha puerta cierra la boca de salida trasera (37).

50

[0035] Al menos una parte del tambor giratorio (6) y el tambor giratorio (6) en su conjunto se puede enfriar mediante un sistema de refrigeración (7) que consiste en una serie de esprays de agua pulverizada orientados sobre la capa externa del tambor giratorio (6). En la forma de realización ilustrada dicho sistema de refrigeración (7) está localizado debajo del tambor giratorio (6), donde los esprays se orientan hacia arriba. Una cubeta de recogida (8) permite la colección de agua.

55

[0036] En una forma de realización diferente, no mostrada, el sistema de refrigeración (7) puede incluso formar una sola pieza con el tambor giratorio (6), que consiste en, por ejemplo, placas de enfriamiento dentro de las cuales se obtienen conductos para la circulación de un fluido refrigerante, donde dicho fluido refrigerante se envía sucesivamente a un intercambiador térmico para disipar el calor quitado, donde dicho intercambiador se puede localizar posiblemente incluso en una posición remota respecto a dicho tambor giratorio (6), donde la conexión entre dicho intercambiador térmico y dicho sistema de refrigeración (7) ocurre por ejemplo a través de una quinta rueda que permite la conexión de usuarios hidráulicos sobre dispositivos rotativos.

60

65

En una forma de realización diferente el sistema de refrigeración (7) puede incluso omitirse, donde el enfriamiento del tambor giratorio (6) ocurre mediante convección y radiación.

5 [0037] El movimiento de rotación del tambor giratorio (6) ocurre mediante medios de control de rotación (5) que en la forma de realización ilustrada son un sistema de tracción de corona dentada que rodea el tambor giratorio (6), donde el deslizamiento ocurre, como explicado previamente, sobre guías soportadas por ruedas libres (33) montadas sobre un sistema de peso (9) hecho mediante celdas de carga.

10 [0038] Para contener los polvos generados durante el proceso la parte cónica perforada (12) está encerrada dentro de un tapón de revestimiento de pared (20) que evita la dispersión de polvo desde los agujeros calibrados (35) localizados sobre dicha parte cónica perforada (12) del tambor giratorio (6).
Dicho tapón de pared (20) está abierto solo debajo del tambor giratorio (6) para permitir la caída por gravedad del material a una cinta transportadora subyacente (10).

15 [0039] Para evitar la dispersión de polvo durante la fase de transporte, dicha cinta transportadora (10) se cierra a lo largo de su camino de transporte entero entre el punto debajo del tambor giratorio (6) y el punto de descarga inferior que se describirá a continuación en la presente descripción.

20 [0040] El funcionamiento de la máquina para tratamiento de escoria (1) ocurre (Fig. 1) por apertura de la cubierta de carga (2), introducción de la escoria del caldero de colada solidificada (17) a través del canal de carga (3). Dentro del tambor giratorio (6) tiene lugar el proceso de enfriamiento y descomposición con la separación de las partículas finas de la corteza metálica; esta transformación se ve favorecida por el movimiento estampado en el material mediante el tambor giratorio (6) y por una corriente de aire introducida en la parte cónica (14) y aspirada por la campana extractora (4) situada sobre la parte superior de la parte cilíndrica (15). El material avanza (según la dirección indicado por las flechas de la figura 1) en el tambor giratorio tanto por la gravedad debido a la inclinación de la parte cilíndrica (15) como debido al efecto de empuje dado por el material de arriba, donde el deslizamiento descendente del material se ve favorecido también por la acción de rotación continua del tambor giratorio (6). El material descompuesto (18) sale de los agujeros calibrados (35) localizados en la parte final del tambor giratorio (6) y se recoge por la cinta transportadora (10), mientras las costras metálicas permanecen dentro del tambor giratorio (6). Cíclicamente, por ejemplo, dos veces al día o con una frecuencia dependiendo del número de operaciones de carga realizadas y de la cantidad material de cada carga, las costras (19) serán extraídas abriendo la puerta (11). Ventajosamente la corriente de aire introducida en la parte cónica (14) y aspirada por la campana extractora (4) se genera por la campana extractora (4) misma que succiona aire desde el ambiente alrededor de la máquina a través de dichos agujeros calibrados (35) situados sobre dicha parte cónica perforada (12) del tambor giratorio (6). Esta solución es particularmente ventajosa porque limita el riesgo de dispersiones de posible polvo fino en el ambiente circundante, donde dichas dispersiones de polvo fino pueden ocurrir solo a través de dichos agujeros calibrados (35).
Además, de esta manera se reduce considerablemente la dispersión de polvo fino también en la cinta transportadora (10) y en los dispositivos de procesamiento situados abajo con respecto a dicha máquina de
40 tratamiento de escoria (1).

[0041] El movimiento de la escoria del caldero de colada (17) dentro del tambor giratorio (6) se ve favorecido además (Fig. 5) por cuchillas circunferenciales apropiadas (38) situadas en la superficie interna de dicho tambor giratorio (6).

45 Dichas cuchillas (38) pueden tener forma recta o inclinada o helicoidal.
También son posibles soluciones mixtas, en las que algunas cuchillas tienen forma recta y algunas cuchillas están inclinadas o con forma helicoidal. La presencia de cuchillas circunferenciales que tienen forma inclinada o helicoidal con respecto a la dirección circunferencial por ejemplo por un ángulo mayor al ángulo "a" en relación a la inclinación de dicho tambor giratorio (6) también permite la elevación del material dentro del tambor giratorio (6) mediante la inversión del movimiento de rotación del mismo, donde esta disposición permite una flexibilidad superior del proceso que se puede repetir para un número determinado de ciclos hasta que se obtiene la calidad final deseada.

50 [0042] En general, por lo tanto, la máquina para tratamiento de escoria de caldero de colada según la presente invención incluye un tambor giratorio (6) soportado por ruedas libres (33) que permiten su rotación sobre su eje de rotación (34), donde el soporte de suelo de dichas ruedas libres (33) comprende un sistema de peso (9) hecho mediante celdas de carga, donde la rotación de dicho tambor giratorio (6) ocurre mediante medios de control de rotación (5), donde dicho tambor giratorio (6) es internamente hueco, donde una base circular de dicho tambor giratorio (6) es la boca de salida trasera (37) que se cierra mediante una puerta que se puede abrir (11) formando una sola pieza con dicho tambor giratorio (6) y donde la otra base circular (29) de dicho tambor giratorio (6) es la boca de carga del material por ser tratado que se cierra por una cubierta de carga (2) que se puede mover entre al menos dos posiciones, de las cuales una posición es una posición abierta destinada a permitir la carga de material y una posición cerrada destinada a sellar dicho tambor giratorio (6), donde dicho eje de rotación (34) está inclinado por un ángulo "a" con respecto al suelo, donde la capa exterior de dicho tambor giratorio (6) se enfría mediante convección y radiación, donde dicho tambor giratorio (6) comprende agujeros calibrados (35) en correspondencia con la parte cerca de dicha boca de salida trasera (37), donde la escoria del caldero de colada (17) se introduce a través de dicha base circular (29) de introducción en el tambor giratorio (6) y donde se permite
65

la descomposición mediante el movimiento impreso por dicho tambor giratorio (6), y enfría y la corriente de aire introducida en correspondencia con dicha boca de salida trasera (37) y aspirada mediante dicha campana extractora (4) por dichos agujeros calibrados (35), donde el material tratado avanza en dicho tambor giratorio (6) tanto por efecto de gravedad y como debido al efecto de empuje dado por el material de arriba, donde el deslizamiento descendente del material se ve favorecido también por la acción de rotación continua del tambor giratorio (6) y por cuchillas circunferenciales (38) situadas en correspondencia con al menos una parte de la superficie interna de dicho tambor giratorio (6), donde el material descompuesto (18) sale de dichos agujeros calibrados (35) y las costras (19) se extraen abriendo la puerta (11).

[0043] El sistema de peso (9) proporciona las indicaciones en relación al progreso del ciclo de tratamiento, porque, controlando el peso del material contenido dentro del tambor giratorio (6) que disminuye progresivamente, empezando desde el momento de la carga inicial, se individualiza el extremo del proceso de recuperación del material separado, por ejemplo, cuando la reducción de peso medido se detiene o cuando la tendencia a la reducción de peso se estabiliza en valores particularmente bajos. Además, el sistema de peso (9) proporciona las indicaciones relacionadas con la cantidad de material restante dentro del tambor giratorio (6) en forma de costras (19) y, por lo tanto, también proporciona indicaciones sobre la necesidad de extraer dichas costras (19) abriendo la puerta (11).

Considerando la planta entera para la recuperación y reciclaje del material separado mediante la máquina de tratamiento de escoria de caldero de colada (1) según la presente invención (Fig. 4) la escoria de caldero de colada (31) (27) se vierte sobre un lecho (32) de material en tamaño que actúa como soporte y excluye fenómenos con respecto a la adhesión al suelo. Después de la solidificación, por ejemplo, después de tres o cuatro fundiciones, la escoria (31) y parte del material que constituye el lecho (32) son evacuados, por ejemplo mediante un arrancador mecánico y se introducen en el tambor giratorio (6), donde ocurre la separación, tal y como se ha descrito anteriormente. Las costras (19) se usan como un material de carga para el horno (25) junto con otros materiales, por ejemplo, en forma de desechos metálicos (no representado). El material descompuesto (18) extraído a través de los agujeros calibrados del tambor giratorio (6) se transporta mediante la cinta transportadora cerrada (10) a un separador magnético (22) que permite una recuperación de material metálico adicional que se puede usar a su vez sucesivamente como material de carga para el horno (25).

[0044] El material restante, que consiste esencialmente en óxidos de magnesio y calcio, junto con otros compuestos, se envía a un tamiz vibratorio (23). Después de la operación del tamiz vibratorio, sale un material cribado, por ejemplo, con un tamaño del material seleccionado menor que 6 mm, que constituye una mezcla básica que se almacena en silos (24) para la introducción sucesiva en el horno (25) como un material que reemplaza parcial o totalmente la cal en el proceso con respecto a la fabricación de acero en el horno de arco eléctrico que actúa como un material de escoria. El material cribado que sale de la operación del tamiz vibratorio, por ejemplo, con un tamaño del material seleccionado entre 6 y 100 mm, se recicla para formar el lecho (32) sobre el que se vierte la escoria caliente (31) desde el caldero de colada (27). Desde los silos de almacenamiento (24) la mezcla básica se puede insuflar en el horno (25), cuando sea necesario, por ejemplo, bajo la escoria, mediante un sistema neumático provisto de lanzas. Periódicamente tendrá lugar un paso desde el horno a un caldero de colada vacío, donde el caldero de colada se envía posiblemente a un horno de refinación (26). Desde el caldero de colada (27) se pasará el acero fundido (36), por ejemplo, a una máquina de colada (no mostrada) y al final del colado, la escoria (31) permanecerá dentro del caldero de colada (27) junto con posos de acero fundido. En este punto el caldero de colada (27) se envía nuevamente a la zona de la fase de vaciado de la escoria (31) desde el caldero de colada (27) al lecho (32), cerrando el ciclo de bucle del proceso que se iniciará nuevamente con una carga nueva en el tambor giratorio (6).

[0045] Los humos aspirados por la campana extractora (4) se envían en cambio a un filtro (21) para la recuperación de polvos finos, evitando su dispersión en el medio ambiente.

[0046] La velocidad y la dirección de rotación del tambor giratorio (6) y la inclinación del tambor giratorio (6), si se proporciona un sistema de ajuste de la inclinación del tambor giratorio (6), se pueden controlar según el tipo de escoria que haya que tratar, tal como la composición química y la cantidad de residuos y costras metálicas, temperatura de carga de la escoria introducida en el tambor giratorio (6), temperatura interna del tambor giratorio (6) detectada mediante sensores térmicos (no representados), peso del material contenido dentro del tambor giratorio (6) detectado mediante el sistema de pesaje (9), grado deseado más o menos preciso y/o rápido de selección del material, etc.

[0047] El método de tratamiento de escoria de caldero de colada según la presente invención ocurre (Fig. 2) según los pasos siguientes:

- Vaciar el material de residuo presente en el caldero de colada en un lecho consistente en materiales reciclados;
- Solidificación al menos parcial del material de residuo vertido;
- Introducción del material solidificado al menos parcialmente dentro de un ambiente confinado consistente en un tambor rotativo;

- descomposición y desintegración del material de residuo dentro del ambiente confinado consistente en el tambor giratorio que enfría el material producido mediante una corriente de aire aspirada desde el ambiente externo y por un posible sistema de refrigeración de dicho tambor giratorio;
- 5 - separar la parte pulverulenta y costras metálicas del material de residuo mediante rotación de dicho material de residuo dentro de dicho ambiente confinado consistente en el tambor giratorio;
- transportar la parte pulverulenta de una forma cerrada y controlada con respecto al ambiente circundante;
- recuperación de las costras metálicas del material de residuo para reciclarlas posteriormente dentro del horno;
- 10 - separar la fracción ferrosa que tiene menor tamaño mediante separación magnética para reciclarla posteriormente dentro del horno;
- separar mediante tamiz vibratorio las piezas con un tamaño mayor que la inyectable para obtener el material para el lecho de material reciclado y separación del material inyectable;
- transportar el material inyectable de una forma cerrada y controlada con respecto al ambiente circundante;
- 15 - posible almacenamiento del material inyectable;
- insuflación del material inyectable en el horno.

[0048] El proceso global de fabricación de acero incluyendo el método de tratamiento de escoria de caldero de colada según la presente invención ocurre (Fig. 3) según los pasos siguientes:

- 20 - Vaciado del material de residuo presente en el caldero de colada en un lecho consistente en materiales reciclados;
- solidificación al menos parcial del material de residuo vertido;
- introducción del material solidificado al menos parcialmente dentro de un ambiente confinado consistente en un tambor giratorio;
- 25 - descomponer y desintegrar el material de residuo dentro del ambiente confinado consistente en el tambor giratorio que enfría el material producido mediante una corriente de aire aspirada desde el ambiente externo y por un posible sistema de refrigeración de dicho tambor giratorio;
- separación de la parte pulverulenta y costras metálicas del material de residuo mediante rotación de dicho material de residuo dentro de dicho ambiente confinado consistente en el tambor giratorio;
- 30 - Transporte de la parte pulverulenta de una forma cerrada y controlada con respecto al ambiente circundante;
- recuperación de las costras metálicas del material de residuo para reciclarlas posteriormente dentro del horno;
- separación de la fracción ferrosa que tenga menor tamaño mediante separación magnética para reciclarla posteriormente dentro del horno;
- 35 - separación mediante tamiz vibratorio de las piezas con un tamaño mayor que la inyectable para obtener el material para el lecho de material reciclado y separación del material inyectable;
- transporte del material inyectable de una forma cerrada y controlada con respecto al ambiente circundante;
- 40 - posible almacenamiento del material inyectable;
- insuflación del material inyectable en el horno;
- adición de los restos y aditivos al horno;
- tratamiento en el horno para obtener la composición de acero deseado;
- 45 - paso del acero desde el horno al caldero de colada;
- tratamiento y reciclaje de la escoria de horno o escoria negra;
- refinación de la composición en el horno de caldero de colada;
- paso del acero desde el caldero de colada para colar el acero;
- repetición de los pasos precedentes.

50 [0049] Como se puede entender de la descripción precedente de los métodos de tratamiento de escoria de caldero de colada y de los procesos de fabricación de acero que a su vez, además del método de tratamiento de escoria de caldero de colada o escoria blanca, también proporciona el método de tratamiento de escoria de horno o escoria negra, la presente invención permite una solución eficaz al problema del reciclaje de escoria producida por las plantas de acero con el objetivo de reducir hasta la supresión completa la producción de escoria que se envía a un vertedero. Ventajosamente, la presente invención proporciona una solución compacta, nueva e inventiva al problema de tratamiento de escoria de caldero de colada o de escoria blanca, que permite su aplicación también a los casos en los que el espacio disponible en la planta no permite el establecimiento de una instalación de tratamiento de escoria del estado de la técnica.

60 [0050] Además, siempre debido al carácter compacto de la solución según la presente invención, el establecimiento de la máquina de tratamiento de escoria y de la instalación relativa como conjunto puede ocurrir en la zona más apropiada para reducir la longitud de los caminos de transporte del material de residuo de los calderos de colada desde el sitio de vaciado de caldero de colada a la máquina/instalación para tratamiento y la longitud de los caminos que se van a cubrir por el material tratado después del tratamiento. Esto, además de que tiene una consecuencia inmediata en los costes globales de la instalación de tratamiento, debido a la reducción de los sistemas de transporte necesarios y/o su longitud, también tiene grandes beneficios desde el punto de vista medioambiental y

de salud del operador debido a la reducción de la dispersión de polvo en el ambiente, que podría ocurrir sobre todo durante la fase de transporte del material que se va a tratar. La solución según la presente invención, de hecho, debido a su carácter compacto con respecto a las plantas del estado de la técnica, permite la instalación en la correspondencia con el sitio en el que ocurre el vaciado de caldero de colada, eliminando de hecho la necesidad de transportar el material que va a ser tratado

[0051] Además, la disposición de la instalación de reciclaje según la presente invención también permite una posición óptima de los dispositivos situados abajo con respecto a la máquina de tratamiento de escoria de caldero de colada (1) según la presente invención, eliminando la necesidad de caminos de transporte del material tratado que se va a enviar al horno.

[0052] Hacer la instalación en correspondencia con el sitio en el que tiene lugar la fase de vaciado de caldero de colada, donde dicha instalación se puede hacer además dentro de un edificio existente, lo que significa por lo tanto otros beneficios desde el punto de vista económico.

[0053] Además, también hay una reducción considerable de coste, porque la máquina de tratamiento de escoria de caldero de colada según la presente invención no requiere la construcción de carpinterías y estructuras metálicas complejas como, por otro lado, se requiere por las plantas de reciclaje de escoria de caldero de colada de la técnica anterior que son provistas de series compleja de tolvas cerradas grandes provistas internamente de rejillas.

[0054] Además, la máquina según la presente invención reduce considerablemente los problemas de las plantas de la técnica anterior en relación a la adhesión de la escoria, todavía caliente y parcialmente solidificada, porque, estando el tambor giratorio (6) en rotación continua durante el tratamiento, se evitan los fenómenos de adhesión a las paredes internas sin que sean necesarios otros dispositivos de mezcla de material como requeridos por las tolvas de las plantas de tratamiento de la técnica anterior.

[0055] También el proceso de separación y de selección de los materiales contenidos en la escoria es más eficaz con respecto a los sistemas del estado de la técnica, debido a que la rotación continua del tambor giratorio produce una rotación continua del material contenido que sufre impactos continuos con otros materiales y con las paredes internas del tambor giratorio (6), lo que favorece una reducción más eficaz del tamaño del material tratado, una separación más eficaz del material y también una mejor descomposición del mismo debido a la mezcla interna continua y constante que permite un enfriamiento apropiado y exposición a la corriente de aire interna producida por la campana extractora (4).

[0056] Nuevamente, desde el punto de vista de eficiencia del método de la separación de la escoria de caldero de colada según la presente invención, ocurre una separación más eficaz de las costras y de los polvos finos a partir del material recuperado en la cinta transportadora con respecto a los sistemas del estado de la técnica, debido a que la mezcla continua del material expuesto simultáneamente a la corriente de aire interna producida por la campana extractora (4) permite la recuperación de todos los polvos finos, a diferencia de los sistemas del estado de la técnica donde una parte sustancial de los polvos finos se transporta de cualquier forma con el material recuperado debido a que los polvos finos permanecen retenidos entre el material de mayor tamaño transportado al interior de la tolva.

[0057] Además, las cuchillas (38) aumentan el efecto de mezcla de material, lo que favorece el impacto causando la rotura del material en partes más pequeñas y que se pueden reciclar fácilmente, favoreciendo también la descomposición y el proceso de recuperación de polvo fino.

[0058] La descripción de esta invención se ha hecho con referencia a las figuras que comprende, mostrando una forma de realización preferida de la invención misma, pero serán evidentes de forma inmediata a los expertos en la técnica muchas posibles alteraciones, modificaciones y variaciones, en vista de la descripción precedente. Por tanto, se debe entender que la invención no está limitada por la descripción precedente, sino que comprende todas estas alteraciones, modificaciones y variaciones conforme al espíritu y alcance de las reivindicaciones anexas.

Nomenclatura usada

[0059] Con referencia a a los números de identificación proporcionados en las figuras anexas, se ha usado la siguiente nomenclatura:

1. Máquina de tratamiento de escoria de caldero de colada
2. Cubierta de carga
3. Canal de carga
4. Campana extractora
5. Medios de control de rotación
6. Tambor giratorio
7. Sistema de refrigeración

- 8. Cubeta de recogida
- 9. Sistema de pesaje
- 10. Cinta transportadora
- 11. Puerta
- 5 12. Parte troncocónica perforada
- 13. Parte troncocónica cerrada
- 14. Parte troncocónica
- 15. Parte cilíndrica
- 16. Rampa de carga
- 10 17. Material para ser tratado o material cargado o escoria
- 18. Material extraído o material descompuesto
- 19. Costras extraídas
- 20. Tapón de pared
- 21. Filtro
- 15 22. Separador magnético
- 23. Dispositivo de cribado
- 24. Silos
- 25. Horno
- 26. Horno de refinación u horno de caldero de colada
- 20 27. Caldero de colada
- 28. Base mayor de la parte troncocónica
- 29. Base Circular
- 30. Acoplamiento
- 31. Escoria
- 25 32. Lecho
- 33. Ruedas
- 34. Eje de rotación
- 35. Agujeros calibrados
- 36. Acero fundido
- 30 37. Boca de salida trasera
- 38. Cuchilla

REIVINDICACIONES

1. Método de tratamiento de escoria de caldero de colada (27) que incluye los pasos siguientes:

- 5 - vaciar el material de residuo presente en el caldero de colada (27) en un lecho (32) consistente en materiales reciclados tamizados recuperados de la escoria;
 - solidificación al menos parcial del material de residuo vertido;
 - introducción del material solidificado al menos parcialmente dentro de un ambiente confinado consistente en un tambor giratorio (6);
 10 incluyendo el método además los pasos siguientes
 - descomponer y desintegrar el material de residuo dentro del ambiente confinado consistente en el tambor giratorio (6) que enfría el material producido mediante una corriente de aire;
 - separar la parte pulverulenta y costras metálicas (19) del material de residuo mediante rotación de dicho material de residuo dentro de dicho ambiente confinado consistente en el tambor giratorio (6), donde el método está
 15 **caracterizado por el hecho de que** el material (18) descompuesto proviene de agujeros calibrados (35) localizados en la parte terminal de dicho tambor giratorio (6), las costras metálicas permanecen en el interior de dicho tambor giratorio (6)
 - transportar la parte pulverulenta de una forma cerrada y controlada con respecto al ambiente circundante;
 - recuperación de las costras metálicas (19) del material de residuo para posteriormente reciclarlas dentro de un
 20 horno EAF (25);
 - separar la fracción ferrosa que tiene un tamaño menor mediante separación magnética para posteriormente reciclarla dentro de dicho horno EAF (25);
 - separar mediante tamiz vibratorio (23) las piezas con un tamaño mayor que el inyectable para obtener el material para el lecho de material reciclado (32) y separación del material inyectable;
 25 - transporte del material inyectable en forma cerrada y controlada con respecto al ambiente circundante;
 - insuflación del material inyectable en dicho horno EAF (25);
 dicho método incluye además una fase de almacenamiento del material inyectable antes de la fase relativa a la insuflación de dicho material en dicho horno EAF (25) donde dicho paso de descomposición y desintegración del
 30 material de residuo dentro del ambiente confinado en que consiste el tambor giratorio (6) que enfría el material producido mediante una corriente de aire ocurre mediante aire aspirado desde el ambiente externo por una campana extractora (4) a través de agujeros calibrados (35) localizados en la parte terminal de dicho tambor giratorio (6) y por un posible sistema de refrigeración (7) de dicho tambor giratorio (6), donde dicha corriente aspirada desde el ambiente externo recupera polvos finos y evita su dispersión en el medio ambiente.

- 35 2. Tambor giratorio (6) para tratamiento de escoria de caldero de colada soportado por ruedas intermedias (33) que permiten su rotación sobre su eje de rotación (34), donde la rotación de dicho tambor giratorio (6) ocurre mediante medios de control de rotación (5), donde dicho tambor giratorio (6) es hueco en su interior, donde una base circular de dicho tambor giratorio (6) es la boca de salida trasera (37) que está cerrada mediante una puerta que se puede abrir (11) en una sola pieza con dicho tambor giratorio (6) y la otra base circular (29) de dicho tambor
 40 giratorio (6) es una boca de carga del material que va a ser tratado que se cierra por una cubierta de carga (2) móvil entre al menos dos posiciones, de las que una posición es una posición abierta destinada a permitir la carga del material y una posición cerrada destinada a sellar dicho tambor giratorio (6), donde dicho eje de rotación (34) está inclinado por un ángulo "a" con respecto al suelo, donde la capa exterior de dicho tambor giratorio (6) se enfría mediante convección y radiación, donde dicho tambor giratorio (6) comprende dichos agujeros calibrados (35) en correspondencia con la parte cerca de dicha boca de salida trasera (37), donde la escoria de caldero de colada (17) se introduce a través de dicha base circular (29) de introducción en el tambor giratorio (6) y se permite su descomposición mediante el movimiento impreso por dicho tambor giratorio (6), donde el material procesado avanza en dicho tambor giratorio (6) tanto por efecto de la gravedad como debido al efecto de empuje dado por el material de arriba, donde el deslizamiento descendente del material se ve favorecido también por la acción de rotación continua del tambor giratorio (6) y por cuchillas circunferenciales (38) situadas en correspondencia con al menos una parte de la superficie interna de dicho tambor giratorio (6), donde el material descompuesto (18) viene de dichos agujeros calibrados (35), las costras (19) se extraen abriendo la puerta (11), **caracterizado por el hecho de que** el soporte de la base de dichas ruedas libres (33) comprende un sistema de peso (9) hecho mediante células de carga y además está **caracterizado por el hecho de que** la parte de dicho tambor giratorio (6) sobre
 55 la que están presentes dichos agujeros calibrados (35) está encerrada dentro de un tapón de revestimiento de pared (20), donde dicho tapón de pared solo se ve interrumpido por la parte inferior de dicho tambor giratorio (6), donde dicha corriente de aire introducida en correspondencia con dicha boca de salida trasera (37) es aspirada mediante dicha campana extractora (4) por dichos agujeros calibrados (35), dicha corriente de aire aspirada desde el ambiente externo recupera polvos finos y evita su dispersión en el medio ambiente.

- 60 3. Tambor giratorio según la reivindicación 2 y adecuado para la realización del método según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** este incluye un sistema de refrigeración (7) que enfría al menos una parte de la capa de dicho tambor giratorio (6).

- 65 4. Tambor giratorio según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3 **caracterizado por el hecho de que** dicho tambor giratorio (6) consiste en una parte cilíndrica internamente hueca (15) y una parte troncocónica internamente

- 5 hueca (14) con bases paralelas que tienen una base circular, donde el diámetro de la base circular mayor (28) de dicha parte troncocónica (14) es igual al diámetro de la parte cilíndrica (15), donde dicha base circular mayor (28) de dicha parte troncocónica (14) está soldada a una de las bases circulares de dicha parte cilíndrica (15), donde dicha parte cilíndrica (15) y dicha parte troncocónica (14) forman una sola pieza entre sí, de forma que el eje central de dicha parte cilíndrica (15) y el eje central de dicha parte troncocónica (14) coinciden y constituyen el eje de rotación (34) de dicho tambor giratorio (6).
- 10 5. Tambor giratorio según la reivindicación 2, **caracterizado por el hecho de que** dicho ángulo "a" en relación a la inclinación de dicho eje de rotación (34) con respecto al suelo, es igual a la mitad del ángulo de apertura del cono que corresponde con dicha parte troncocónica (14), donde la superficie lateral de la parte troncocónica (14) es paralela al suelo en su parte inferior.
- 15 6. Tambor giratorio según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 a 5 **caracterizado por el hecho de que** este incluye una campana extractora (4) situada en la parte superior y cerca de dicha base circular (29) para la carga del material.
- 20 7. Tambor giratorio según la reivindicación 6 **caracterizado por el hecho de que** dicha campana extractora (4) se coloca en la parte superior y forma una sola pieza con dicha cubierta de carga (2).
- 25 8. Tambor giratorio según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 a 4, 6 a 7 **caracterizado por el hecho de que** el tambor giratorio (1) en su conjunto está soportado por medios destinados a permitir la variación de dicho ángulo "a" en relación a la inclinación del eje de rotación (34) con respecto al suelo, donde la variación de inclinación es función del tipo y cantidad de la escoria por ser procesada, de las señales de dicho sistema de peso (9), del grado deseado más o menos preciso de selección de material.
- 30 9. Máquina de tratamiento de escoria de caldero de colada según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 a 8, **caracterizada por el hecho de que** dichos medios de control de rotación (5) son un sistema de tracción de corona dentada que rodea el tambor giratorio (6).
- 35 10. Tambor giratorio según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 a 9 **caracterizado por el hecho de que** la velocidad de rotación del tambor giratorio (6) es variable según el tipo y cantidad de la escoria por ser tratada, las señales de dicho sistema de peso (9), el grado deseado más o menos preciso de selección del material.
- 40 11. Instalación de tratamiento de escoria de caldero de colada adecuada para la realización del método según la reivindicación 1 **caracterizada por el hecho de que** esta incluye un tambor giratorio (1) para tratamiento de escoria de caldero de colada según la reivindicación 2, donde dicha instalación incluye un acoplamiento (30) entre dicho tambor giratorio (6) y un canal de carga fija (3), donde dicho acoplamiento (30) es tal que permite la rotación libre de dicho tambor giratorio (6) respecto a dicho canal fijo de carga (3), al menos una cinta transportadora subyacente (10) situada debajo de dicho tambor giratorio (6) en correspondencia con dichos agujeros calibrados (35), donde dicha cinta transportadora (10) es una cinta transportadora cerrada a lo largo de al menos una parte de su camino de transporte entre el punto debajo del tambor giratorio (6) y el punto de descarga de abajo, un separador magnético (22), un tamiz vibratorio (23), donde dicha instalación incluye además silos (24) para el almacenamiento del material procesado, donde los humos aspirados por dicha campana extractora (4) se envían a un filtro (21) para la recuperación de polvos finos, evitando su dispersión en el medio ambiente.
- 45

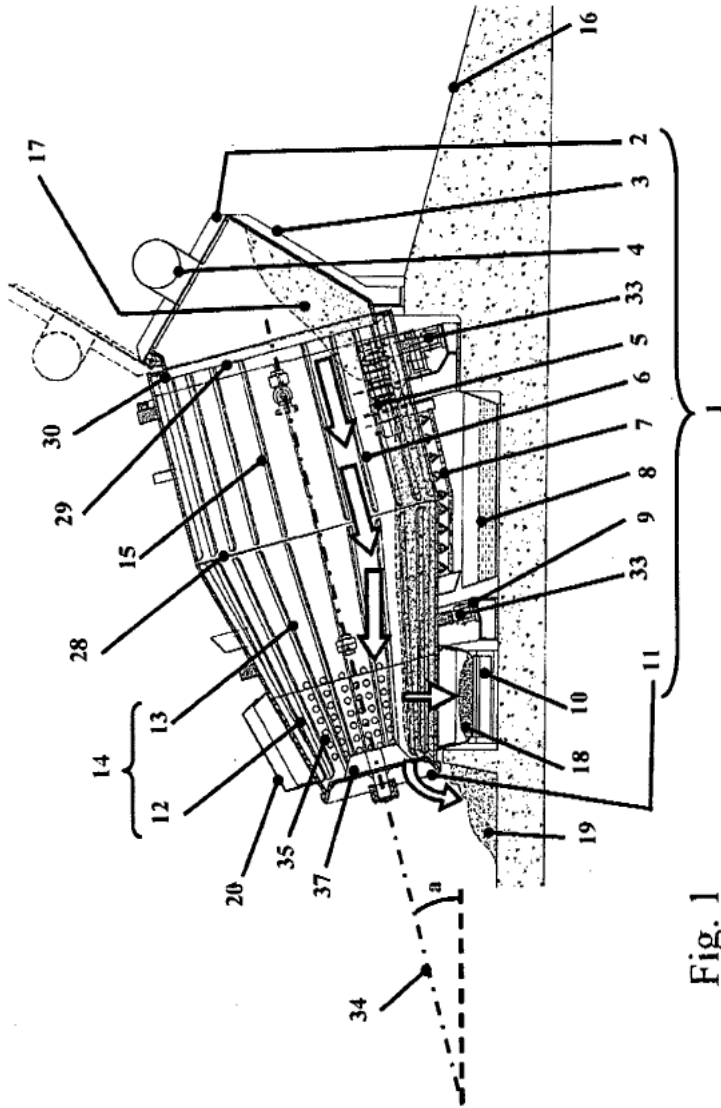


Fig. 1

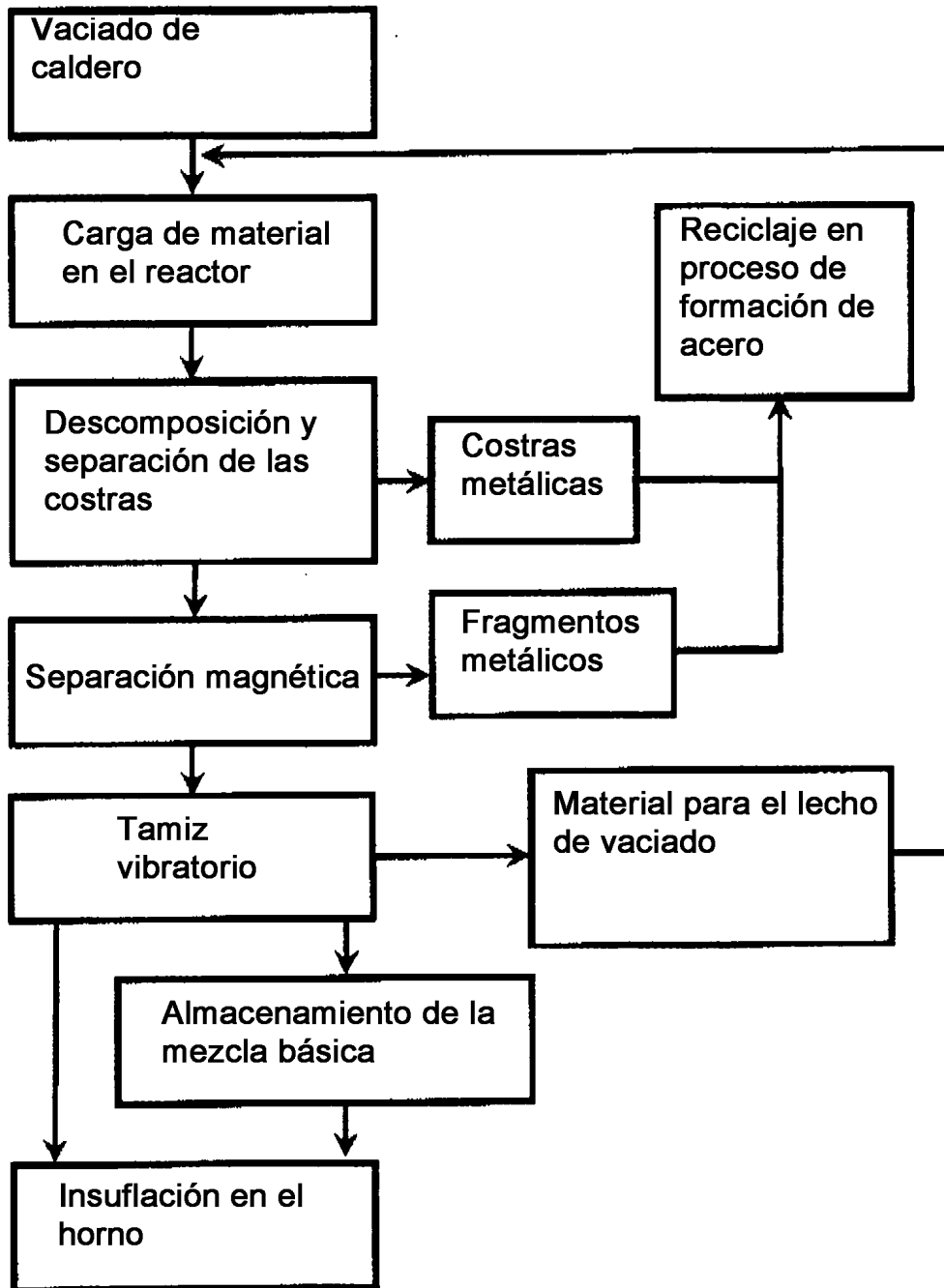


Fig. 2

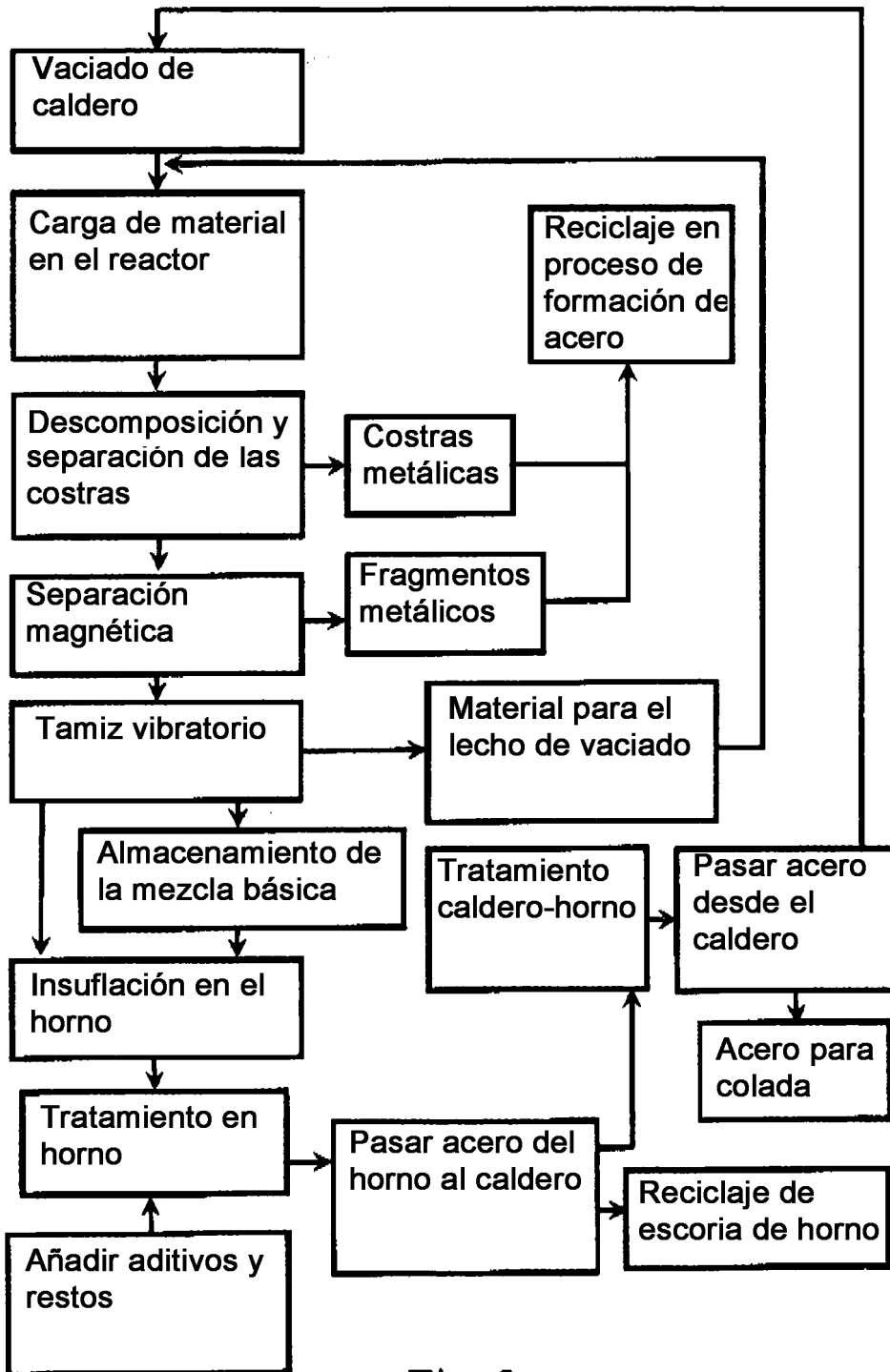


Fig. 3

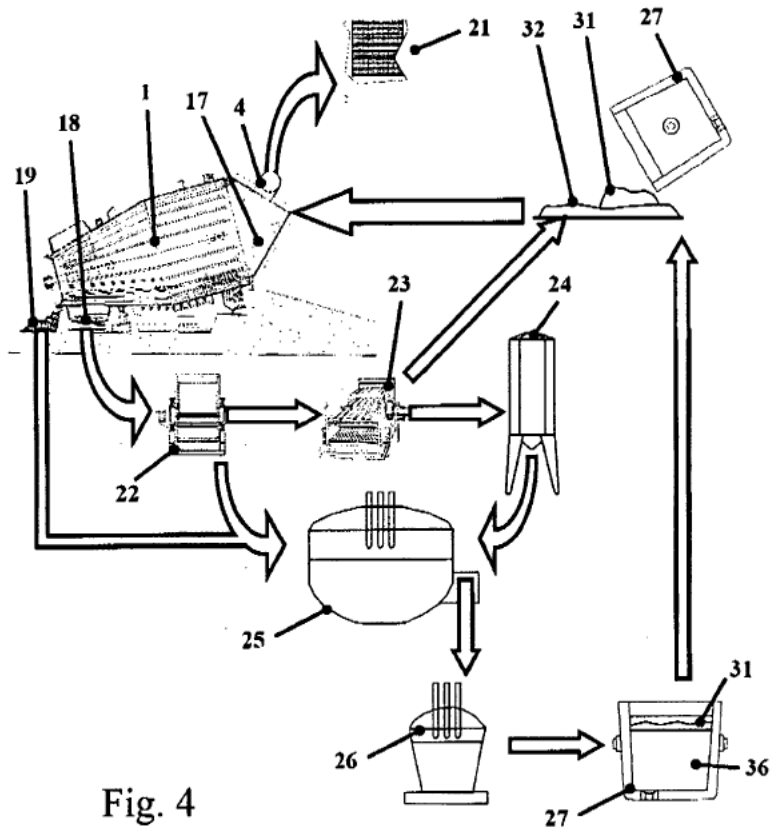


Fig. 4

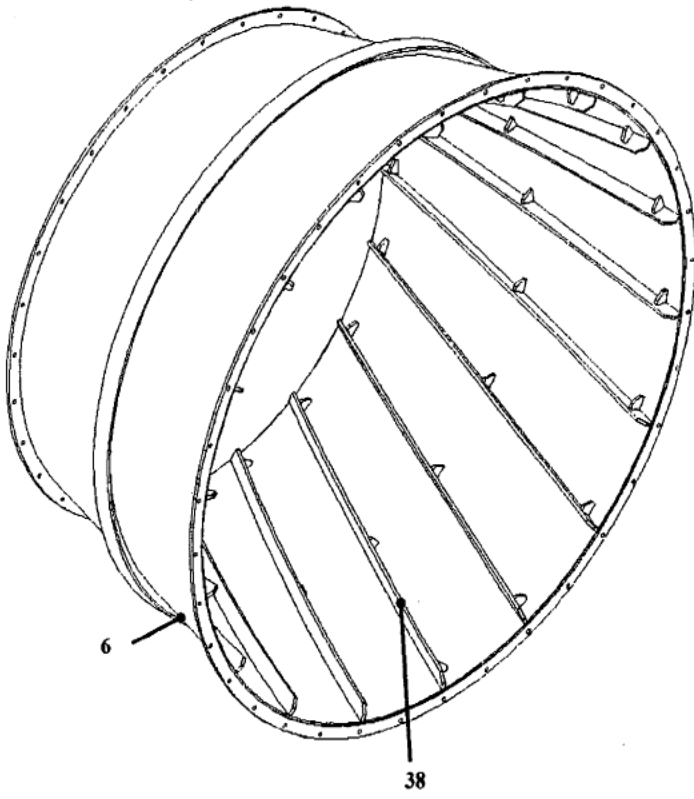


Fig. 5