

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 300**

51 Int. Cl.:

F27B 3/08 (2006.01)

F27B 3/18 (2006.01)

F27B 3/26 (2006.01)

F27D 17/00 (2006.01)

C21C 5/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.03.2010 PCT/IB2010/051022**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.09.2010 WO10106466**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2010 E 10713716 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2409101**

54 Título: **Instalación de producción de acero**

30 Prioridad:

18.03.2009 DE 102009001646

18.09.2009 DE 102009029617

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

26.11.2018

73 Titular/es:

**DAOU, RAFIC BOULOS (100.0%)
El Kalaa Street Rafic Daou Bldg. 3rd and 4th Floor
25 Bdadoum, District of Aley, LB**

72 Inventor/es:

DAOU, RAFIC BOULOS

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 691 300 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

Instalación de producción de acero

Antecedentes de la invención:**Campo de la invención:**

5 La presente invención se refiere a una instalación de producción de acero y a un procedimiento de fabricación de acero sin interrupción o al menos cíclico en dicha instalación, que comprende al menos un horno de arco eléctrico (EAF) para fundir ininterrumpidamente o al menos cíclicamente materiales de carga como piezas de chatarra de hierro desmenuzadas en particular. La presente invención se refiere también a un procedimiento de fabricación de acero y a un procedimiento que utiliza energía eléctrica en el mismo.

10 **Estado de la técnica:**

El acero puede, por un lado, hacerse de mineral de hierro y de hierro fundido a través de la ruta de alto horno y convertidor. Sin embargo, con respecto a la eficiencia energética es, por otro lado, más ventajoso producir acero principalmente fundiendo piezas de chatarra de hierro en el horno de arco eléctrico, que sigue siendo el material de carga más utilizado en todo el mundo para los hornos de arco eléctrico.

15 *Fabricación de acero en horno de arco eléctrico (EAF):*

En el procedimiento de horno de arco eléctrico común, la energía eléctrica y química se utiliza para la fusión cíclica del material de carga. Durante este procedimiento, una gran parte de la energía total se transforma en energía térmica lo que implica la fusión del material insertado. El calor por encima del arco eléctrico, que quema entre el electrodo y el material de carga, se transfiere al material de carga principalmente por radiación.

20 Como en todos los procedimientos de fundición, una masa de tipo óxido se produce en este procedimiento, la escoria, que debido a su menor peso específico flota en la parte superior del acero fundido y a la que se transfieren los elementos secundarios no deseados separados del material fundido.

25 Un procedimiento de fundición cíclica toma hoy en día normalmente entre 30 y 60 minutos (dependiendo del transformador y del material de carga). Después del procedimiento de fundición sigue el denominado sangrado, lo que significa que el acero líquido se sangra en una cuchara de acero y en el transcurso de la metalurgia secundaria, se refina y funde con más adiciones de aleación de acuerdo con las demandas de los clientes. El tiempo entre dos sangrados de acero se define a continuación como ciclo de un procedimiento de fundición.

30 Para el grado de pureza del acero y su calidad de fundición es importante, que durante el sangrado en la cuchara haya tan poca escoria como sea posible o que no fluya ninguna escoria a lo largo de la misma. A fin de evitar esto, ha sido una práctica común, al principio y antes del sangrado del acero fluente, descargar la escoria fuera del horno en un cubo de escoria y colar el acero fundido por separado de la misma en la cuchara.

35 Los hornos de arco eléctrico más antiguos están diseñados para proporcionar, para la descarga separada de la escoria y el acero, dos aberturas dispuestas en la pared del horno en lados opuestos y a diferentes niveles, cuyas aberturas pueden cerrarse y controlarse generalmente por medio de un sistema de tapón o de manera más moderna por medio de un sistema de guías. A los efectos de una descarga fiable separada de la escoria y el acero, el horno completo se ha hecho pivotar a la respectiva abertura para la descarga, lo que significa, en primer lugar a una posición de escoria de entre 10° y 15° hacia la abertura de descarga de escoria dispuesta en un mayor nivel y después, a una posición de sangrado de aproximadamente 45° hacia la abertura de sangrado de acero dispuesta en un nivel inferior.

40 Con el fin de hacer que sea posible reducir o simplificar al menos parcialmente la demanda de los mecanismos pivotantes para el horno, se ha sugerido cambiar la posición de la abertura de sangrado de acero de la pared lateral del horno a la parte inferior del horno. Como en todos los casos de flujo de entrada y flujo de salida por debajo de una superficie de líquido, pueden aparecer vórtices, que debido a su movimiento circular hacia abajo o en espiral pueden tener un efecto no deseado de arrastrar a lo largo de las piezas de escoria.

45 Para evitar esto, se conoce comúnmente que un cierto resto de escoria y/o un determinado sumidero de acero, permanece como cantidad tan mínima (aproximadamente el 15 % del volumen del horno) en el horno, cantidad que es al mismo tiempo favorable para continuar sin perturbaciones la reducción por fundición cíclicamente continuada.

50 Desde entonces, se ha convertido en una característica común de los hornos de arco eléctrico modernos, que la abertura de sangrado de acero se disponga en la parte inferior del horno entre el centro del horno y la pared del horno. El denominado sangrado inferior excéntrico (EBT) tiene el efecto, de que el horno ahora necesita inclinarse unos pocos grados solamente (hasta 15° grados máximo), eso significa que, al principio, se descarga la escoria, hacia la abertura de descarga de escoria todavía dispuesta en la pared del horno y, a continuación, por el sangrado del acero líquido, hacia la abertura de pestaña de acero dispuesta excéntricamente en la parte inferior del horno. Esto implica ventajas con respecto al volumen y el enfriamiento del horno. Además, el problema de la escoria

desplazándose a lo largo se reduce por este tipo de sangrado de acero.

Si - como es normalmente el caso con hornos de arco eléctrico modernos - durante el procedimiento de fundición, especialmente por medio de las denominados lanzas de refino, se añade oxígeno ("refinación") y carbono, en la superficie de la mayoría de acero tipos emerge una espuma de escoria, que se compone principalmente de gases cerrados.

Incluso las escorias de espuma se pueden eliminar de la manera clásica. Sin embargo, es una práctica muy común, disponer la abertura de descarga de escoria a un nivel en altura en relación con el baño de fundición, que se define o se puede definir por un sistema de corredera, de tal manera que un rebosamiento de la escoria espumosa pueda drenarse de acuerdo con el principio de desbordamiento, excediendo después por tanto un límite de capacidad, tan pronto como el baño de fundición ha alcanzado un cierto nivel, con lo que las interrupciones causadas por la eliminación de la escoria durante el procedimiento de fundición se evitan ventajosamente, al final del que el sangrado de acero clásico a través de EBT tiene lugar de nuevo.

A los efectos de alcanzar una productividad tan alta como sea posible para el horno de arco eléctrico, siempre se ha intentado hasta ahora para fundir lo más rápido posible, agregar tanta energía eléctrica como sea posible durante todo el período de fundición y hacer pausas o entre intervalos sin suministro de energía lo más corto posible. Esto es, porque mientras más corto es el intervalo entre dos procedimientos de sangrado, más flexible es la acería en cuanto a su estructura de la producción. A ello contribuyen, entre otras cosas, también los electrodos de 800 mm que se introdujeron en el mercado hace unos años, lo que permite mayores intensidades de corriente y sangrados más rápidos. Por lo tanto, en hornos de arco eléctrico modernos, un arco eléctrico con una intensidad de hasta 140.000 amperios hace hasta 200 toneladas de chatarra de acero fundida. En el horno de arco eléctrico hay temperaturas de hasta 3.500 °C y en el baño de acero de hasta 1.800 °C.

Los periodos de sangrado y eliminación de escoria hasta hoy conllevan, sin embargo, a las típicas interrupciones cíclicas en el suministro de electricidad, materiales de carga y aditivos como materiales sólidos de grano fino y causan, por tanto, el típico procedimiento de gestión discontinuo de un horno de arco eléctrico.

Alimentación de hornos de arco eléctrico (EAF):

La chatarra de hierro, como materia prima recuperada, está disponible en muchas formas y configuraciones diferentes. De acuerdo con sus propiedades y las demandas del procedimiento de fundición y las calidades de acero deseadas, la basura de hierro y/o acero desechada (chatarra) se somete a diferentes medidas de preparaciones. El precio de la chatarra de hierro está cambiando con frecuencia no solo debido a la situación del mercado, sino también debido a las propiedades físicas y químicas finales de chatarra de hierro.

En la fabricación de acero, el material de carga se selecciona de acuerdo con el producto final que se va a producir. Para los grados de acero simples se utiliza normalmente la chatarra de hierro más barata. Esta chatarra de hierro es por lo general basura (chatarra) de hierro y/o acero preparada y desechada. La densidad de esta chatarra de hierro es normalmente menos de 0,4 kg/dm³. De tres a cuatro cestas de chatarra son normalmente necesarias para cargar la cuba del horno de un horno de arco eléctrico ordinario. Cuando, según sea necesario para esto, el techo del horno se abre pivotando para cargar la cuba del horno, pérdidas de energía entre 15 a 20 kWh/t de acero tienen que esperarse. La interrupción del procedimiento de fundición por normalmente 4 a 7 o más minutos por cada sangrado de escoria y acero, más la carga con cestas de chatarra reduce la productividad y aumenta el consumo del electrodo debido a la oxidación adicional de electrodos.

Para aumentar la densidad del material de carga es bien conocido para presionar la chatarra de hierro. Después de presionar la chatarra de hierro en haces la densidad aumenta y, en consecuencia menos cestas de chatarra tienen que cargarse. Sin embargo, el procedimiento de fundición tiene todavía que interrumpirse para la carga.

Sin embargo, es solo la carga inicial de chatarra de hierro, como puede ser el caso, con Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o Hierro en Briquetas de Caliente (HBI) y formadores de escoria en el horno de arco eléctrico, la que crea las condiciones para la fundición de los materiales de carga y para la formación de un baño de metal fundido, que está cubierto por escoria fundida.

El documento WO 00/50648 A1 divulga, por ejemplo, un procedimiento y aparato para la colada de acero. El aparato tiene una cinta transportadora secundaria de longitud variable para la introducción de materiales de carga por minuto, un carro de carga de auto-posicionamiento con faldón que acopla el transportador secundario, un transportador de carga para recibir el material de carga que tiene un medio para mantener una altura de lecho de chatarra homogéneo que se acopla al carro de auto-posicionamiento, un sello de gas dinámico acoplado tanto al transportador de carga como a un precalentador, el precalentador en comunicación con el transportador de carga para precalentar el material de carga sobre el transportador de carga, un carro de conexión para la alimentación de materiales de carga en un baño de horno que se acopla de forma desmontable al precalentador y al transportador de carga, un horno de arco eléctrico para la refinación de carga en su interior, un recipiente metalúrgico intermedio que recibe el metal fundido descargado del horno, y un dispositivo de fundición continua que recibe el acero aleado y refinado directamente del recipiente metalúrgico intermedio.

Recuperación de calor y energía (en general):

5 La posible contaminación del aire por sustancias gaseosas y cargadas de polvo se considera el problema ambiental más esencial implicado en la fabricación de acero a partir de materias primas primarias (principalmente minerales o gránulos hechos a partir de minerales). Los procedimientos metalúrgicos son fuentes potenciales para la emisión de polvo y metales de los hornos, convertidores y desde el transporte de metales fundidos.

Además, el consumo de energía y la recuperación de calor y energía son aspectos importantes de la producción de metales de hierro y acero. Dependen del uso eficaz de la energía incluida en los minerales y aditivos, de la demanda de energía de los niveles de procedimiento, del tipo de energía que se utiliza y del procedimiento de suministro de energía, así como del uso de procedimientos eficaces para la recuperación de calor.

10 Por tanto, para la ruta del horno y del convertidor se ha sugerido (véase documento GB 958731 A = CH 415 709 B) alimentar, directa o indirectamente a través de un dispositivo de producción de vapor, una turbina con gases de escape de proceso, turbina que alimenta un generador, cuya energía se utiliza para la alimentación de los turbosopladores o recuperadores Cowper de altos hornos.

15 En otra parte se ha sugerido utilizar la energía generada en particular indirectamente a través de un dispositivo de producción de vapor procedente de los gases de escape de proceso de un horno giratorio para el pre-secado de lignito (véase documento GB 1241715 A = DE 19 27 558 A1), para la producción de oxígeno, para la alimentación de la red eléctrica o para la alimentación de los denominados hornos de arco sumergido (véase documento US 4.551.172 A = EP 0 139 310 A1), sin embargo, los hornos de arco sumergido no se utilizan para la producción de acero, sino para la reducción de la escoria a fin de recuperar los componentes metálicos.

20 Por último, el denominado procedimiento de Consteel®, como se resume en Vallomy JA: "Retrofitting of the Consteel® process at Ori Martin SPA of Brescia" en Cahiers d'Informations Techniques, Revue de Métallurgie, París, FR, vol. 97, n.º. 4, del 1 de abril de 2000 (2000-04-01), páginas 515-525 , y se resumen en Vallomy JA *et al.*: " The Consteel® Process: An integral scarp preheater for the EAF" en Steel times, Fuel & Metallurgical Journals London, GB, vol. 221, n.º. 5, del 1 de mayo de 1993 (1993-05-01), páginas 221, 223; dicho procedimiento utiliza el calor sensible y química del horno de arco eléctrico para precalentar una alimentación de carga continua.

Recuperación de calor y energía (por EEP):

Durante la producción de acero a partir de materias primas secundarias como chatarra de hierro en el horno de arco eléctrico, las sustancias gaseosas y cargadas con polvo se emiten también; y por lo tanto los problemas ambientales más importantes están relacionados con las emisiones del mismo modo.

30 Entre los procedimientos bien conocidos para la recuperación de calor de los gases de escape de proceso calientes (parte superior del horno) de un horno de arco eléctrico se encuentra particularmente el uso de gases de escape para el secado y el precalentamiento de las cargas (véase, por ejemplo, el documento US 3.565.407 A = DE 18 04 098 A1, así como el documento US 5.153.894 A = EP 0 385 434 B1 y, además el documento US 4.543.124 A o EP 0 219 824 A). No ha habido, sin embargo, ningún uso adicional de este calor hasta nuestros días. Plantas de
35 eliminación de polvo eficaces y filtros son necesarios.

Recuperación de la energía eléctrica (por EEP):

Una de recuperación de energía eléctrica antes o después de la limpieza de gases de escape de proceso (parte superior del horno) también es posible en la mayoría de los casos de hornos de arco eléctrico, pero la situación local es muy importante, como por ejemplo, si el horno de arco eléctrico se hace funcionar en mini-acerías (acería compacta) y talleres de fundición y no hay posibilidad de utilizar la energía recuperada sino la alimentada a la red eléctrica nacional, que ya está sujeta al peligro de perturbaciones del sistema indeseadas resultantes de la combustión irregular procesalmente determinada de un arco eléctrico. Por lo tanto, siempre hay altas exigencias en la fuente de alimentación de un horno de arco eléctrico.

45 Sin embargo, puesto que los hornos de arco eléctrico, han funcionado hasta ahora como procedimiento alimentado por lotes, lo que significa que se alimentan cíclicamente con lotes de materiales de aplicación como las piezas de chatarra de hierro, el Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o el Hierro en Briquetas Caliente (HBI), la temperatura de los gases de escape de proceso sufre cambios cíclicos. Para compensar esto, en el contexto de un estudio de caso de la INVESTIGACIÓN DE CEROS EMISIONES en AUSTRIA (ZERIA), una iniciativa en nombre del Ministerio Federal de Transporte, Innovación y Tecnología (BMVIT) y de WIFI de Austria (véase
50 <http://zeria.tugraz.at/index.php3?lang=de&sel=09Fallstudien/01Marienhütte>) se sugiere para la acería "Marienhütte" controlar la temperatura de escape por medio de un quemador de gas adicional. Para esto, medios complejos de medición y control tienen que proporcionarse. Además, el uso de quemadores de gas para la estabilización de la temperatura de escape tiene la desventaja de un uso adicional de potencias primarias y de los costes implícitos en ellos.

55

Sumario de la invención:

Basándose en esta base, la presente invención se basa en la tarea de proporcionar, con respecto a la productividad en comparación con el estado de la técnica, una instalación mejorada para la producción de acero que comprende un horno de arco eléctrico. Por lo tanto, tal horno de arco eléctrico de la instalación de producción de acero debe quemar más uniformemente y ser capaz de accionarse sin el uso de quemadores de gas adicionales y debe tener

5 temperaturas de escape que sean estables al menos durante grandes períodos del ciclo de un procedimiento de fundición y por lo tanto más económico, así como que se puedan operar más libre de perturbaciones del sistema de la red eléctrica local. En particular, sin embargo, el objetivo es mejorar la productividad de una instalación de producción de acero de tal manera que se eviten los intervalos cíclicos de interrupción.

Esta tarea se resuelve mediante una instalación de producción de acero con las características de las reivindicaciones independientes 1 y/o 7 de la patente. Las construcciones ventajosas y desarrollos adicionales, que se pueden aplicar por separado o en combinación, se exponen en las reivindicaciones adjuntas.

10 Con los objetos anteriores y otros a la vista se proporciona, de acuerdo con la invención de acuerdo con la reivindicación 1, una instalación de producción de acero, que comprende al menos

Con los objetos anteriores y otros a la vista se proporciona, de acuerdo con la invención de acuerdo con la reivindicación 1, una instalación de producción de acero, que comprende al menos

- un horno de arco eléctrico para fundir al menos cíclicamente materiales de carga como piezas de chatarra de hierro desmenuzadas;
- medios de generación de potencia al menos cíclica durante la fundición a partir de la energía térmica incluida en los gases de escape de proceso calientes (parte superior del horno) del horno de arco eléctrico; y
- medios de transporte, por medio de los que, durante un ciclo del procedimiento de fundición, el horno de arco eléctrico se alimenta continuamente al menos con las piezas de chatarra de hierro desmenuzadas por un sistema de desmenuzado;

15
20

y caracterizada porque:

- el sistema de desmenuzado, que
 - se asigna al horno de arco eléctrico para la desmenuzado de hierro desechado y/o basura (chatarra) de acero,
 - y que se acciona por un motor eléctrico, en el que el motor eléctrico se alimenta durante un ciclo del procedimiento de fundición por la energía eléctrica recuperada por los medios de generación de potencia.

25

En cuanto al horno de arco eléctrico se asigna un sistema de desmenuzado para la desmenuzado del hierro desechado y/o basura (chatarra) de acero, es posible por primera vez alimentar las piezas de chatarra de hierro desmenuzadas en el sistema de desmenuzado de forma suelta a granel, sin tener por tanto que prensarse antes, y continuamente al menos durante un ciclo del procedimiento de fundición, en el horno de arco eléctrico.

30

Al alimentar continuamente el horno de arco eléctrico con piezas de chatarra de hierro desmenuzadas, no prensadas de forma suelta a granel, el arco eléctrico puede quemar de forma mucho más constante durante un ciclo del procedimiento de fundición que en el caso habitual de alimentar por lotes un horno de arco eléctrico con chatarra de hierro etc., y esto tiene la ventaja de que se evitan las perturbaciones del sistema indeseadas. Además surge continuamente al menos durante un ciclo del procedimiento de fundición un gas de escape de proceso (parte superior del horno) de casi igual carácter y calidad, que sirve la finalidad destinada de generar potencia continua al menos en una medida tal como se necesita al menos durante un ciclo del procedimiento de fundición para la alimentación de un sistema de desmenuzado asignado al horno de arco eléctrico. Puesto que los quemadores de gas para la regulación de gases de escape de proceso y una fuente de alimentación externa para el sistema de desmenuzado ya no se utilizan, la instalación de producción de acero de acuerdo con la invención opera a un nivel, desde un punto de vista económico, hasta el momento sin igual en lo que respecta al equilibrio energético. Por lo tanto, mediante la combustión estable de arcos eléctricos, la productividad del horno de arco eléctrico se puede incrementar en más de un 19 %, y costes de energía de aproximadamente el 14 % se pueden ahorrar, donde al mismo tiempo se reducen drásticamente las emisiones a la atmosfera.

35
40

Debido al hecho de que el horno de arco eléctrico, al menos durante un ciclo del procedimiento de fundición, se alimenta continuamente con piezas desmenuzadas de chatarra de hierro y, como puede ser el caso, otros materiales de carga, que pueden, en una realización preferida de la invención de acuerdo con la reivindicación 2, fabricarse de una cuba del horno de material refractario y/o que comprende elementos enfriados con agua y un techo del horno siempre cerrado durante la alimentación continua con piezas de chatarra de hierro, en el que se ha dispuesto en una pared de la cuba del horno y/o en el techo del horno una abertura de alimentación, que permite alimentar continuamente el horno de arco eléctrico con las piezas de chatarra de hierro desmenuzadas por el sistema de desmenuzado, sin tener que abrir el techo del horno para esto, como lo ha sido usual hasta ahora solo para aditivos como coque, cal y piedra caliza y la práctica habitual en este tipo de plantas de acero que trabajan únicamente con Hierro de Reducción Directa (DRI) o Hierro en Briquetas Caliente (HBI), y que evita no solo un largo tiempo de alimentación, sino también enormes pérdidas de calor, a diferencia de los hornos de arco eléctrico conocidos que tienen que cargarse con cestas de chatarra a través de un techo del horno abierto.

45
50
55

En el estado de la técnica, el procedimiento de carga de piezas de chatarra de hierro con cestas de chatarra tiene

que repetirse varias veces, dependiendo del material a utilizar (entrada metálica requerida). Para cada ciclo de carga, la energía eléctrica tiene que interrumpirse, los electrodos elevarse y el techo del horno girarse hacia fuera. Un tiempo de carga de 4 a 7 minutos se programa normalmente para los hornos de arco eléctrico modernos.

5 Se ha demostrado que la eliminación de estas interrupciones de recarga dará como resultado no solo un tiempo de calentamiento más corto, sino también la reducción de consumo de energía por tonelada de acero producido, puesto que, al abrir el techo del horno, una cantidad considerable de calor precioso se pierde desde el horno de arco eléctrico debido a la radiación y convección.

10 Después de la carga, las pérdidas de calor se deben añadir de nuevo deben por energía eléctrica, particularmente cuando se utiliza luz o chatarra de hierro no compactada, porque el número de cestas de chatarra que se cargará aumentará.

Otro efecto negativo durante la carga de chatarra a través de cestas de chatarra es la alta emisión de polvo y humo para el medio ambiente mientras el techo del horno se hace girar hacia fuera.

15 Por el contrario, después de la eliminación de la alimentación con cestas, el teco del horno nunca tiene que girarse hacia fuera durante la operación de modo que, ventajosamente, ninguna pérdida de tiempo ni de energía es causada por la radiación de calor. La necesidad de girar el techo del horno solo se realiza, por tanto, con fines de reparación.

Para esto, sin embargo, no hay necesidad de un dispositivo de elevación de techo complejo, que se puede eliminar por completo, puesto que el techo se puede elevar por la grúa suspendida siempre que sea necesario con la finalidad de hacer un cambio o reparación.

20 El horno de arco eléctrico puede - como es común de acuerdo con el estado de la técnica - comprender una cuba del horno dimensionada de tal manera, que en el interior haya suficiente espacio para la cantidad máxima de piezas de chatarra de hierro desmenuzadas en forma no fundida que pueden fundirse en el transcurso de un ciclo de un procedimiento de fundición, de modo que los hornos de arco eléctrico, ventajosamente, incluso ya existentes pueden ser parte de una instalación de producción de acero de acuerdo con la invención.

25 En cuanto a un horno de arco eléctrico que sea de nueva construcción, se prefiere de acuerdo con la reivindicación 3 de la presente invención, que el horno de arco eléctrico comprenda una cuba del horno dimensionada de tal manera, que haya suficiente espacio para el 90 % o el 80% o el 70% de la cantidad máxima de piezas de chatarra de hierro desmenuzadas en forma no fundida que se funden en el transcurso de un ciclo de un procedimiento de fundición.

30 Debido al hecho de que durante un ciclo del procedimiento de fundición, el horno de arco eléctrico se alimenta continuamente con piezas desmenuzadas de chatarra de hierro y, en su caso, con otros materiales de carga, la cuba del horno, en una realización preferida de la invención se puede dimensionar a veces significativamente más pequeña que en el caso de la alimentación por lotes de acuerdo con el estado de la técnica.

Mientras más pequeña se pueda dimensionar la cuba del horno, menos tiene que enfriarse.

35 Por lo tanto y como el arco eléctrico puede quemar mucho más constantemente debido a la alimentación continua de los materiales de carga, es posible construir cubas de horno que sean únicamente de material refractario y que no necesiten de elementos de enfriamiento de pared en absoluto.

40 La posibilidad de sustituir los paneles enfriados por agua por material refractario reduce significativamente la extensión de la planta de tratamiento de agua (WTP) y conduce a un ahorro adicional de energía eléctrica de aproximadamente el 5 %, lo que es de particular interés para los países, donde el agua es escasa y costosa.

De acuerdo con una característica adicional de la invención de acuerdo con la reivindicación 4, el horno de arco eléctrico comprende preferentemente medios para crear escoria espumosa en una cantidad tal que los arcos se amortigüen al menos parcialmente con una capa de espuma de escoria.

45 Los arcos eléctricos expuestos causan un mayor desperdicio de electrodos y un calentamiento indeseado de las paredes del horno. Otras consecuencias son una eficiencia energética reducida, tiempos de procedimiento más largos y, por lo tanto, reducción de la productividad. Con el fin de amortiguar el arco eléctrico se genera una escoria espumosa que se puede controlar en su altura añadiendo específicamente finos de carbón y oxígeno. La alimentación de estos agentes espumantes se realiza de forma manual o automática de acuerdo con un diagrama de control predefinido por el soplado por porciones en la capa límite existente entre la capa de escoria y el metal fundido y/o en las zonas de la capa de escoria y/o del metal fundido que son adyacentes a la capa límite.

50 En el pasado, era difícil cargar material ligero como piezas de chatarra de hierro desmenuzadas con una longitud preferida en cualquier dirección en el espacio de, por ejemplo, 30 cm máximo al baño de acero a través de la escoria, en particular porque la escoria era demasiado dura y el material tenía que cargarse entre los electrodos. Hoy en día, con la práctica de escoria espumosa, que sopla más carbono y el oxígeno en el acero líquido, con el fin

de espumar la escoria, este problema se ha resuelto.

Incluso el procedimiento de escoria espumosa en sí que lleva el nombre del tipo de escoria tiene muchas ventajas: la cantidad necesaria de energía se reduce en un 5 % como máximo debido al escudo térmico de la escoria espumosa, la formación del arco eléctrico se soporta, la abrasión de los electrodos y del material a prueba de fuego de la cuba del horno disminuyen, los períodos de sangrado se acortan y la aplicación de elementos de aleación, como, en particular, cromo, se mejora.

De acuerdo con una característica adicional de la presente invención de acuerdo con la reivindicación 5, el horno de arco eléctrico comprende una abertura de descarga de escoria dispuesta en la pared del horno de la cuba del horno, de tal manera, que se encuentra a un nivel de altura que se define o puede definirse, en relación con el baño de fundición, por un sistema de corredera o tapón, de tal manera que un rebosamiento de la escoria espumosa pueda drenarse de acuerdo con el principio de desbordamiento, tan pronto como el baño de fundición haya alcanzado un cierto nivel, con lo que las interrupciones causadas al retirar la escoria durante el procedimiento de fundición se evitan ventajosamente.

Un horno de arco eléctrico de acuerdo con la presente invención puede preferentemente construirse de tal manera que un sangrado de acero sigue después de cada ciclo de un procedimiento de fundición, por lo que los hornos de arco eléctrico, incluso los ya existentes, pueden ventajosamente ser parte de una instalación de producción de acero de acuerdo con la invención.

Con los anteriores y otros objetos a la vista se proporciona, sin embargo, de acuerdo con la invención de acuerdo con la reivindicación 6, una instalación de producción de acero, que, basándose en las instalaciones de producción de acero conocidas, se caracteriza por una abertura de sangrado de acero dispuesta en o cerca de la parte inferior del horno.

Puesto que el horno de arco eléctrico comprende una abertura de sangrado de acero que permite una descarga de acero sin interrupción, puede haber, en combinación con una alimentación ininterrumpida de materiales de carga en el horno de arco eléctrico, un procedimiento de fundición sin interrupción, inducido y sostenido.

Siempre que el horno de arco eléctrico se asigne una instalación de desmenuzado, se prefiere que los medios para la generación de potencia durante el procedimiento de fundición provengan de la energía térmica implicada en los gases de escape de proceso calientes (parte superior del horno) del horno de arco eléctrico, con lo que el sistema de desmenuzado puede accionarse.

Al descargar de forma ininterrumpida una parte del acero del baño de acero y al alimentar de forma ininterrumpida el horno de arco eléctrico con materiales de carga de forma suelta a granel como las piezas de chatarra de hierro desmenuzadas no prensadas, el Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o Hierro en Briquetas Caliente (HBI), el arco eléctrico puede quemar más o menos siempre constante durante el procedimiento de fundición continua.

Puesto que interrupciones como en el caso usual de la alimentación por lote del horno de arco eléctrico con chatarra de hierro, etc., y sangrados cíclicos se evitan totalmente, se eliminan así ventajosamente las perturbaciones del sistema indeseadas.

Además, surge ininterrumpidamente un gas de escape de proceso (parte superior del horno) de carácter y calidad constante, lo que permite una generación de potencia ininterrumpida hasta tal punto que es inigualable hasta ahora para las instalaciones de producción de acero.

Como ya no se utilizan quemadores de gas para la regulación de gases de escape de proceso ni una fuente de alimentación externa para un sistema de desmenuzado, la instalación de producción de acero de acuerdo con la invención opera finalmente desde un punto de vista económico, un nivel hasta ahora sin igual con respecto al equilibrio energético. Por lo tanto, por la combustión ininterrumpida de arcos eléctricos, la productividad del horno de arco eléctrico se puede incrementar en más de un 26 %, y los costes de energía se pueden reducir en aproximadamente un 23 %, en donde al mismo tiempo se reducen drásticamente las emisiones a la atmósfera.

En otra realización preferida de la invención de acuerdo con la reivindicación 7, la parte de acero líquido se descargará del baño de acero en una cuchara de colada de acero, que está equipada en su borde con un vertedero, que se solapa con el borde de una cuchara de colada de acero vecina, para garantizar un intercambio sin problemas de la cuchara bajo la corriente continua de acero.

De acuerdo con una característica adicional de la invención de acuerdo con la reivindicación 8, la instalación de producción de acero comprende, ventajosamente, un sistema de control de procedimiento basado en ordenador, que hace que sea posible, dirigir las velocidades de alimentación sin restricciones definibles, de tal manera, que los materiales de carga están en equilibrio con la energía de fundición necesaria, lo que permite ventajosamente la producción de diferentes tipos de acero.

Por lo tanto, cada material requiere cierta energía, denominada entalpía, para fundirse. Con las técnicas modernas de computación en la "automatización" del nivel de actividad y en el "control de procedimientos" del nivel de actividad es

5 posible desarrollar un perfil de fundición para diferentes escenarios de carga del horno. Los escenarios basados en programas informáticos pueden elegir especialmente la carga exclusivamente continua de piezas de chatarra de hierro desmenuzadas para la alimentación continua de materiales de carga mixtos de chatarra de hierro, DRI y/o HBI. En cualquier caso nunca se abrirá el techo del horno durante el procedimiento, con una reducción significativa de las costosas pérdidas de energía y de las emisiones a la atmósfera. La velocidad de alimentación se selecciona de acuerdo con la potencia de entrada que se controla por la velocidad de alimentación específica. La temperatura predicha, calculada a través del "control de procedimiento" del nivel de actividad, estará en ese intervalo ofreciendo las mejores condiciones para la práctica de escoria espumosa. El perfil de fundición se desarrolla de tal manera que en caso de un horno de arco eléctrico operado cíclicamente la carga se detenga cuando se alcanza la temperatura de sangrado. En este caso no se requiere más tiempo de refinación.

10 También existe la posibilidad de alimentar diferentes materiales de carga, al mismo tiempo, por ejemplo Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o Hierro en Briquetas Caliente (HBI) prensado, desde otra tolva. Este material tiene una entalpía de diferente y, por lo tanto, requiere una velocidad de alimentación diferente. Sin embargo, a través del "control de procedimiento" del nivel de actividad cada cambio dentro de la mezcla de alimentación se puede calcular y controlar.

15 No solo en este contexto se ha demostrado, de acuerdo con una característica adicional de la invención de acuerdo con la reivindicación 9, que es ventajoso, para la detección de la velocidad de alimentación real de piezas de chatarra de hierro, asignar al menos un dispositivo de pesaje a los medios de transporte.

20 Del mismo modo se ha demostrado, de acuerdo con una característica adicional de la invención de acuerdo con la reivindicación 10, es ventajoso para evitar interrupciones del procedimiento de fundición, asignar a los medios de transporte un aparato de segregación con o sin procedimientos ópticos o medios de cámaras de supervisión, que detectan y segregan piezas de chatarra de hierro que exceden las dimensiones predefinidas.

25 De acuerdo con una característica adicional de la invención de acuerdo con la reivindicación 11, la energía eléctrica en sí generada para la alimentación del sistema de desmenuzado se puede adquirir directa o indirectamente, o por una caldera de recuperación de la energía térmica contenida en los gases de escape de proceso calientes del horno de arco eléctrico.

En el contexto de la presente invención de acuerdo con la reivindicación 12 un horno de arco eléctrico de corriente alterna (CA) convencional o, por tanto, un horno de arco eléctrico de corriente continua (CC) se puede utilizar.

30 La presente invención se refiere además, de acuerdo con la reivindicación 13, a un procedimiento de fabricación de acero en una instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que:

- los materiales de carga se funden ininterrumpidamente o al menos cíclicamente en un horno de arco eléctrico;
- los materiales de carga como, en particular, piezas de chatarra de hierro desmenuzadas que se han desmenuzado en un sistema de desmenuzado para la desmenuzado de hierro desechado y/o basura (chatarra) de acero, Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o Hierro en Briquetas Caliente (HBI) se alimentan ininterrumpidamente o al menos continuamente durante un ciclo del procedimiento de fundición en el horno de arco eléctrico por medio de transporte;
- una parte de acero líquido se descarga ininterrumpidamente o cíclicamente del baño de acero del horno de arco eléctrico; y en el que
- 40 – de la energía térmica incluida en los gases de escape de proceso calientes (parte superior del horno) del horno de arco eléctrico, la energía eléctrica se genera, por medios de generación de potencia, ininterrumpidamente o al menos durante un ciclo del procedimiento de fundición; y caracterizado porque
- un sistema de desmenuzado
- 45 – se asigna al horno de arco eléctrico para la desmenuzado de hierro desechado y/o basura (chatarra) de acero,
- y que se acciona durante un ciclo del procedimiento de fundición por la energía eléctrica generada a partir de los gases de escape de proceso (parte superior del horno).

50 Con los anteriores y otros objetos a la vista se proporciona, sin embargo, de acuerdo con la invención de acuerdo con la reivindicación 14, un procedimiento en el que el horno de arco eléctrico se hace para fundir ininterrumpidamente materiales de carga que comprenden piezas de chatarra de hierro desmenuzadas, Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o Hierro en Briquetas Caliente (HBI), y caracterizada porque una parte de acero líquido que se descarga de forma ininterrumpida desde el baño de acero del horno de arco eléctrico a través de una abertura de sangrado de acero dispuesta en o cerca de la parte inferior del horno, y cargándose el material de carga ininterrumpidamente a través de dispositivos de transporte al horno de arco eléctrico.

55 Los posibles materiales de carga pueden ser, en particular, piezas de chatarra de hierro desmenuzadas, Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o Hierro en Briquetas Caliente (HBI) prensado. Las piezas de chatarra de hierro

desmenuzadas pueden, preferentemente de acuerdo con la invención, proceder de un sistema de desmenuzado asignado al horno de arco eléctrico para la desmenuzado de hierro desechado y/o basura (chatarra) de acero; o, como alternativa o acumulativamente suministrarse al horno de arco eléctrico en una forma ya pre-procesada.

5 Por último, pero no menos importante, la presente invención se refiere a la reivindicación 15 concerniente a un procedimiento de uso de la energía eléctrica obtenida por medio de dispositivos de generación de potencia a partir de la energía térmica incluido en los gases de escape de proceso calientes de un horno de arco eléctrico que funde ininterrumpidamente o al menos cíclicamente materiales de carga como las piezas de chatarra de hierro desmenuzadas, en particular, para la alimentación de un sistema de desmenuzado de forma ininterrumpida o durante el ciclo de un procedimiento de fundición que, unido al horno de arco eléctrico desmenuza el hierro descartado y/o basura (chatarra) de acero en una instalación de producción de acero como se ha descrito anteriormente o a continuación.

Sin embargo, la construcción de la invención junto con objetos adicionales y ventajas correspondientes se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción de las realizaciones específicas y en conexión con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos:

- 15 la Figura 1 muestra a modo de ejemplo una posible realización de los medios para la generación de electricidad a partir de los gases de escape de proceso calientes (parte superior del horno) de un horno de arco eléctrico, que se utilizan para accionar un sistema de desmenuzado unido a dicho horno de arco eléctrico (EAF);
- 20 la Figura 2 muestra a modo de ejemplo los medios de transporte, que, transportan sin interrupción o al menos continuamente durante el ciclo de un procedimiento de fundición, por ejemplo, las piezas de chatarra de hierro desmenuzadas en un sistema de desmenuzado al horno de arco eléctrico;
- la Figura 3 muestra el flujo del procedimiento de una primera instalación de producción de acero de acuerdo con la reivindicación 1 de la invención con los procedimientos de fundición cíclicos, por tanto con intervalos de fundición y de sangrado alternativos;
- 25 la Figura 4 muestra el flujo del procedimiento de una segunda instalación de producción de acero de acuerdo con la reivindicación 7 de la invención junto con un procedimiento de fundición ininterrumpido y un procedimiento de sangrado ininterrumpido que se ejecutan simultáneamente a la vez;
- la Figura 5 muestra dentro de un diagrama la productividad de un horno de arco eléctrico de acuerdo con la invención dependiendo de la entrada de energía (sin energía química) y la velocidad de alimentación de la chatarra; y
- 30 la Figura 6 muestra la posible integración de una instalación de producción de acero de acuerdo con la invención en una planta de procesamiento de acero.

Descripción de las realizaciones preferidas:

35 En la siguiente descripción de las realizaciones preferidas de la presente invención, los mismos números de referencia designan componentes idénticos o comparables.

Haciendo referencia a continuación a las Figuras 1 a 6 de los dibujos en detalle y en primer lugar a la Figura 1 de los mismos, se muestra a modo de ejemplo una posible realización de los medios de generación de potencia mediante el uso de la energía térmica incluida en los gases 20 de escape del procedimiento calientes (parte superior del horno) del horno 10 de arco eléctrico de una instalación de producción de acero, que se utiliza para hacer funcionar una sistema 40 de desmenuzado unido a dicho horno 10 de arco eléctrico (EAF).

40 Para esto, hay al menos una caldera 30 de recuperación instalada en el sistema 21 de gases de escape de la planta 24 de eliminación de polvo del horno 10 de arco eléctrico. La caldera 30 de recuperación se puede situar, particularmente, a la salida de una caja 22 de salida para las partículas de polvo contenidas en los gases 20 de escape y/o en un área 23 del sistema 21 de gases de escape con post-combustión de carbono o de forma subordinada a la instalación 2/área 23 anterior. Si bien los gases 20 de escape del procedimiento (parte superior del horno) de una instalación 1 de producción de acero entran en el sumidero 21 de escape con una temperatura constante en el intervalo entre 900° C y 1.100° C sin necesidad de utilizar quemadores de gas adicionales, la temperatura de escape – en la medida en que se ha enfriado hasta por debajo de 800° C - puede nuevamente elevarse transformando, debido a la adición de oxígeno O, en un procedimiento exotérmico, el carbono CO tóxico con oxígeno O en dióxido de carbono CO₂ menos peligroso, en el que este procedimiento genera temperaturas de hasta aproximadamente 1.670 °C, que se pueden utilizar para una generación de vapor eficaz.

50 Como se ilustra esquemáticamente en la Figura 1, también existe la posibilidad de disponer inteligentemente varias calderas 30 de recuperación en el sistema 21 de gases de escape de la planta 24 de eliminación de polvo, de modo que el agua 62, que por ejemplo se suministra por una planta 61 de tratamiento de agua, se puede transformar en

vapor de agua de manera más eficaz.

El vapor generado por la caldera 30 de recuperación energiza una turbina 31 de vapor, que alimenta un generador 32 de potencia.

5 El condensado generado por la turbina 31 se enfría además por un condensador 60 y se bombea directamente a la planta 61 de tratamiento de agua.

Con la energía eléctrica obtenida a partir de los dispositivos 30, 31, 32 de generación de potencia, es posible operar, sin necesidad de utilizar una red eléctrica pública y, por lo tanto, económicamente ventajosa, el sistema 40 de desmenuzado y posiblemente más cargas de consumo de la instalación 1 de producción de acero.

10 La Figura 2 muestra a modo de ejemplo los medios de transporte, que transportan por ejemplo las piezas 71 de chatarra de hierro desmenuzadas en un sistema 40 de desmenuzado hasta el horno 10 de arco eléctrico sin interrupción o al menos continuamente durante el ciclo de un procedimiento de fundición.

El hierro desechado y/o basura 70 (chatarra) de acero de diversos tamaños se alimenta a un sistema 40 de desmenuzado, que - como se ilustra - se asigna preferentemente al horno 10 de arco eléctrico.

15 El sistema 40 de desmenuzado suministra piezas 71 desmenuzadas de chatarra de hierro de esencialmente igual tamaño. Por otra parte, los metales 72 no ferrosos de alto valor se pueden segregar para su posterior comercialización.

Las piezas 71 de chatarra de hierro desmenuzadas se transportan de forma suelta a granel y no se prensan en la tolva 42 de chatarra, que también puede situar bajo suelo.

20 Uno o más alimentadores 50 vibratorios controlan la cantidad de piezas 71 de chatarra de hierro desmenuzadas, que se introducen en el horno 10 de arco eléctrico.

Por otra parte, un primer sistema 52 de pesaje precisa las cantidades.

Los alimentadores 50 vibratorios transportan las piezas 71 de chatarra de hierro desmenuzadas de forma suelta a granel y sin prensarse a través de cintas 51 transportadoras y una rampa 54 preferentemente basculante situada por encima del techo 14 del horno, a la cuba 13 del horno del horno 10 de arco eléctrico.

25 Por lo tanto, la rampa 54 basculante suministra ininterrumpidamente o al menos continuamente durante el ciclo del procedimiento de fundición piezas 71 de chatarra de hierro desmenuzadas al horno 10 de arco eléctrico.

Un horno 10 de arco eléctrico de acuerdo con la invención, que se alimenta de forma ininterrumpida o al menos durante el ciclo de un procedimiento de fundición continuamente con piezas 71 de chatarra de hierro desmenuzadas, opera con consumo específico de energía significativamente menor y una mayor productividad.

30 Al mismo tiempo, las emisiones a la atmósfera se reducen significativamente puesto que el techo 14 del horno de la cuba 13 del horno ya no se tiene que abrir para cargar cubos de chatarra de piezas de chatarra de hierro.

Además, la planta 24 de eliminación de polvo trabaja también con un consumo de energía significativamente menor puesto que un sistema secundario ya no es necesario.

35 Basándose en la Figura 3, el ciclo del procedimiento de una primera instalación 1 de producción de acero de acuerdo con la reivindicación 1 de la invención con procedimientos de fundición cíclicos, por tanto con intervalos de fundición y sangrado alternativos, se describe con más detalle a continuación.

40 El sistema 40 de desmenuzado se puede cargar con hierro desechado y/o basura 70 (chatarra) de acero de diversos tamaños de por ejemplo hasta tres o más metros de longitud, dependiendo de la dimensión del sistema 40 de desmenuzado utilizado. Al desmenuzar tan enorme basura 70 (chatarra) de acero el sistema 40 de desmenuzado produce piezas 71 de chatarra de hierro desmenuzadas con una longitud preferida en cualquier dirección en el espacio de aproximadamente 30 cm máximo y segrega metales 72 no ferrosos de alto valor.

45 El sistema 40 de desmenuzado se acciona por un motor eléctrico 41 que se alimenta por un generador 32 de potencia. El generador 32 de potencia se acciona por una turbina 31 de vapor con vapor de agua de al menos una caldera 30 de recuperación, que se encuentra en el sistema 21 de gases de escape de la planta 24 de eliminación de polvo del horno 10 de arco eléctrico. Cualquier exceso de energía eléctrica se puede dirigir a otras cargas potenciales de consumo de la instalación 1 de producción de acero.

Las piezas 71 de chatarra de hierro desmenuzadas se descargan directamente a partir del sistema 40 de desmenuzado y se introducen en una tolva 42 de recepción de chatarra situada por encima o bajo el suelo.

50 Para cargar las piezas 71 de chatarra de hierro desmenuzadas en el horno 10 de arco eléctrico, el operario de una instalación 1 de producción de acero puede, de acuerdo con la invención, controlar la cantidad de alimentación

deseada y la velocidad de alimentación por medios 80 de control electrónicos. Aquí, la cantidad y velocidad de alimentación serán en función de la capacidad del horno, de la mezcla de alimentación y de la capacidad del transformador 12 para los electrodos 11 de grafito.

5 Una rampa 54 preferentemente de tipo oscilante se coloca por encima de la cuba 13 del horno del horno 10 de arco eléctrico. Esta rampa 54 es hasta ahora la rampa de uso común para la alimentación de aditivos al horno 10 a través del denominado quinto orificio 15 en el techo 14 del horno. Los diseños de horno como el tamaño del horno y el diámetro del electrodo dependen del rendimiento del transformador.

10 Con el inicio de un procedimiento de fundición sin interrupción, respectivamente, con cada nueva fase de fundición cíclica, una organización del flujo de material ha demostrado su valor como sigue: todos los medios 50 y 51 de transporte comienzan corriente abajo de la vista del horno 10 hacia la tolva 42 de chatarra. El número exacto de medios de transporte (cintas 51 transportadoras y alimentador 50 vibratorio) depende de la ubicación de suministro de la chatarra de hierro. En primer lugar, la cinta 51 transportadora al lado de la rampa 54 basculante se activa, seguida por las cintas 51 transportadoras situadas en frente de esta cinta transportadora. Los últimos en activarse en la cadena serán los alimentadores 50 vibratorios debajo de las tolvas 42 de chatarra, que se controlan preferentemente por convertidores de frecuencia.

15 Preferentemente, hay dos sistemas 52 de pesaje fijados a las cintas 51 transportadoras, uno de ellos colocado ventajosamente en la primera cinta 51 transportadora directamente después de los alimentadores 50 vibratorios y el segundo al final de la trayectoria de transporte en la última cinta 51 transportadora antes de entrar en el techo 14 del horno. Esta configuración garantiza una medición y comparación (de doble verificación) de la cantidad correcta a ser alimentada en la cuba 13 del horno. Si el segundo sistema 52 de pesaje está leyendo la misma capacidad que el primero 52, no se tomará ninguna acción correctiva en los alimentadores 50 vibratorios. En caso de una desviación mayor, una corrección puede llevarse a cabo por medio de un sistema 80 informático.

20 En el caso de piezas 71 de chatarra de hierro desmenuzadas demasiado grueso, las cintas 51 transportadoras se pueden asignar con un aparato 53 de segregación, que detecta, por ejemplo ópticamente por medio de cámaras de supervisión, y puede por tanto segregar las piezas de chatarra de hierro que exceden las dimensiones predefinidas.

25 En el caso de un horno 10 de arco eléctrico que opera en el procedimiento de fundición cíclica, los alimentadores 50 vibratorios se detienen cuando el peso alcanza el punto de consigna final. Los transportadores 51 de chatarra se detienen unos segundos más tarde.

30 Al menos la primera cinta 51 transportadora que viene después del alimentador 50 vibratorio permanece totalmente preferentemente cargada con piezas 71 de chatarra de hierro, mientras que todas las demás cintas 51 transportadoras se pueden vaciar o mantener la alimentación de otros materiales, por ejemplo, Hierro de Reducción Directa (DRI), cal, coque, etc. Mantener una cinta 51 transportadora cargada con piezas 71 de chatarra de hierro tiene la ventaja, de que el tiempo de alimentación hasta el siguiente ciclo de fundición se reduce al mínimo. La cantidad se puede calcular por el sistema 80 informático de la instalación 1 de producción de acero.

35 Como alternativa, existe la posibilidad de otros materiales de carga, en lugar de piezas de chatarra de hierro, o simultáneamente con la misma facilidad y de diferentes fuentes. Estos materiales, como por ejemplo, cal, coque, Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o Hierro en Briquetas Caliente (HBI) prensado se alimentan también por la última cinta 51 transportadora, que está equipada con un dispositivo 52 de pesaje. Cada uno de los materiales se ordena por los operarios o por un sistema 80 de control de procedimiento computarizado con una cierta velocidad de alimentación y a través de otra cinta 51, 52 transportadora de pesaje y puede restarse fácilmente del peso total medido.

40 Si, finalmente, todos los materiales de carga se alimentan al horno 10 de arco eléctrico que se opera en el procedimiento de fundición cíclico, las cintas 50, 51 transportadoras se detienen completamente. Esto se aplica particularmente a los tiempos necesarios para la descarga de escoria y sangrado de acero.

45 Los intervalos causados por la descarga de escoria y el sangrado de acero causan también una interrupción de los gases de escape y, en consecuencia de la generación de potencia de tal manera que la desmenuzadora no puede accionarse temporalmente por la energía generada por los medios de generación de potencia. Al igual que en los dichos intervalos, la entrada de material de carga se interrumpe también, esto no es más trágico, porque, a pesar de esas interrupciones tenemos una instalación de tal eficiencia energética que no ha existido hasta ahora.

50 El procedimiento antes mencionado se aplica igualmente a los casos de interrupciones debido a la atención de la máquina de un horno de arco eléctrico que aparte de esto se ejecuta en un procedimiento de fundición sin interrupción.

55 La Figura 4 muestra el flujo del procedimiento de una segunda instalación 1 de producción de acero de acuerdo con la reivindicación 7 de la invención con un procedimiento de fundición ininterrumpido y un procedimiento de sangrado ininterrumpido que se ejecutan simultáneamente a la vez.

El horno 13 de arco eléctrico está equipado con una instalación EBT (sangrado inferior excéntrico) 18. Por debajo de

la abertura 18 de sangrado de acero un sistema 19 de tapón se desliza o coloca. Este sistema 19 permite establecer y controlar el tiempo de sangrado deseado (tiempo de llenado de cuchara o tasa/velocidad de flujo). La ubicación altura de la 18 EBT (balcón) se construye de tal manera que una cierta cantidad de masa fundida restante siempre se encuentra por debajo y por encima de la abertura 18 de sangrado de acero. Debido a esta construcción, por la inclinación hacia atrás del horno, paradas y arranques rápidos del flujo de acero son posibles en caso de reparaciones planificadas del horno. La altura del baño se controla preferentemente por ordenador mediante el equilibrio de la velocidad de alimentación (alimentación continua de la desmenuzadora) y la cantidad de sangrado (posición del sistema 19 de corredera o tapón).

Un sangrado ininterrumpido será solo posible si el material de carga se añade también de forma ininterrumpida y se funde inmediatamente. La temperatura del baño (masa fundida del horno) está constantemente a la temperatura de colada deseada, que puede regularse y controlarse por mediciones en cualquier momento. El volumen de sangrado (de acero bruto) por unidad de tiempo corresponde al volumen en estado fundido, la cantidad añadida, menos la pérdida de fundición. En otras palabras: un sangrado ininterrumpido solo es posible a causa del equilibrio existente entre el material de carga (controlado por la velocidad de alimentación) y la energía de fundición necesaria (controlada por la entrada de energía eléctrica). Este equilibrio se puede controlar preferentemente por un ordenador 80.

Por lo general, la velocidad de alimentación de materiales de carga como chatarra 71 desmenuzada, etc. se determina por la entrada de energía (velocidad de alimentación específica). En el caso de una perturbación con la cuchara 3 de colada de acero, en el horno 5 de cuchara y/o en la máquina 6 de colada, es necesario que el flujo de acero (salida del horno) pueda reducirse. En este caso, la entrada de energía se reduce, con lo que la velocidad de flujo de chatarra etc. se ralentizará también. La cantidad de sangrado (velocidad/tasa de flujo) se reducirá también al cambiar la posición del sistema 19 de corredera o tapón de la abertura 18 de sangrado de acero.

La cuchara 3a de sangrado está equipada en su borde con un vertedero 4, que se solapa con el borde de una cuchara 3B, 4 de colada de acero vecina para garantizar un intercambio sin problemas de las cucharas 3a, 3b,... bajo una corriente de acero continua.

La capacidad de las cucharas 3 se diseña de tal manera que la temperatura después del llenado será aún de 30 a 40 grados por debajo de la temperatura de colada requerida. Decisivo para ello son los parámetros de rendimiento del horno 10. Durante el "sangrado" (llenado de las cucharas de colada 3, 3a, 3b,...) algunos tratamientos metalúrgicos como desulfuración y aleación se pueden ya realizar. Para una operación rápida y continua de la máquina 6 de colada los dos hornos 5 de cuchara pueden estar disponibles. La máquina 6 de colada se puede trabajar con dos carros de artesa y procedimientos cambiantes artesa voladora.

Puesto que un desgaste del orificio 18 de colada, del sistema 19 de corredera o tapón y del refractario 13.1 del horno no se puede evitar, pero sin embargo un suministro continuo de la máquina 6 de colada continua con acero se tiene que garantizar, se ha demostrado que vale la pena para proporcionar un segundo recipiente 13b sin sistema de electrodos (doble cuba del horno). Este horno 13b continuará produciendo acero, mientras que el otro recipiente 13a del horno se repara o reemplaza, y después se pondrá de nuevo a disposición como una unidad "de espera".

Las reparaciones menores, tales como en especial el cambio de la abertura 18 de sangrado y/o del sistema 19 de corredera o tapón, que está previsto cada otro día, pueden realizarse, si se planifican en el tiempo, mediante la reducción de la velocidad de colada y creando de este modo una acumulación de acero en el horno 5 de cuchara. Por lo tanto, la fabricación de acero se detendrá y el horno 10 se inclinará en una posición fuera de la escoria con una masa fundida restante máxima. Un cambio del orificio de sangrado se puede realizar por ejemplo con un conjunto 18, 19 de orificios de sangrado previamente preparados y tarda solo de 15 a 20 minutos.

La velocidad I de alimentación máxima de la chatarra 71 de hierro depende de la capacidad del transformador 12. Un horno 13 con una capacidad de aproximadamente 150 toneladas de acero bruto dispone normalmente de una entrada de energía de un mínimo de 100 MW. En el caso ejemplar de un consumo de energía eléctrica supuesta de 490 kWh/t de carga de chatarra (valores asumidos: rendimiento metálico = 88 %; Utilización de arco = 90 %; Temperatura de sangrado = 1.620 °C), el rendimiento de extracción (productividad) surge dependiendo de la entrada de energía (sin energía química) y la tasa de alimentación de chatarra como en se muestra a continuación en la tabla:

Entrada de Potencia [MW]	Chatarra de hierro de entrada (velocidad de alimentación II) [t/h]	Salida de acero (productividad II) [t/h]
60	121	107
80	162	143
100	202	178
120	243	214

5 La Figura 5 muestra los datos de la tabla anterior representados en un diagrama. Aquí la productividad II de un horno 10 de arco eléctrico operado solo con chatarra 71 de hierro se ilustra en función de la entrada de energía (sin energía química) y la tasa de alimentación de chatarra, en el que se representa en el eje x la entrada de energía en megavatios [MW] y en el eje y el tonelaje por hora [t/h]. También es claramente visible el equilibrio entre la entrada I de la chatarra 71 de hierro (velocidad de alimentación) y la Salida II de acero (productividad).

La Figura 6 a continuación, muestra la posible integración de una instalación 1 de producción de acero de acuerdo con la invención, correspondiente a la Figura 3 o Figura 4, en una planta de procesamiento de acero, particularmente en una mini-acería 2.

10 El diseño del horno puede de este modo diferir de los hornos de arco eléctrico convencionales como sigue:

debido al hecho de que se realiza ininterrumpidamente o al menos cíclicamente una adición continua de materiales de carga como chatarra, el baño de fundición está siempre en condiciones líquidas (procedimiento de baño plano), en este caso no hay más necesidad de abrir el techo 14 del horno para la carga de chatarra. En este caso, el dispositivo de elevación del techo se puede eliminar. El techo 14 del horno se puede elevar por la grúa suspendida siempre que sea necesario con la finalidad de realizar reparaciones o cambios. El horno 10 consiste ahora en no más de solo dos partes, cuba 13 del horno inferior y cuba 14 superior (techo del horno).

Los paneles enfriados con agua del techo 14 del horno y de la cuba 13 inferior del horno pueden reemplazarse por material refractario, por lo que el horno 10 se alinea solamente con el material refractario. Esto reduce el dimensionamiento del tratamiento de agua enormemente.

20 Además se reducirá el volumen del horno. El nuevo volumen de horno más pequeño se determina por el volumen de gas generado y por la capacidad del transformador.

Dependiendo del volumen del recipiente determinado por el tamaño del transformador; el horno puede estar equipado en la parte inferior con uno o más tapones de enjuague (no mostrados). Estos tienen la función de garantizar una mejor homogeneización del baño.

25 La tecnología de fabricación de acero eléctrica ha experimentado cambios radicales durante las últimas décadas.

En el pasado, los hornos de arco eléctrico se han alimentado solamente 100 % con carga de chatarra. Hoy en día el material de carga que se utiliza varía de materiales sólidos, desechos, Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o Hierro en Briquetas Caliente (HBI) etc. Especialmente en momentos de alta demanda de acero los precios del mercado cambian con frecuencia y la flexibilidad con respecto al material de carga es una gran ventaja desde el punto de vista económico.

30 El éxito del tratamiento de cuchara para los requisitos de calidades de acero normales y de tratamiento secundario de alta calidad de acero ha aumentado la productividad de los hornos 10 de arco eléctrico, así como ha influido en los procedimientos. El procedimiento de horno de arco eléctrico convencional con la práctica de doble escoria ya no se utiliza, por lo que el ciclo de un procedimiento de fundición (tiempo entre sangrados) de los hornos de arco eléctrico ya conocidos se acerca al de un convertidor de oxígeno.

35 Con las actuales instalaciones 1 de acero de producción de acuerdo con la invención, que se operan de forma ininterrumpida o al menos de forma cíclica, se establecen nuevos estándares en términos de equilibrio energético total con respecto a la productividad y el ahorro energético, la tendencia de los últimos años continua consistentemente.

40 **Lista de signos de referencia:**

- | | |
|--------------|---|
| 1 | instalación de producción de acero |
| 2 | mini-acería |
| 3, 3a, 3b | cucharas de colada acero |
| 4 | vertedero de la cuchara de colada de acero 3 |
| 45 5 | cuchara de horno |
| 6 | máquina de colada continua |
| 10 | horno de arco eléctrico (EAF) |
| 11 | electrodo de grafito |
| 50 12 | transformador |
| 13, 13a, 13b | cuba del horno |
| 13.1 | pared del horno |
| 13.2 | parte inferior del horno |
| 14 | techo del horno |
| 55 15 | abertura de alimentación, en particular quinto orificio en techo 14 del horno |

ES 2 691 300 T3

	16	medios para crear escoria espumosa
	17	abertura de descarga de escoria
	18	abertura de sangrado de acero, en particular sangrado inferior excéntrico (EBT)
	19	sistema de corredera o apón
5		
	20	gases de escape de proceso calientes (parte superior del horno)
	21	sistema de gases de escape
	22	caja de salida
	23	área del sistema 21 de gases de escape con post-combustión
10	24	planta de eliminación de polvo
	30	caldera de recuperación
	31	turbina de vapor
	32	generador de potencia
15	40	sistema de desmenuzado
	41	motor eléctrico
	42	tolva de chatarra por encima o bajo suelo
	50	alimentador vibratorio
20	51	cinta transportadora
	52	sistema de pesaje
	53	aparato de segregación
	54	rampa basculante
25	60	condensador
	61	planta de tratamiento de agua (WTP)
	62	agua
	70	hierro desechado y/o basura (chatarra) de acero altamente diferentes
30	71	piezas de chatarra de hierro sueltas, no prensadas y desmenuzados
	72	metales no ferrosos de alto valor
	80	sistema de control de procedimiento basado en ordenador
35	I	chatarra de hierro de entrada (velocidad de alimentación)
	II	acero de salida (productividad)

REIVINDICACIONES

1. Instalación (1) de producción de acero que comprende al menos:
 - un horno (10) de arco eléctrico para fundir al menos cíclicamente materiales de carga que comprenden piezas (71) de chatarra de hierro desmenuzadas;
 - 5 – medios de generación (30, 31, 32) de potencia al menos cíclica durante la fundición a partir de la energía térmica incluida en los gases de escape de proceso calientes (parte 20 superior del horno) del horno (10) de arco eléctrico; y
 - medios de transporte (50, 51,...), por medio de los que (50, 51,...), durante un ciclo del procedimiento de fundición, el horno (10) de arco eléctrico se alimenta continuamente al menos con las piezas (71) de chatarra de
 - 10 hierro desmenuzadas por un sistema (40) de desmenuzado;

y caracterizada porque:

 - el sistema (40) de desmenuzado
 - se asigna al horno (10) de arco eléctrico para el desmenuzado del hierro desechado y/o basura (chatarra 70) de acero,
 - 15 – y se acciona por un motor (41) eléctrico, en el que el motor (41) eléctrico se alimenta durante un ciclo del procedimiento de fundición por la energía eléctrica recuperada por los medios (30, 31, 32) de generación de potencia.

- 20 2. Instalación (1) de producción de acero de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** el horno (10) de arco eléctrico se fabrica de una cuba (13) del horno fabricada de material refractario y/o que comprende elementos enfriados con agua y un techo (14) del horno que está siempre cerrado durante la alimentación continua con piezas (71) de chatarra de hierro, en la que y al mismo tiempo una abertura (15) de (15) alimentación se dispone en una pared (13.1) de la cuba (13) del horno y/o en el techo (14) del horno, (15) que permite alimentar continuamente el horno (10) de arco eléctrico con las piezas (71) de chatarra de hierro desmenuzadas por el sistema (40) de desmenuzado.

- 25 3. Instalación (1) de producción de acero de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** el horno (10) de arco eléctrico comprende una cuba (13) del horno dimensionada de tal manera, que en su interior hay espacio suficiente para el 90 % o el 80 % o el 70 % de la cantidad máxima de piezas de chatarra de hierro desmenuzadas en una forma sin fundir que se funden en el transcurso de un ciclo de un procedimiento de fundición.

- 30 4. Instalación (1) de producción de acero de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el horno (10) de arco eléctrico comprende medios (16) para la creación de escoria espumosa en una cantidad tal que los arcos están al menos parcialmente amortiguados por una capa de escoria espumosa.

- 35 5. Instalación (1) de producción de acero de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el horno (10) de arco eléctrico comprende una abertura (17) de descarga de escoria dispuesta en la pared (13.3) del horno de la cuba (13) del horno, de tal manera, que (17) se encuentra a un nivel de altura que se define o puede definirse, en relación con el baño de fundición, por un sistema de corredera o tapón, de tal manera que un rebosamiento de la escoria espumosa se drena de acuerdo con el principio de desbordamiento, tan pronto como el baño de fundición ha alcanzado un cierto nivel.

6. Instalación (1) de producción de acero, de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** una abertura (18) de sangrado de acero se dispone en o cerca de la parte inferior (13.2) del horno.

- 40 7. Instalación (1) de producción de acero de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** una parte de acero líquido se descarga desde el baño de acero en una cuchara (3) de colada de acero, (3a) que está equipada en su borde con un vertedero (4), que se solapa con el borde de una cuchara (3b) de colada de acero vecina para garantizar un intercambio sin problemas de la cuchara (3, 3a, 3b,...), bajo una corriente de acero continua.

- 45 8. Instalación (1) de producción de acero de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque**, se incluye un sistema (80) de control de procedimiento basado en ordenador, lo que hace posible, dirigir las velocidades de alimentación definibles sin restricciones, de tal manera que el material de carga están en equilibrio con la energía de fundición necesaria.

- 50 9. Instalación (1) de producción de acero de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** al menos un sistema (52) de pesaje se asigna a los medios de transporte (50, 51,...) para la detección de la velocidad de alimentación presente de la chatarra (71) de hierro.

10. Instalación (1) de producción de acero de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** un aparato (53) de segregación, en particular con procedimientos ópticos o medios de cámaras de supervisión, se asigna a los medios de transporte (50, 51,...), que detecta y segrega las piezas (71) de chatarra de hierro que exceden las dimensiones predefinidas.

11. Instalación (1) de producción de acero de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la energía eléctrica se obtiene directa o indirectamente, o por medio de una caldera (30) de recuperación a partir de la energía térmica contenida en los gases (20) de escape de proceso calientes del horno (10) de arco eléctrico.
- 5 12. Instalación (1) de producción de acero de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque**, el horno (10) de arco eléctrico es un horno de arco eléctrico de corriente alterna (CA) o un horno de arco eléctrico de corriente continua (CC).
13. Un procedimiento de fabricación de acero en una instalación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
 10 en el que:
- los materiales de carga se funden ininterrumpidamente o al menos cíclicamente en un horno (10) de arco eléctrico;
 - los materiales de carga comprendiendo piezas (71) de chatarra de hierro desmenuzadas en un sistema (40) de desmenuzado para el desmenuzado del hierro desechado y/o basura (chatarra 70) de acero, Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o Hierro en Briquetas Caliente (HBI) se alimentan continuamente en el horno (10) de arco eléctrico por un medio de transporte (50, 51,...);
 - una parte de acero líquido se descarga ininterrumpida o cíclicamente del baño de acero del horno (10) de arco eléctrico;
 - 15 y en el que
 - de la energía térmica incluida en los gases de escape de proceso calientes (parte 20 superior del horno) del horno (10) de arco eléctrico, la energía eléctrica se genera, por medios de generación (30, 31, 32) de potencia, durante un ciclo del procedimiento de fundición;
 - 20 **caracterizado porque**
 - un sistema (40) de desmenuzado
 - 25 – se asigna al horno (10) de arco eléctrico para el desmenuzado del hierro desechado y/o basura (chatarra 70) de acero,
 - y se acciona durante un ciclo del procedimiento de fundición por la energía eléctrica generada a partir de los gases de escape de proceso (parte 20 superior del horno).
14. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el horno (10) de arco eléctrico se fabrica para fundir ininterrumpidamente materiales de carga que comprenden piezas (71) de chatarra de hierro desmenuzadas, Hierro de Reducción Directa (DRI) y/o Hierro en Briquetas Caliente (HBI),
 30 **caracterizado porque**
- 35 una parte de acero líquido se descarga de forma ininterrumpida desde el baño de acero del horno (10) de arco eléctrico a través de una abertura (18) de sangrado de acero dispuesta en o cerca de la parte inferior (13.2) del horno, y el material de carga se carga ininterrumpidamente a través de dispositivos (50, 51,...) de transporte en el horno de arco eléctrico.
15. Un procedimiento de uso de la energía eléctrica obtenida por medio de dispositivos (30, 31, 32) de generación de potencia a partir de la energía térmica incluida en los gases (20) de escape de proceso calientes de un horno (10) de arco eléctrico que funde de forma ininterrumpida o al menos cíclicamente materiales de carga que comprenden
 40 piezas (71) de chatarra de hierro desmenuzadas, para el accionamiento de un sistema (40) de desmenuzado de forma ininterrumpida o durante el ciclo de un procedimiento de fundición que, unido al horno (10) de arco eléctrico desmenuza el hierro desechado y/o chatarra de acero (chatarra 70) en una instalación (1) de producción de acero, de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

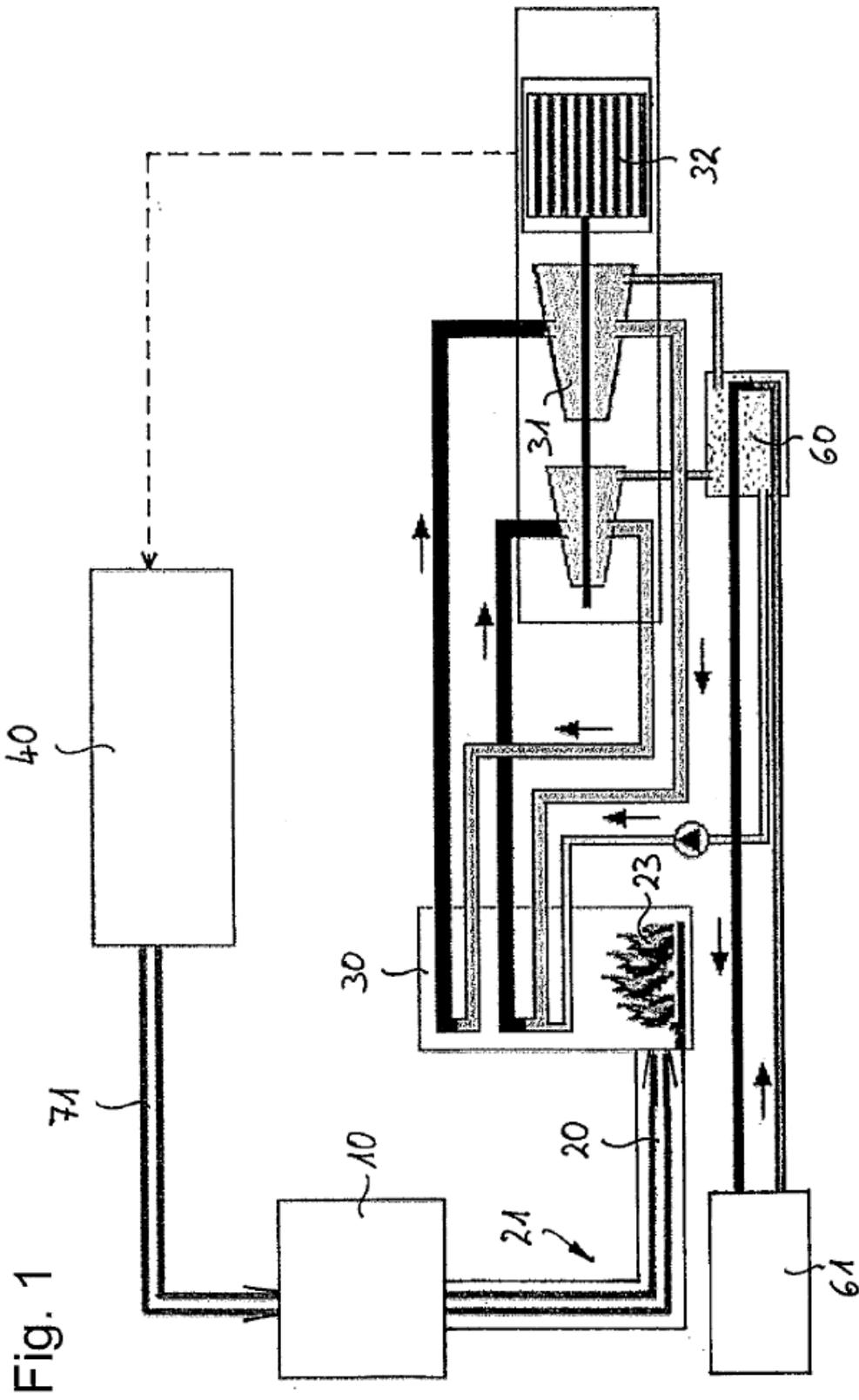
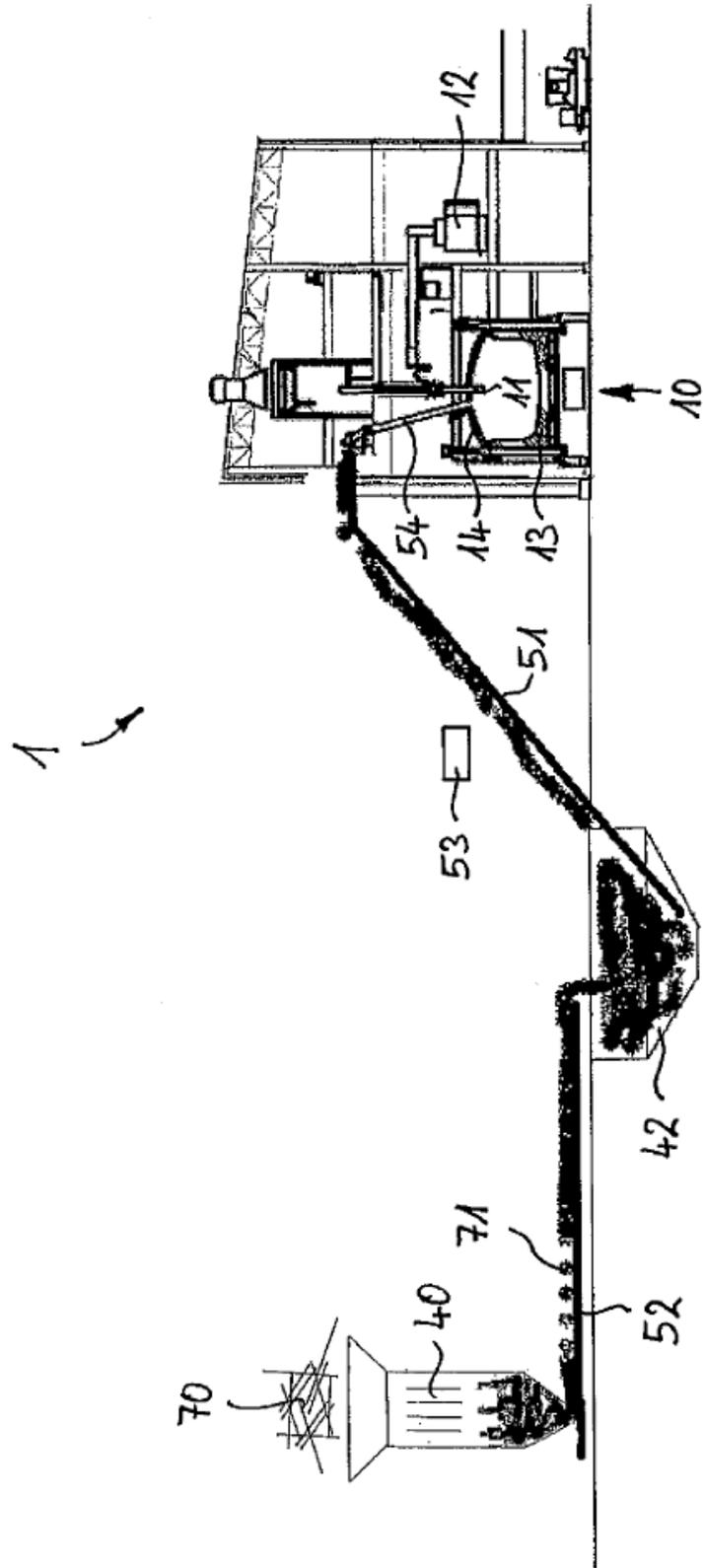


Fig. 1

Fig. 2



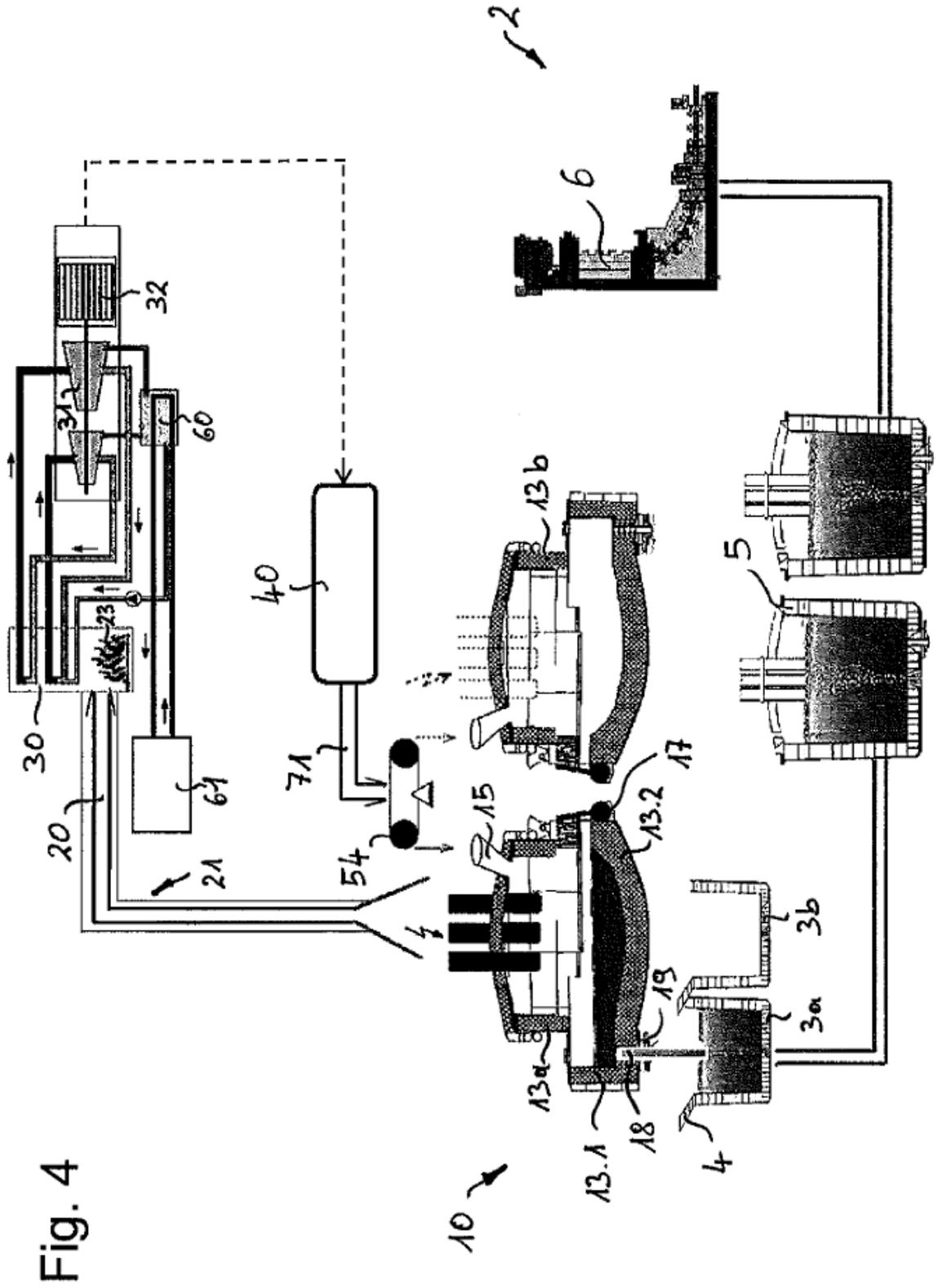


Fig. 4

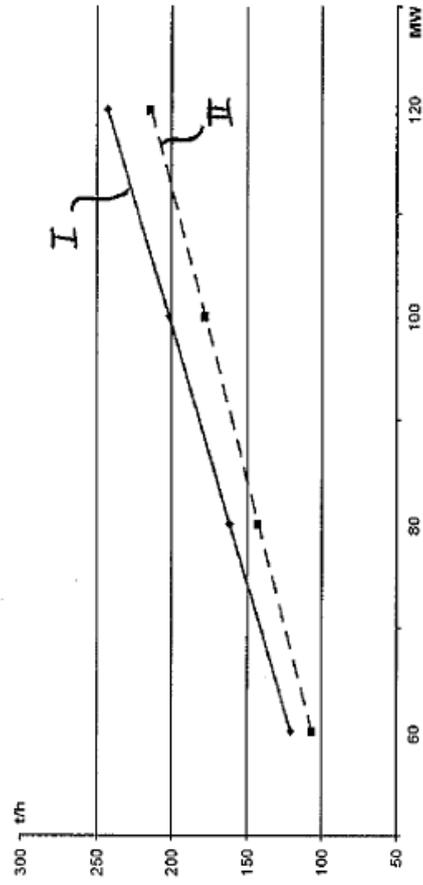


Fig. 5

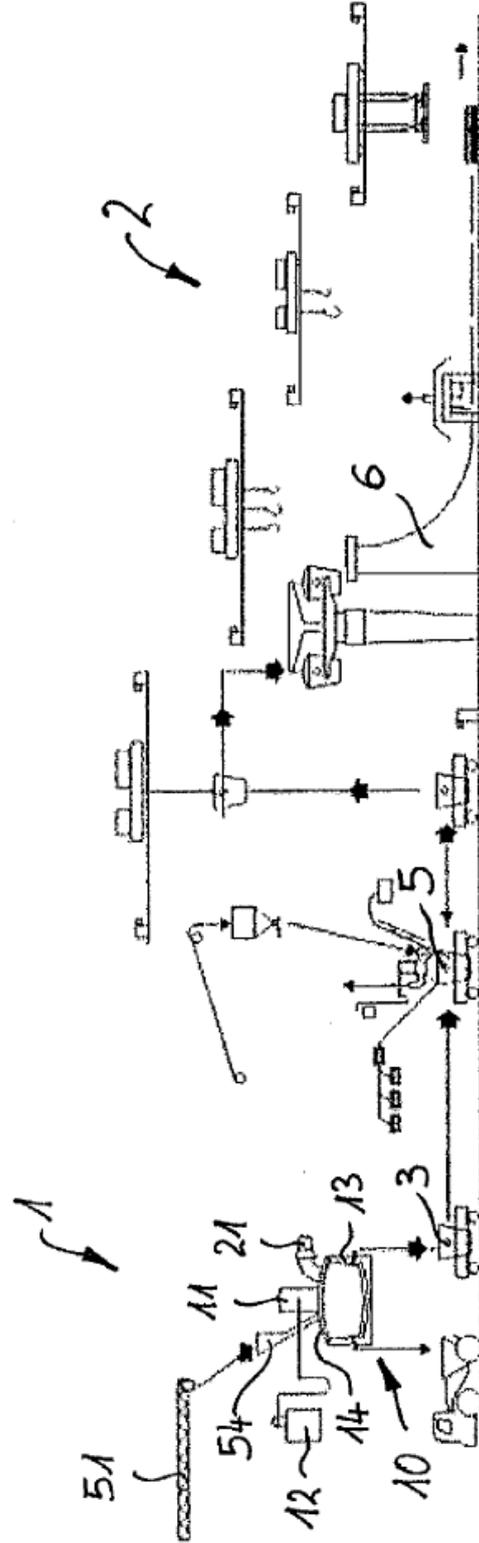


Fig. 6