

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 863**

51 Int. Cl.:
F27B 3/08 (2006.01)
F27B 3/26 (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01)
F28C 1/08 (2006.01)
C21C 5/56 (2006.01)
C21C 5/52 (2006.01)
F27D 13/00 (2006.01)
C21C 5/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09384801 .8**
96 Fecha de presentación: **13.03.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2107327**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.10.2009**

54 Título: **Sistema de control de flujo térmico en horno eléctrico de arco**

30 Prioridad:
02.04.2008 ES 200801035

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.10.2012

73 Titular/es:
**GUIU LAPRESTA, JAVIER
CÉSAR AUGUSTO-22-ESCALERA-2-2º-D
50004 ZARAGOZA, ES**

72 Inventor/es:
Guiu Lapresta, Javier

74 Agente/Representante:
SALIS, Eli

ES 2 387 863 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

Sistema de control del flujo térmico en horno eléctrico de arco

5 Un sistema mediante el cual el flujo de gas que existe dentro del horno de arco eléctrico es dirigido con control a través de la chatarra, que actúa como filtro, en el que los gases liberan su energía, llevando a cabo, de esta manera, el apropiado calentamiento previo del material cargado dentro del reactor del horno. El sistema se basa en la colocación de al menos dos salidas de gas situadas en el reactor del horno, y están conectadas a la instalación de evacuación de gases, según se define en la reivindicación 1.

Campo de aplicación

10 La invención se aplica en el campo de la producción de acero y, dentro de este, en el horno de arco eléctrico, que es alimentado por corriente continua o alterna, pero puede ser aplicada a cualquier tipo de horno que use la energía generada por un arco eléctrico como fuente energética principal del proceso, exactamente igual que en la industria de las ferroaleaciones.

Estado de la técnica

15 En el horno de arco eléctrico, usado principalmente para el proceso de fabricación de acero, la transferencia de la energía térmica desde el arco a la chatarra se realiza, casi exclusivamente, por radiación.

20 Durante el proceso de “presión de bajada” originado por la energía del arco eléctrico, y en todo el periodo de fundición, se crea un agujero o espacio progresivo entre en o los electrodos y la chatarra o la mezcla de chatarra con material férrico. Ese hueco actúa como ruta o vía prioritaria para la evacuación del gas caliente. Gran parte de la energía contenida en estos gases se evacua con ellos a través de lo que se denomina “cuarto agujero”, dispositivo que se sitúa en la parte superior de la bóveda del horno, debido a la elevada velocidad con la que los gases mencionados en lo que antecede abandonan el horno, lo cual es consecuencia de su densidad, así como de la diferencia de presión que existe entre el interior y el exterior.

25 Para optimizar el consumo de energía y el aumento de productividad en las acerías eléctricas, se han desarrollado sistemas y/o técnicas que se basan en diferentes conceptos, como el uso masivo de energías fósiles, una tentativa de confinar al horno los gases interiores, el precalentamiento de la chatarra en una o más estaciones de reactores autónomos, la recuperación de energía procedente del gas de escape para precalentar la chatarra situada en reactores fuera del horno o suministrarla continuamente o de forma intermitente.

30 La patente estadounidense 5375139 enseña un sistema de inyección para modificar el flujo de gas dentro del horno, precalentando la chatarra de esta manera. La patente hace referencia a otro desarrollo anterior con el mismo objetivo (patente europea 0462898 - patente estadounidense 5166950).

La patente estadounidense 6748004 enseña que es habitual actuar sobre el control de la instalación de evacuación de gases para mantener una presión correcta y extraer del horno la menor energía posible, prolongando la estancia de los gases dentro del horno y precalentando la chatarra de esta forma.

35 La pérdida de energía en los procesos indicados en los casos antes mencionados (patente estadounidense 5375139 y otras) es elevada. Las gases actúan “barriendo” y evacuando tanta más energía cuanto mayor es el volumen de gas inyectado, debido al aumento de presión dentro del reactor, que aumenta la velocidad de evacuación, dado que el flujo de gas se mueve fundamentalmente a través de los espacios libres de obstáculos, que están “conectados” con el “cuarto agujero”, situado en la bóveda, evento que ocurre ya desde el comienzo del periodo de fundición.

40 Además, los gases, en estos casos, solo interactúan con la superficie de la carga, que ya está muy caliente, lo que representa un gradiente térmico bajo de gas/chatarra y reduce el intercambio o la transferencia de energía.

Se han desarrollado otros sistemas que llevan a cabo el precalentamiento fuera del reactor del horno. El estado de la técnica (patente estadounidense 6157664) muestra un sistema de recuperación de la mayor parte de la energía que es evacuada del horno a través del “cuarto agujero” y se basa en reactores cargados de chatarra conectados en línea entre el cuarto agujero mencionado anteriormente y la instalación de evacuación de gases.

45 Esta patente expone los problemas de capacidad operativa implicados por una serie de desarrollos anteriores (patente europea 225939 - patente WO 95/12690, patente WO 96/32616, patente europea 636698), refiriéndose todos ellos al precalentamiento de la chatarra situada en reactores fuera del horno.

50 El estado de la técnica (patente estadounidense 6274081) también muestra el desarrollo llevado a cabo relativo al precalentamiento de chatarra: un dispositivo de precalentamiento a través de una tolva situada fuera del blindaje del horno (insertado en la bóveda de lo anteriormente mencionado y conectado con la instalación de evacuación de gases). En este caso, las gases descargados del horno atraviesan la chatarra situada en la tolva o cuba, liberando así gran parte de su energía en la misma, llevando a cabo el consiguiente precalentamiento de la carga.

La patente europea 0190313 y la patente WO 86/01230 enseñan un sistema de precalentamiento que usa la energía de los gases que salen del horno haciendo que se muevan contracorriente con la dirección de la carga de chatarra, proceso que se lleva a cabo a través de un largo túnel en el que está instalado con ese fin un sistema de alimentación.

5 Los sistemas de precalentamiento de chatarra fuera del horno, mencionados previamente, presentan problemas como:

- Dificultad de obtención de un lecho fluido a través del cual puedan fluir los gases (US 6157664) y todos los problemas operativos indicados en esta patente sobre los mencionados en ella (EP 225939, etc.).
- 10 – Dificultad de control de la caída de chatarra desde la cuba - tolva hasta el blindaje del horno (US 6274081), situación que causa la ruptura de los electrodos.
- Hay también inconvenientes comunes a las patentes (patente estadounidense 6274081 - patente europea 0190313) en los que la ausencia de chatarra en las zonas del horno que están más alejadas de la zona en la que cae la carga provoca la exposición prematura de las paredes del reactor, que son expuestas a la acción agresiva del arco eléctrico. Esta circunstancia impide el uso de una potencia eléctrica elevada, disminuyendo así la productividad, a la vez que lleva a un deterioro del material refractario. Además, en este sistemas no es posible usar cualquier tipo de chatarra, debido a problemas operativos (caída descontrolada de la carga, control de alimentación no continua) que requieren seleccionar la calidad de la chatarra, lo que implica el aumento del precio del producto.

20 El estado de la técnica (patente estadounidense 5479434 A) da a conocer una instalación de doble horno en la que la chatarra es precalentada en un reactor de horno que usa gas caliente procedente de otro reactor de horno operativo en el que tiene lugar la fundición.

Aparte de las dificultades mencionadas, estos sistemas requieren instalaciones enormes, lo que se traduce en una fuerte inversión y elevados costes de mantenimiento.

25 Teniendo en cuenta todas estas circunstancias, la solución a los problemas expuestos implicaría el uso de un sistema eficiente de precalentamiento de la carga dentro del horno, evitando la construcción de elementos onerosos fuera del reactor y su dificultad operativa.

30 La invención que se expone aquí soluciona de forma simple los inconvenientes mencionados anteriormente, añadiendo un sistema nuevo para recoger, regular y controlar los gases que provienen de la combustión de los productos orgánicos incluidos en la chatarra, así como de los gases producidos debidos a la combustión de añadidos suministrados de forma sólida, así como gaseosa. Esta invención permite conducir el flujo gaseoso desde el lugar en el que se generan estos gases hasta la instalación de evacuación de gases, siempre a través de la carga sólida, creando un contacto estrecho de las masas y llevando a cabo de esta manera el proceso de precalentamiento dentro del reactor del horno.

Descripción de la invención

35 Esta invención, cuyo proceso está expuesto en la reivindicación número 1 y que está relacionada con el aparato de la reivindicación número 2, se basa en un cambio completo de criterios en el concepto de precalentamiento de la chatarra, que lo define haciendo que la energía térmica atravesase la chatarra para producir el efecto anteriormente mencionado. El estado de la técnica, que fue sintetizado previamente, indica que el precalentamiento de la chatarra en las instalaciones actuales se lleva a cabo casi cada vez en reactores o túneles fuera del horno de arco eléctrico o en un reactor fijado a la bóveda del horno.

40 Con esta invención, a diferencia de las opciones actuales, el precalentamiento se realiza dentro del horno, ya que, desde el momento en que los electrodos comienzan a transferir energía térmica, los gases generados insuflados en el horno que llevan la energía que no ha sido transferida a la chatarra no son evacuados a través del "cuarto agujero", sino que son conducidos —obligados— y dirigidos hacia abajo a través de la chatarra, hacia los agujeros o las salidas de gas que han sido situados alrededor del blindaje del horno, en lugar de hacia la bóveda del horno.

45 Con esta invención, la oposición que presenta la chatarra a la evacuación de los gases crea una notable disminución en la velocidad de escape de los anteriormente mencionados, porque no pueden hacerlo a través del "cuarto agujero", dado que ha sido tapado o eliminado, sino por las salidas de gas realizadas en el blindaje del horno, prolongando así su estancia en el reactor, dado que no pueden escapar de forma natural. Este efecto, añadido al hecho de que los gases son tomados y obligados a atravesar la chatarra de forma controlada hasta las salidas por medio de la acción de la instalación de tratamiento de gases de evacuación, permite que su circulación se lleve a cabo a través de los espacios vacíos en la chatarra, logrando un intercambio térmico eficaz.

55 Debido a la masa aparente relativamente pequeña de la chatarra situada entre el o los electrodos y/o el o los quemadores y las salidas de gas, se logra un lecho fluido en todo momento que permite el control o la regulación correctos del proceso sin necesidad de grandes sistemas motorizados de escape, que son típicos de otros sistemas

de hornos en los que los gases deben atravesar un gran montón de chatarra, y la falta de permeabilidad de este puede evitar a veces la correcta evacuación de los gases, lo que hace que fluyan al exterior del horno.

Este sistema también impide que el aire que entra a través de la puerta de desescoriado robe energía del proceso, dado que una de las zonas de succión de las salidas de gas —evacuación— está situada en la parte superior externa de la puerta del túnel, en la que la puerta suele estar situada de tal manera que este aire será aspirado y conducido directamente a la instalación de evacuación de gases, sin entrar en contacto con la chatarra, a la vez que dicho aire es capaz de quemar el CO, previniendo posibles explosiones en la instalación de evacuación de gases, y también disminuye la temperatura de los gases.

Por medio de una regulación adecuada de válvulas alternantes y moduladoras que están colocadas en los sistemas con tal fin, es posible obtener un movimiento rotatorio de barrido de gas para aumentar la producción de energía y una buena homogeneidad térmica.

La invención permite situar los quemadores de oxifuel en la parte superior del blindaje del horno, en la que el peligro de taponamiento es mínimo, y también permite mantenerlos activos exclusivamente cuando sea necesario, cerrándolos y abriéndolos a voluntad, dado que no hay riesgo alguno de que la llama rebote. En la actualidad, los quemadores de oxifuel deben permanecer abiertos constantemente para evitar obstrucciones. Dado que este sistema impide que entre aire en el horno a través de la puerta de desescoriado, el oxígeno y los gases pueden ser suministrados a través de cualquiera de los procedimientos externos (manipuladores, etc.) situados de forma tradicional a través de dicha puerta de desescoriado, sin necesidad de mantener el o los quemadores de oxifuel fijos operativos constantemente.

Ventajas del sistema

- Reducción del consumo de energía, debido al uso del calor del gas para precalentar la chatarra, así como la evitación de la entrada de aire a través de la puerta de desescoriado y que entre en contacto con la chatarra.
- Posibilidad de usar una potencia eléctrica más elevada, ya que no hay ningún punto de sobrecalentamiento, lo que implica una mayor productividad.
- Aumento de la estabilidad del arco, debido a la homogeneidad térmica, lo que se traduce en un mejor rendimiento electrotérmico. Menor tiempo de puesta en marcha.
- Reducción en el consumo de oxígeno y de gas, debido a la colocación de los quemadores de oxifuel, lo que permite usarlos según los requisitos que se necesitan.
- Reducción en el consumo de electrodos, menor oxidación, menos caídas de chatarra que causen rupturas; menor tiempo de parada por esta razón.
- Reducción de consumo del material refractario, debido al menor tiempo de puesta en marcha, a la mejor homogeneidad térmica y a la ausencia de puntos de sobrecalentamiento.
- Aumento de la productividad (debido a todos los elementos anteriores).
- Reducción en el costo de mantenimiento de los quemadores de oxifuel, debido a su uso alternante y a la ubicación superior de su posición.
- Debido a que en este sistema no es necesario usar el “cuarto agujero”, mejora la estabilidad mecánica durante la apertura de la bóveda, ya que hay una reducción de su peso total, además de facilitar los problemas inerciales existentes en el sistema de apertura/cierre.
- Dado que una de las salidas de gas está situada en la puerta de desescoriado del horno, esta zona permanecerá libre de chatarra, evitando así la necesidad de llevar a cabo operaciones de limpieza, con las ventajas que esto ofrece en seguridad, así como en ahorros en maquinaria por esta cuestión.
- En este sistema, el colector general de la instalación de evacuación está situado a una altura que es muy inferior a la de los hornos convencionales y está por debajo del nivel de la bóveda. Por lo tanto, no hay interferencia alguna entre la cesta de chatarra y el blindaje del horno, permitiendo llevar a cabo la carga de chatarra o escoria líquidas o sólidas, ya sea desde la parte superior o desde el lateral, así como la sustitución de electrodos con facilidad y seguridad.
- La invención puede ser aplicada a cualquier tipo de horno eléctrico convencional, en hornos nuevos, así como en la modernización de los existentes. La inversión es considerablemente menor que la de los sistemas actuales con precalentamiento fuera del horno.
- La adaptación del sistema se lleva a cabo con un tiempo mínimo de parada de la producción.

Explicación de los dibujos

Los dibujos adjuntos muestran un ejemplo no vinculante del diseño de la invención.

La Fig. 1 muestra la vista panorámica del horno, incluyendo el nuevo sistema, en la que se indican: la bóveda (1), los electrodos (2) y la piqueta o similar (3) de un horno de colada excéntrica.

Puede verse que, aunque es posible, en la bóveda no hay un cuarto agujero tradicional para conducir los gases de evacuación. Se muestra la ubicación opcional de los quemadores o de los dobles dispositivos de inyección de oxicarbono en el blindaje (4) del horno, así como en la puerta (5) de desescoriado. La extracción o la conducción del

gas, objeto principal de la invención, se lleva a cabo a través de las salidas (6) de gas situadas en el reactor (4) del horno.

5 La Fig. 2 muestra una vista lateral del horno, en la que podemos ver: la piquera (3), las salidas (6) de gas, la unión (9) de conexión entre las salidas de gas, convergiendo todas ellas en un colector principal (7) y estando conectadas a la instalación de evacuación de gases a través de una conexión (8) de conductos.

La Fig. 3 muestra una vista frontal del horno en la que se indican: la piquera (3), las salidas (6) de gas, los colectores (9) de estas salidas de gas y la conexión (8) de conductos de la instalación de evacuación de gases.

La Fig. 4 muestra un croquis de la regulación y el control del sistema. Pueden verse el dispositivo (10) de apertura-cierre, el sensor (12) de temperatura-presión y el circuito (11) de regulación.

10 La Fig. 5 muestra un ejemplo de control y conducción del proceso en el que, con base en variables predeterminadas, se activan diferentes dispositivos de apertura - cierre.

Proceso

Se carga la chatarra o la mezcla de hierro briquetado en caliente-hierro de reducción directa en las cestas y se descarga dentro del blindaje del horno tras la apertura de la bóveda.

15 Para acelerar el proceso de fundición, pueden añadirse a la chatarra carbono o elementos que contengan carbono o durante el proceso de fundición a través de dispositivos de inyección de carbono-oxígeno.

20 Cuando la bóveda del horno se activa y se cierra, se conecta la energía eléctrica del reactor y se ponen en marcha los quemadores de oxifuel, situados preferentemente en la parte superior del horno. El precalentamiento de la chatarra se realiza inicialmente de arriba abajo, a diferencia de cualquier otro horno actual. Dado que los gases que portan energía no pueden abandonar el horno por su parte superior, deben hacerlo a través de las salidas de gas practicadas en la parte inferior de la caldera del horno, frente a lo cual la chatarra permanece hasta su completa fundición.

25 En el curso del periodo de fundición, el sistema de regulación activa las válvulas instaladas en las salidas de gas para este propósito, permitiendo abrir o cerrar automáticamente cada una de ellas individualmente, según las señales recibidas a través de los elementos de control instalados. Cerrando las salidas de gas más calientes, es posible conducir a las zonas más frías los gases, que transfieren su energía a la chatarra que permanece sólida.

30 El sistema de control permite identificar cuándo está fundida una zona del horno y proceder a la protección de la pared refractaria y de los paneles añadiendo automáticamente carbono u otros aditivos, que generarán la escoria espumosa que se necesita para ese fin. La reoxidación o poscombustión de su componente gaseoso principal (CO) debida a la inyección simultánea de oxígeno desde cualquier punto del horno lo transformará en CO₂. Este gas, como consecuencia del diseño del horno, es conducido, obligado, a la zona de gas de salida en la que sigue habiendo chatarra que no se ha fundido, llevando a cabo su función de precalentamiento. Se toman datos de las diferentes salidas de gas del horno, lo que permite conocer el proceso en tiempo real y proceder a recargar una nueva carga justo a tiempo.

35 Una vez que toda la chatarra o carga ha sido fundida, según se muestra en la Figura 5, el proceso tiene lugar de la manera habitual, realizando un trabajo metalúrgico y térmico hasta el momento del vertido.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de precalentamiento de chatarra dentro de un reactor de horno de arco eléctrico por el que se obliga a un flujo de gas a descender a través de la chatarra cargada para obtener un calentamiento óptimo de la chatarra y una carga térmica homogénea enviando más energía a la zona más fría y dicho flujo de gas caliente es conducido hacia las zonas de puntos fríos del horno para efectuar tanto el procedimiento de control del flujo de gas para el precalentamiento de la chatarra como la fusión de la chatarra de una manera homogénea y simultánea en la que al menos dos salidas de gas están situadas en la parte inferior del reactor del horno, que incluye la puerta de desescoriado y la parte superior hasta la zona (3) de la piquera, y están conectadas a la instalación de evacuación de gases y dichas salidas de gas comprenden un sistema de regulación de apertura-cierre y sensores de temperatura-presión, **caracterizado porque** el procedimiento comprende las siguientes etapas:
- Cargar chatarra en el reactor del horno de arco eléctrico.
 - Aplicar energía eléctrica al o a los electrodos y energía fósil.
 - Controlar la temperatura en cada salida de gas.
 - Regular el nivel de apertura/cierre en función de los valores de temperatura-presión.
 - Una vez que toda la chatarra ha sido fundida, el procedimiento es similar a un horno convencional realizando un trabajo metalúrgico y térmico hasta el momento del vertido.
2. Un aparato para llevar a cabo el procedimiento de la reivindicación 1 para precalentar chatarra dentro de un reactor de horno de arco eléctrico que comprende al menos dos salidas (6) de gas situadas en la parte inferior del reactor del horno, que incluye la puerta (5) de desescoriado y la parte superior hasta la zona (3) de la piquera, y dichas salidas de gas están conectadas a la instalación de evacuación de gases, **caracterizado porque** dichas salidas (6) de gas comprenden una válvula o un dispositivo (10) de apertura-cierre, un sistema (11) de regulación y sensores (12) de temperatura-presión.
3. El aparato para precalentar chatarra dentro de un horno de arco eléctrico según la reivindicación 2 **caracterizado porque** los dispositivos de apertura-cierre son activados a través de un sistema de regulación eléctrico, hidráulico o neumático.

Figura- 1

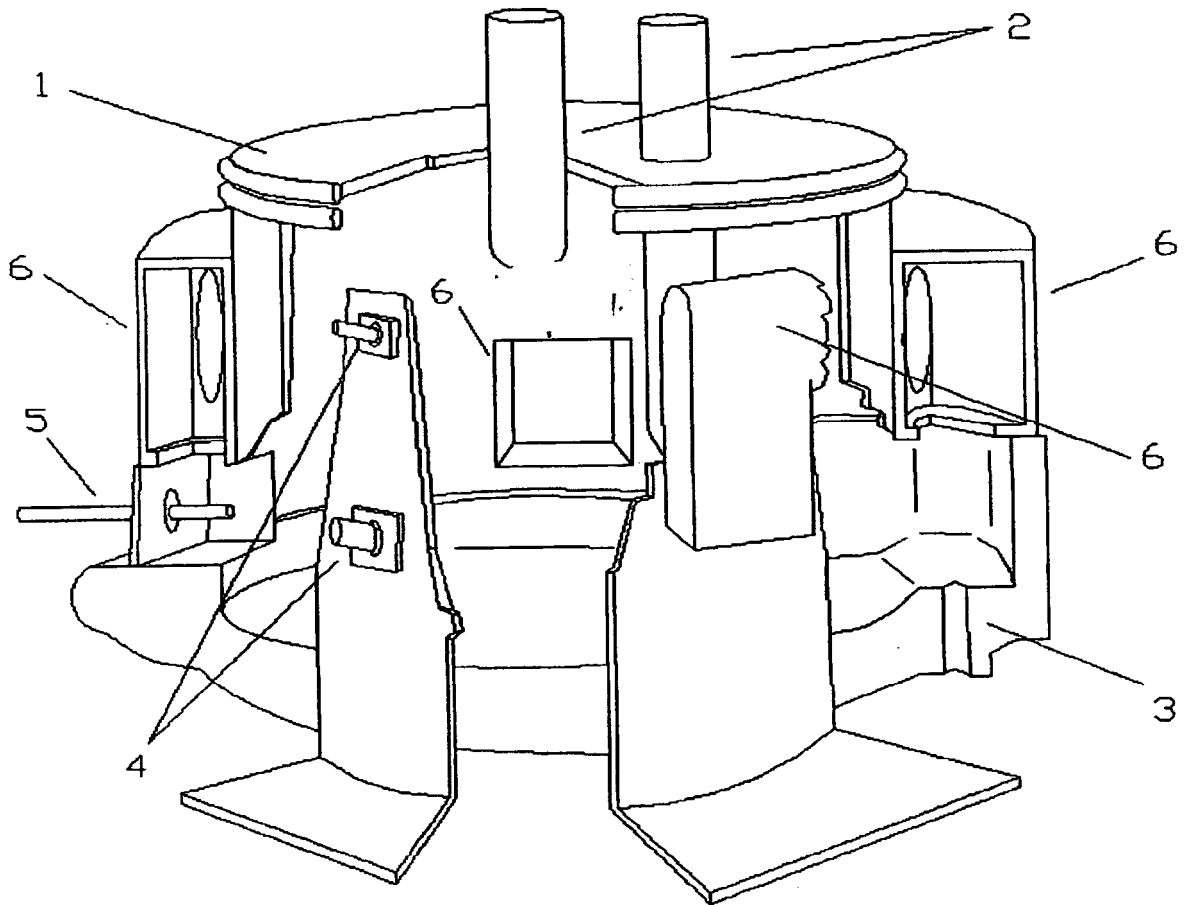


Figura- 2

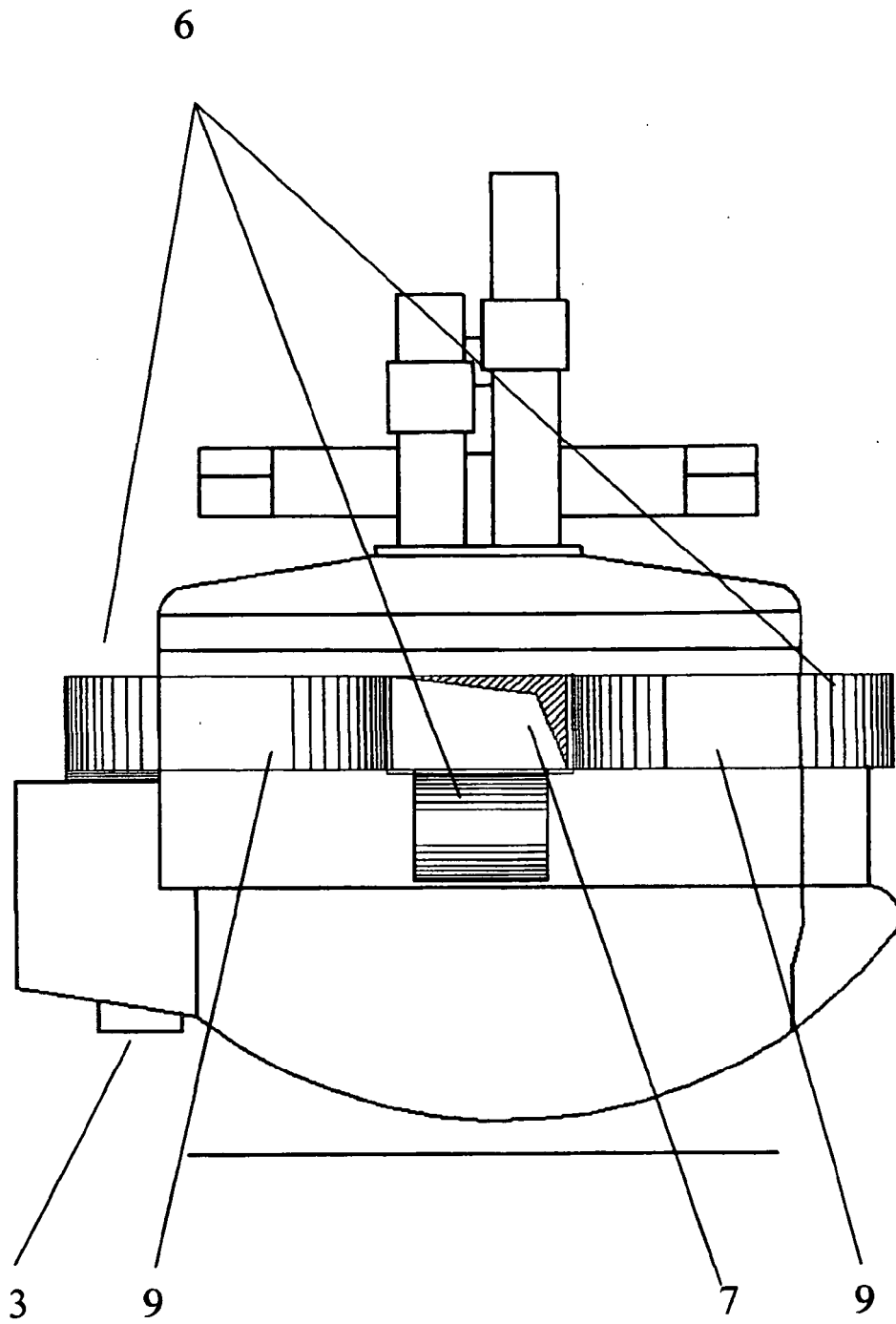


Figura- 3

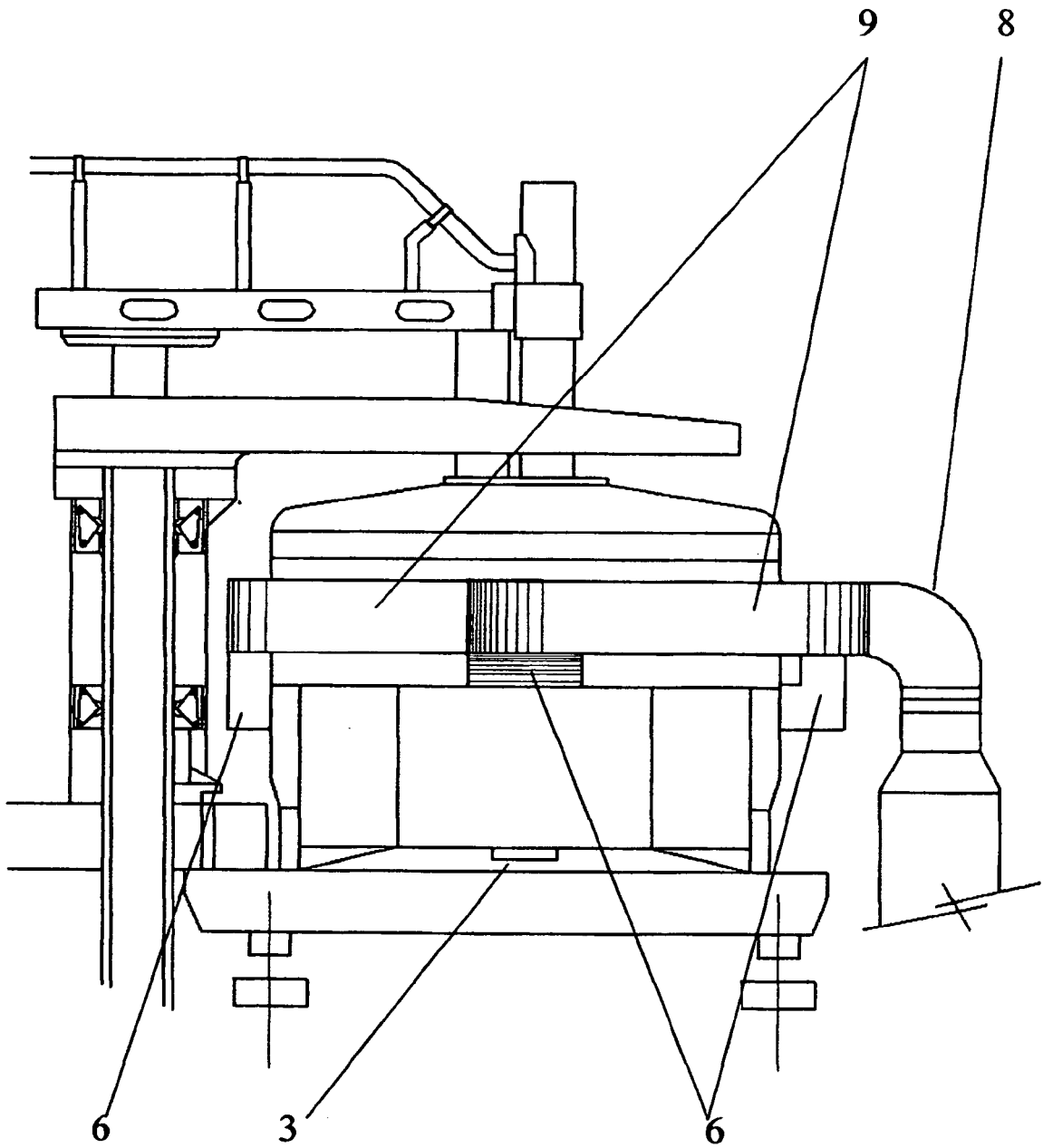


Figura- 4

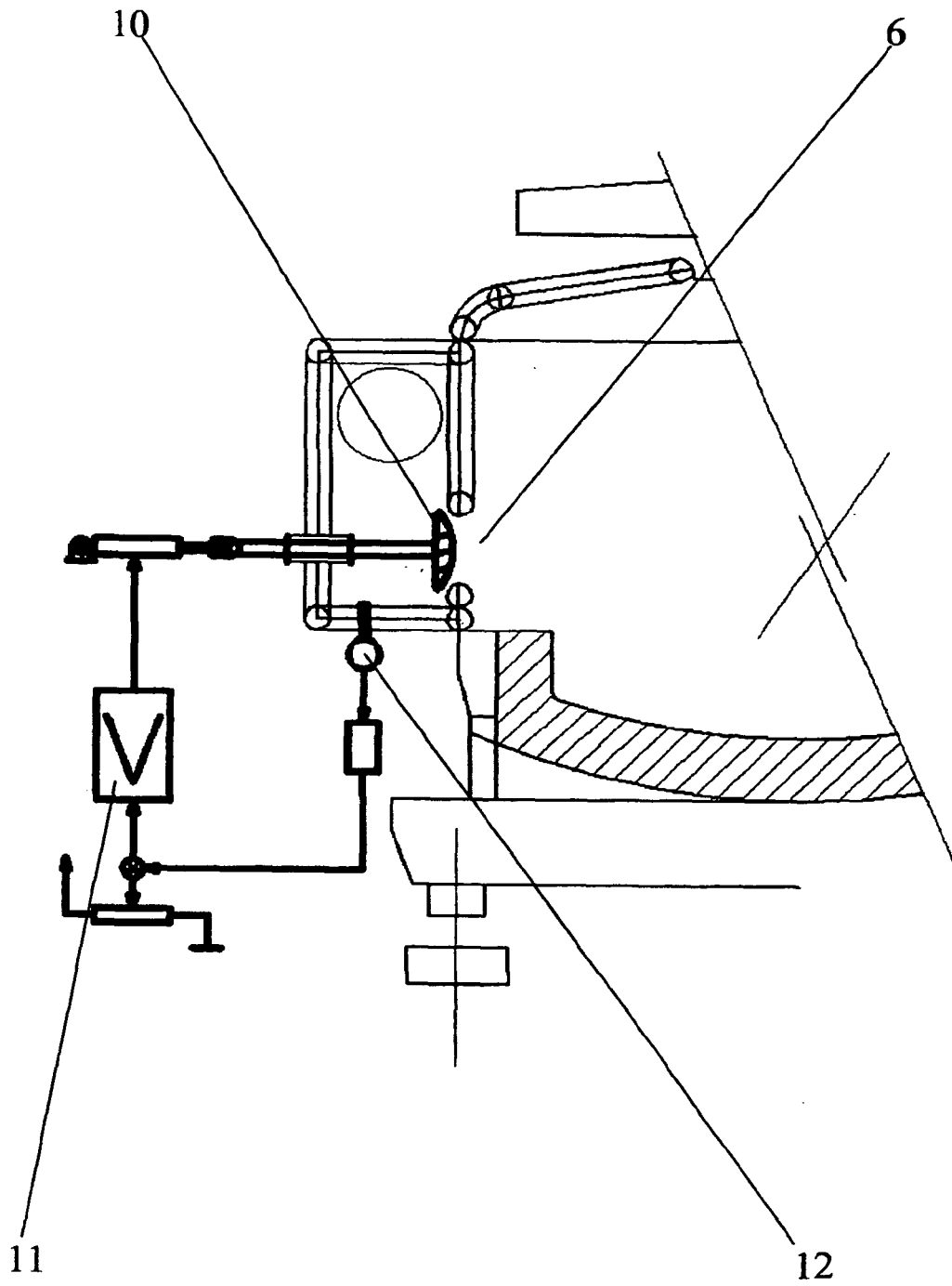


Figura- 5

