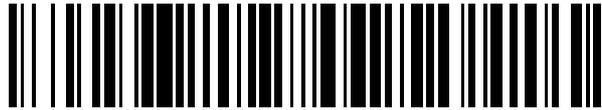


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 814**

51 Int. Cl.:

C21D 9/04 (2006.01)

C21D 11/00 (2006.01)

C21D 1/667 (2006.01)

C21D 1/613 (2006.01)

C21D 10/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2011 PCT/RU2011/000819**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2012 WO12064223**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2011 E 11839429 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017 EP 2573194**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el tratamiento térmico de carriles**

30 Prioridad:

11.11.2010 RU 2010145748

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

31.07.2017

73 Titular/es:

**SCIENTIFIC MANUFACTURING ENTERPRISE
TOMSK ELECTRONIC COMPANY, LTD. (100.0%)
Ul. Vysotskogo 33
Tomsk 634040, RU**

72 Inventor/es:

**KHLYST, SERGEY VASILIEVICH;
KUZMICHENKO, VLADIMIR MIKHAYLOVICH;
SERGEEV, SERGEY MIKHAYLOVICH;
SHESTAKOV, ANDREY NIKOLAEVICH;
KIRICHENKO, MIKHAIL NIKOLAEVICH;
PSHENICHNIKOV, PAVEL ALEXANDROVICH;
IVANOV, ALEXEY GENNADIEVICH;
KOZHEVNIKOV, KONSTANTIN GENNADIEVICH;
GONTAR, ALEXEY VLADIMIROVICH;
KHLYST, ILYA SERGEEVICH;
KIRICHKOV, ANATOLY ALEXANDROVICH y
KUSHNAREV, ALEXEY VLADISLAVOVICH**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 627 814 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

Procedimiento y dispositivo para el tratamiento térmico de carriles

Campo de la técnica

- 5 La invención se refiere al campo de la metalurgia del hierro, en particular a procedimientos para el tratamiento térmico de carriles, incluyen carriles ferroviarios.

Estado de la técnica

- 10 Se conoce un procedimiento para la refrigeración de un carril (Patente RU 2266966 C21D9/04, C21D11/00, C21D1/02), que comprende la conducción del carril caliente a través de una sección de refrigeración con una zona de entrada y una zona de salida así como para la refrigeración hasta la transformación de la micro estructura del carril en una micro estructura de perlita o ferrita-perlita y se caracteriza porque el carril se conduce a través de una
 15 sección de refrigeración, que está constituida por módulos de refrigeración individuales, independientes, dispuestos sucesivamente en la longitud de la sección de refrigeración, con parámetros de refrigeración regulables de manera independiente y con zonas intermedia, que están dispuestas para la absorción de tensiones estructurales entre los módulos de refrigeración, con medios para la determinación de la temperatura real de a cabeza del carril. En función del valor correspondiente de la temperatura real de un componente se regulan en una zona intermedia los parámetros para la intensidad de la refrigeración, al menos de acuerdo con el módulo de refrigeración siguiente,
 20 para la consecución de una temperatura predeterminada de la cabeza del carril durante todo el paso a través de la sección de refrigeración, que excede la temperatura crítica para la formación de una estructura de bainita.

Un inconveniente de este procedimiento es la zona limitada de la regulación de la velocidad de refrigeración durante el proceso del ciclo de refrigeración. Además, la bajada de la temperatura en la superficie de la cabeza del carril
 25 durante 4-5 segundos del ciclo de refrigeración alcance de 350°C a 450°C, lo que puede conducir a la formación de estructuras de bainita en la micro estructura de las capas de la superficie del carril. De esta manera, el inconveniente especial de este procedimiento consiste en las fuertes oscilaciones de la temperatura en la superficie de la cabeza del carril (de 350°C a 100°C), lo que puede conducir a una macro estructura no unitaria.

30 Otro inconveniente es la irregularidad del tratamiento térmico en la longitud del carril, puesto que durante el ciclo de realización del tratamiento térmico bajo regulación de la intensidad de regulación en los módulos independientes individuales, las diferentes secciones del carril atraviesan diferentes ciclos de refrigeración.

Se conocen un procedimiento y un dispositivo para el endurecimiento diferenciado bajo refrigeración de la cabeza del carril y de la pata del carril por medio de aire comprimido a través de un sistema de colectores con orificios (toberas) (Patente US 4913747, Clase internacional C21D 9/04). Esta patente ha sido seleccionada como estado
 35 más próximo de la técnica con relación al dispositivo para el tratamiento de carriles.

El dispositivo está constituido de: instalaciones de alimentación, de extracción y de posicionamiento, de una
 40 instalación de retención para la fijación del carril, de manera que la cabeza del carril está dispuesta arriba (sobre la pata), un compresor de turbina, un sistema de conductos de aire y colectores con orificios (orificios) para el transporte de refrigerante al carril, instalaciones de posicionamiento para los colectores superiores, inferiores y laterales con una parte de conducto de alimentación de aire, un sistema de regulación de la alimentación de aire y un sistema de supervisión de la temperatura.
 45

Este procedimiento y este dispositivo posibilitan la realización de un tratamiento térmico sólo de carriles de aceros aleados o con alto contenido de carbono (aceros hipereutectoides con un contenido de carbono de 0,9 a 1,2 por ciento en masa).

50 El inconveniente principal del procedimiento y del dispositivo reside en el intervalo de regulación pequeño de las velocidades de refrigeración, que posibilita un tratamiento térmico de los carriles con velocidades de hasta 4,5°C/s, puesto que el refrigerante es aire, lo que no permite un tratamiento térmico de carriles de aceros no aleados que contienen carbono, puesto que a tal fin son necesarias velocidades de refrigeración esencialmente más elevadas (10°C/s y más).
 55

Otro inconveniente del dispositivo reside en la utilización de accionamientos más fuertes y construcciones metálicas más complejas, puesto que para el tratamiento térmico de cada carril debe elevarse o bajarse la construcción de colectores superiores y laterales para la refrigeración de los carriles con la parte de alimentación de aire.

60 Se conoce otro procedimiento para el tratamiento térmico de carriles (Patente RU 2280700 C21B9/04), que comprende la refrigeración continua de una cabeza de carriles con una refrigeración posterior regulada de componentes del perfil del carril y se caracteriza por que el carril es refrigerado de manera intermedia desde un calor

de laminación a una temperatura de 820-870°C y es refrigerado en dos medios. En primer lugar, se realiza en la superficie de la cabeza del carril con aire comprimido durante un periodo de tiempo de 20-30 s con una cantidad de aire de 3000-4000 m³/h a una temperatura del aire de 10-25°C y una presión de 0,55 MPa, a continuación se realiza una refrigeración de la cabeza del carril con una mezcla de agua y aire de 25-30 l/min, a una temperatura de 10-30°C y una presión de 0,3-0,4 MPa, simultáneamente con una refrigeración de la cabeza del carril se realiza una refrigeración de la pata del carril con la mezcla de agua y aire a una temperatura del agua de 10-30°C, una cantidad de 6-7 l/min y una presión de 0,08-0,09 MPa.

Este procedimiento se puede aplicar para el tratamiento térmico de carriles de aceros no aleados, con contenido de carbono (hipoeutectoides), pero es limitado para el tratamiento térmico de aceros hipereutectoides y aleados, lo que es un inconveniente esencial.

Otros inconvenientes de este procedimiento son: la modificación brusca de la velocidad de refrigeración del carril después de la alimentación de la mezcla de agua y aire con una cantidad de agua de 25-30 l/min sobre el perfil del carril, lo que contradice el principio de la refrigeración unitaria y puede conducir a la configuración de una irregularidad de las marco y micro estructuras. Además, la utilización de aire con la alta presión de 0,55 MPa en las cantidades de aire mencionadas implica la necesidad de la utilización de compresores muy potentes y de depósitos de gas comprimido muy grandes, lo que hace que el dispositivo sea complejo y costoso de energía.

Se conoce a partir del documento DE 195 03 747 A1 un procedimiento así como un dispositivo para la refrigeración de perfiles laminados en caliente a partir del calor de laminación. La cantidad de carga necesaria de medios de refrigeración se determina y se calcula utilizando medios técnicos de medición en colaboración con la unidad de cálculo con la ayuda de un programa de cálculo, siendo medida la temperatura de diferentes partes del perfil. La potencia de refrigeración del refrigerante se modifica a través de la adaptación de la intensidad del chorro de refrigerante. La refrigeración de las diferentes partes del perfil se realiza de forma controlada de tal manera que éstas se convierten con la mínima desviación de tiempo posible en ferrita y/o perlita bajo liberación del calor de conversión.

El documento WO 2008/077166 A2 describe un procedimiento y un dispositivo para el tratamiento térmico continuo de productos metálicos largos, como perfiles, carriles, material en banda. Los productos largos son transportados de manera ejemplar por medio de una vía de rodillos de entrada y unidades de centrado así como transporte transversal opcional. Ya en la sección de endurecimiento se emplea la refrigeración por pulverización directa o indirecta de varias fases con medios monofásicos o mezclas de medios bifásicas para la refrigeración selectiva de la superficie del material, de manera que se modifica la intensidad de la refrigeración a través del ángulo de ataque de las toberas. La refrigeración se puede combinar opcionalmente con etapas de calentamiento.

Los cometidos del procedimiento según la invención y del dispositivo según la invención son: la regulación de la potencia de refrigeración del refrigerante, tanto por impulsos de manera casi continua como también de manera continua, el incremento de la zona y la continuación sin escala de la regulación de la velocidad de refrigeración, el acortamiento de la duración del tratamiento térmico de los carriles, la posibilidad del tratamiento térmico de carriles de aceros no aleados y aleados, la consecución de una dureza alta a lo largo de la superficie de rodadura, la mejora de las propiedades de plasticidad y de resistencia de acero tratado en caliente, la simplificación del dispositivo y la reducción del consumo de energía.

El resultado técnico consiste en la creación de un procedimiento y de un dispositivo que posibilitan lo siguiente:

- la regulación de la potencia de refrigeración de refrigerante de gas tanto por impulsos de manera casi continua como también de manera continua de acuerdo con un ciclo predeterminado por un programa,
- la realización de un tratamiento térmico de carriles de aceros no aleados con contenido de carbono y de aceros aleados (hipoeutectoides e hipereutectoides),
- la realización de la refrigeración de los carriles con velocidades de refrigeración en el intervalo de 2 a 20°C/s,
- la modificación de las velocidades de refrigeración durante el proceso de tratamiento térmico de manera casi continua, sin escala o enérgica en diferentes fases de la refrigeración,
- la reducción de la presión en el sistema de alimentación de refrigerante de gas,
- a través de la intensificación de la potencia de refrigeración del medio de gas durante el proceso de refrigeración, la consecución de una estructura de perlita unitaria, finamente dispersa (sorbita endurecida) en una profundidad de más de 22 mm desde la superficie,
- la consecución en la superficie de rodadura de una dureza de hasta 401 HB y la mejora de las propiedades de plasticidad y de resistencia del acero tratado en caliente, reduciendo la dispersión de la perlita,
- la reducción del tiempo total del tratamiento térmico del carril, la simplificación del dispositivo y la reducción de la necesidad de energía

El resultado técnico se consigue por medio de un procedimiento para el tratamiento térmico de carriles, que

comprende una refrigeración continuada de una cabeza de carril con una refrigeración posterior regulada de los componentes del perfil del carril, en el que el carril desde un calor de laminación es refrigerado en primer lugar con aire comprimido y luego con una mezcla de agua y aire, en el que simultáneamente con la refrigeración de la cabeza del carril se realiza la refrigeración de una pata de carril, en el que de acuerdo con la invención, la refrigeración del carril de acero no aleado con contenido de carbono (hipoeutectoide, hipereutectoide) o de acero aleado, desde un calor de laminación y/o después de un recalentamiento, se realiza comenzando con una temperatura, que es no menor que la temperatura de austenización, con un medio de gas, en el que el medio de gas representa un baño de aire con un grado de humedad y presión regulable durante el tratamiento térmico, en el que la regulación de la potencia de refrigeración del medio se realiza a través de una inyección pulsada casi continua del agua en la corriente de aire de acuerdo con un ciclo predeterminado por un programa.

Además, la regulación de la potencia de refrigeración del medio se realiza continuamente de acuerdo con un ciclo predeterminado a través de un programa.

Además, la alimentación del medio de gas se regula en función de la composición química del acero para carriles con un consumo de 10 a 60 m³/min. por metro de carril continuo, de manera que el consumo del agua inyectada se modifica a 12 l/min. por metro de carril continuo.

Además, se regula la alimentación del medio de gas en función de la temperatura inicial del carril, de la humedad y de la temperatura del aire de salida así como de la temperatura del agua.

Además, el contenido de agua en el medio de gas es hasta 0,2 litros de agua por metro cúbico de aire.

Además, se regula la presión del medio de gas en el intervalo de 0,005 a 0,1 MPa.

Además, se regula la velocidad de refrigeración en el intervalo de 2 a 20°C/s.

El resultado técnico del procedimiento para el tratamiento térmico de carriles se realiza a través de un dispositivo, que comprende lo siguiente: instalaciones de carga, de extracción y de posicionamiento, una instalación de retención para la fijación de los carriles, un compresor de turbina, un sistema de conductos de aire y colectores con orificios de dosificación para el transporte de refrigerante a los componentes del perfil del carril, instalaciones de posicionamiento para conductos de aire y colectores con orificios de toberas, un sistema de regulación del refrigerante y un sistema de supervisión de la temperatura, caracterizado porque las instalaciones de carga, de extracción y de posicionamiento, las instalaciones de retención para la fijación de los carriles están realizadas con una posibilidad de la disposición del carril en la posición "cabeza hacia abajo", de manera que adicionalmente está previsto un sistema para la inyección pulsada casi continua del agua en la corriente de gas, que comprende lo siguiente: un depósito de agua, un sistema de tuberías de agua, reguladores del caudal y de la presión del agua, válvulas de control, válvulas de regulación controladas, inyectores pulsados así como un sistema de control, que posibilita la inyección pulsada casi continua del agua de acuerdo con un ciclo predeterminado por un programa.

Además, se realiza la inyección de agua de manera continua de acuerdo con un ciclo predeterminado por un programa.

Además, se regulan el consumo y la presión del refrigerante de gas y del agua inyectada de acuerdo con un ciclo predeterminado por un programa.

Además, el sistema de control determina la temperatura de los carriles, la temperatura y la humedad del medio de gas original así como la temperatura del agua, y se corrige el ciclo de refrigeración a partir de los datos obtenidos.

Además, el dispositivo está equipado con mecanismos de desplazamiento para el desplazamiento de los carriles y/o de los colectores con respecto al eje vertical y/o el eje horizontal.

Además se refrigeran carriles con diferentes perfiles variando la distancia de los componentes de los perfiles de los carriles con relación a los orificios de toberas.

Además, el sistema de control supervisa la presión y el consumo del medio de gas y determina el tipo de funcionamiento del compresor de turbina.

Breve descripción de los dibujos

La realización de la invención se explica por medio de los dibujos siguientes.

La figura 1 muestra un ejemplo de un diagrama de control del inyector.

La figura 2 muestra un esquema básico del dispositivo de tratamiento térmico.

La figura 3 muestra un esquema básico del dispositivo de tratamiento térmico con indicación de los parámetros técnicos supervisados.

5

La figura 4 muestra un ejemplo del dispositivo para el tratamiento térmico de carriles. Vista general.

Realización de la invención

10 Durante el proceso del tratamiento térmico de carriles, en la fase inicial de la refrigeración se reduce durante un periodo de 1 a 90 s la temperatura de la superficie de la cabeza del carril sin escala a la temperatura de resistencia mínima de la austenita durante una conversión en perlita, sin que esta duración exceda la longitud del tiempo de incubación. A continuación se predetermina en la segunda fase la velocidad de refrigeración, que es necesaria para la formación de una estructura de perlita finamente dispersa en la capa de la superficie, además se predetermina una velocidad de refrigeración, a la que se posibilita la formación de una estructura de perlita finamente dispersa de acuerdo con el avance de la conversión en perlita en la profundidad de la cabeza del carril.

15

La refrigeración se realiza durante el proceso de tratamiento térmico a través del medio de gas con potencia de refrigeración regulable. A través de la inyección de agua en la corriente de aire y a través de la modificación de la presión del medio de gas se controla la potencia de refrigeración del medio de gas, con lo que se consigue la velocidad de refrigeración predeterminada del carril. La inyección de agua se realiza en un ciclo casi continuo, del tipo de impulso bajo la modificación de la longitud del impulso de 20 a 10000 ms y más así como con una relación del impulso de 1 a 10000.

20

25 La relación del impulso es la relación de la suma de la longitud de la pausa entre los impulsos y la longitud del impulso con relación a la longitud del impulso:

$$Q = (T_{\text{Pausa}} + T_{\text{Impulso}}) / T_{\text{Impulso}},$$

30 en la que

T_{Pausa} es la pausa entre los impulsos;

T_{Impulso} es la longitud del impulso.

30

Un ejemplo de un diagrama de control del inyector se representa en la figura 1.

35

La alimentación de agua pulsada y la salida de aire rápida en el dispositivo generan un refrigerante de gas unitario con potencia de refrigeración regulable, que posibilita una modificación de la velocidad de refrigeración de los carriles en el intervalo de 2 a 20°C/s. La temperatura del agua inyectada se puede modificar en el intervalo de 10 a 45°C.

40

La temperatura del aire de salida se puede modificar en el intervalo de menos 30°C hasta más 50°C y la humedad se puede modificar en el intervalo de 40 a 100 %. Con un contenido mínimo de humedad de 10 g/m³ se alimenta durante 1 impulso de 50 ms 0,008 g/m³ de agua, es decir, menos de 0,1 %. Con un contenido máximo de humedad de 200 g/m³ se modifica durante 1 impulso de 1000 ms 3,33 g de agua, es decir, menos de 1,7 %. Durante un impulso para la inyección de agua en la corriente de aire se alimenta de 0,008 a 3,33 g/m³, lo que conduce a una modificación casi continua, sin escala del contenido de humedad en el aire (menos de 1,7 %), con lo que se consigue la regularidad de la modificación de la velocidad de refrigeración.

45

En la Tabla 1 se representan los datos obtenidos experimentalmente para la dependencia de la velocidad de refrigeración de la cabeza del carril respecto de la presión del medio de gas.

50

Tabla 1: Datos para la dependencia de la velocidad de refrigeración de la cabeza del carril respecto de la presión del medio de gas						
Medio de refrigeración/ presión en los colectores	Medio de gas					
	Presión 0,05 MPa	Presión 0,015 MPa	Presión 0,025 MPa	Presión 0,04 MPa	Presión 0,05 MPa	Presión 0,1 MPa
Velocidad inicial de refrigeración, °C/s	2,0	4,34	4,55	4,82	4,91	4,99

La presión del medio de refrigeración de gas se determina de acuerdo con la composición química de un acero para carriles en el intervalo de 0,005 a 0,1 MPa.

55

ES 2 627 814 T3

En el caso de que con una elevación de la presión del aire por encima de 0,1 MPa, no se eleve esencialmente la velocidad de refrigeración, no es conveniente económicamente una elevación adicional.

5 La zona inferior de la velocidad de refrigeración de 2°C/s se alcanza a través de la alimentación del medio de gas con una presión de 0,005 MPa sin inyección de agua.

En la Tabla 2 se representan los datos obtenidos experimentalmente para la dependencia de la velocidad de refrigeración de la cabeza del carril respecto del consumo de aire y de la cantidad de agua inyectada

10

Tabla 2 Dependencia de la velocidad de refrigeración de la presión del medio de gas y de la cantidad de agua inyectada						
Presión del medio de gas, MPa	0,005	0,015	0,025	0,04	0,05	0,1
Consumo de medio de gas, m ³ /min en el carril nº 1 sucesivo	8	20,0	35,0	45,0	50,0	60,0
Consumo de agua, l/min. en carril nº 1 sucesivo	---	0,2-4,0	0,35-7,0	0,45-9,0	0,5-10,0	0,6-12,0
Velocidad de refrigeración, °C/s	2	4,5-10,0	4,7-15,0	4,9-17,0	5,6-18,0	6,0-20,0

15 Los carriles procedentes de un calor de laminación o de recalentamiento se refrigeran a través de la alimentación diferenciada del medio de gas sobre los diferentes componentes del perfil del carril hasta una temperatura de austenización: sobre la superficie de rodadura de la cabeza del carril, las superficies laterales de la cabeza del carril y la pata de carril.

20 Los ciclos de tratamiento térmico se prevén sobre la base de los datos experimentales de acuerdo con la composición química del acero de los carriles, las propiedades físico-mecánicas necesarias, la temperatura inicial del carril antes de refrigeración, la temperatura y la humedad del medio de gas de partida así como la temperatura del agua por medio de un programa.

25 Se selecciona un ciclo de la refrigeración de la pata del carril, necesario para la consecución de la flexión más reducida posible del carril, en función del ciclo de la refrigeración de la cabeza del carril.

La refrigeración se realiza hasta una temperatura de 150 a 500°C, en función de la composición química del acero del carril.

30 Este procedimiento para el tratamiento térmico de carriles se realiza con un dispositivo, cuyo esquema básico se representa en la figura 2, en el que se muestra:

1. Carril
 2. Colector inferior en forma de un depósito con orificios de tobera para la refrigeración de la superficie de rodadura de la cabeza del carril
 - 35 3. Colector lateral en forma de depósito con orificios de tobera para la refrigeración de las superficies laterales de la cabeza del carril
 4. Colector superior en forma de un depósito con orificios de tobera para la refrigeración de la superficie de rodadura de la pata del carril
 5. Compresor de turbina
 - 40 6. Válvula reductora de la presión para el mantenimiento de la presión predeterminada del medio de gas o del agua
 7. Sensores de presión
 8. Válvulas de regulación para la regulación del consumo de agua o de medio de gas
 9. Inyector
 - 45 10. Dispositivo de alimentación de agua
 11. Depósito con agua
 12. Sistema de control
 13. Instalación de posicionamiento y retención
 14. Sistema de preparación del aire
 - 50 15. Sistema de filtro
 16. Conducto de agua
 17. Conducto de medio de gas
- I Zona de refrigeración de la superficie de rodadura de la cabeza del carril (LFS)
- 55 II Zona de refrigeración de las superficies laterales de la cabeza del carril
- III Zona de refrigeración de la superficie de la pata del carril

En la figura 3 se representa el esquema básico del dispositivo de tratamiento térmico indicando el parámetro técnico supervisado, en el que se muestra:

- 5 18 - Presión del medio de gas
- 19 - Presión del agua
- 20 - Consumo de medio de gas
- 21 - Consumo de agua
- 22 - Temperatura del medio de gas
- 10 23 - Temperatura del agua
- 24 - Temperatura del carril
- 25 - Humedad del medio de gas

15 En la figura 4 se representa un ejemplo de un dispositivo para el tratamiento térmico de carriles en la vista general, en la que se muestra:

- 26 - Instalación de agarre
- 27 - Instalación de alimentación
- 28 - Instalación de extracción
- 20 13 - Instalación de retención para la fijación del carril
- 29 - Instalación de posicionamiento para el colector superior
- 30 - Instalación de posicionamiento para el colector inferior y el colector lateral
- 31 - Vía de rodadura de alojamiento de los carriles
- 32 - Vía de rodadura de cesión de los carriles

25 Este procedimiento se realiza en el dispositivo descrito como se indica a continuación:

30 Después de que el carril ha llegado desde el calor de laminación o recalentamiento hasta una posición lateral, la instalación de agarre 26 (figura 4) incide en la vía de rodadura de alojamiento (figura 4). La instalación de alimentación 27 rodea el carril en la instalación de posicionamiento y de retención 13, en el que la instalación de posicionamiento del colector superior 29 eleva el colector superior. Después de la fijación del carril en la posición "cabeza hacia abajo" se baja el colector superior y se realiza la refrigeración del carril.

35 Durante la alineación a diferentes tipos de carriles, la instalación de posicionamiento 20 del colector inferior y el colector lateral regula la distancia desde la superficie de la cabeza del carril hacia los colectores.

40 El aire que llega al sistema de compresión del medio de gas circula a través de un sistema de filtro 15 (figura 2) y un sistema de preparación del aire 14 para la prevención de la influencia de oscilaciones estacionales de la temperatura del aire de salida.

Además, se alimenta el aire desde el compresor de turbina 5 (figura 2) a través de la válvula reductora de la presión 6 y las válvulas de regulación 8 en los colectores 2, 3, 4. En este caso, el sistema de control 12 regula con la ayuda de las válvulas 6 y 8 la presión y el consumo del medio de gas.

45 Además, se conduce agua del depósito 11 o desde otra fuente opcional por medio del dispositivo de alimentación de agua 10 a través de las válvulas de regulación 18 hacia los inyectores 9. A través de la inyección de agua por medio de los inyectores 9 a la corriente de medio de gas se modifica la potencia de refrigeración del medio de gas.

50 A continuación se alimenta el medio de gas a los colectores 2, 3, 4 y se conduce a las zonas de refrigeración de las superficies de los carriles I, II y III. En este caso, el sistema de control 12 predetermina automáticamente el tipo de funcionamiento de las válvulas 8, de manera que los inyectores 9 trabajan en el ciclo pulsado casi continuo y/o continuo, con lo que la modificación de la potencia de refrigeración del medio de gas se realiza sin escala.

55 El sistema de control 12 (figura 2) controla, de acuerdo con un ciclo predeterminado por un programa el tratamiento térmico del carril con la corrección del ciclo de acuerdo con los parámetros 18-25 supervisados (figura 3).

Al término del ciclo de refrigeración se eleva la instalación de posicionamiento de los colectores superiores 29 (figura 4) hasta la posición superior, la instalación de extracción 28 desplaza el carril sobre la vía de rodillos de salida 32.

60 Los ensayos se realizaron en el dispositivo de refrigeración representado en muestras de perfiles macizos de un carril-R65 con una longitud de 1200 mm. Las muestras se tomaron de los aceros con las composiciones químicas indicadas en la Tabla 3.

Tabla 3: Composición química de las muestras de acero para carriles

Nº	C	Mn	Si	P	S	Al	V	CR	NI	CU	TI	MO	N
1	0,78	0,97	0,37	0,010	0,009	0,004	0,2056	0,277	0,115	0,009		<0,005	
2	0,76	0,95	0,37	0,012	0,005	0,005	0,052	0,037	0,107	0,013	0,0034	<0,004	0,0086

De acuerdo con los resultados de los ensayos realizados, se sometió cada muestra endurecida a ensayos de laboratorio. Se ensayó la dureza, la micro estructura y las propiedades físicas-mecánicas del carril.

5 En la Tabla 1 se representan los datos de ensayo sobre la dependencia de la velocidad de refrigeración del carril de la presión del medio de gas.

10 En la Tabla 2 se representan los datos de ensayo sobre la dependencia de la velocidad de refrigeración del carril de la compresión del aire y de la cantidad de agua inyectada.

15 A partir de la Tabla 1 y de la Tabla 2 se seleccionan los parámetros técnicos y los intervalos de la velocidad de refrigeración para muestras de carriles de acero cromado aleado con la composición química Nº 1 y de acero con contenido de carbono Nº 2 de la Tabla 3.

Los datos sobre los parámetros técnicos de tratamiento térmico de las muestras de los carriles-R65 de acero con la composición química Nº 1 y Nº 2 de la Tabla 3 y los resultados de los ensayos físico-mecánicos e investigaciones de la micro estructura se representan en la Tabla 4 y Tabla 5.

20

Tabla 4: Parámetros técnicos de tratamiento térmico de las muestras de carriles-R65 de acero con la composición química Nº 1 de la Tabla 3 y los resultados de los ensayos físico-mecánicos e investigaciones de la micro estructura.

Nº	Presión del medio de gas MPa	Consumo de medio de gas m ³ /min en nº de carril 1	Consumo de agua, l/min en nº carril 1	Velocidad de refrigeración °C/s	Tiempo de refrigeración, s	Micro estructura de la cabeza de carril endurecida	Dureza de la sección transversal del carril, HB			σ _B , N/mm ²
							LF S	10mm	22mm	
1	0,025	30	0,35	4,7	150	Sorbita endurecida	363	251	331	1210
2	0,025	30	0,45	4,8	140	Sorbita endurecida	375	363	341	1280
3	0,025	30	0,55	5,0	120	Sorbita endurecida	388	375	363	1320
4	0,025	30	0,55	5,1	110	Sorbita endurecida	401	388	378	1350
Estado próximo técnica	Con esta composición química no es posible el tratamiento térmico de carriles									

Tabla 5: Parámetros técnicos de tratamiento térmico de las muestras de carriles-R65 de acero con la composición química Nº 2 de la Tabla 3 y los resultados de los ensayos físico-mecánicos e investigaciones de la micro estructura.

Nº	Presión del medio de gas, MPa	Consumo de medio de gas m ³ /min en nº carril 1	Consumo de agua, l/min en nº carril 1	Velocidad de refrigeración, °C/s	Tiempo de refrigeración, s	Microestructura de la cabeza del carril endurecida	Dureza de la sección transversal del carril, HB			σ _B , N/mm ²	δ%	ψ%
							LFS	10 mm	22mm			
1	0,04	45	2,5	8,3	90	Sorbita endurecida	363	351	330	1250	12	43
2	0,04	45	5	10,4	80	Sorbita endurecida	375	363	345	1290	12	40
3	0,04	45	7	13,1	70	Sorbita endurecida	390	383	375	1350	13	38
4	0,04	45	12	14,9	60	Sorbita endurecida	401	395	388	1380	14	37
5	0,04	45	13	15,3	60	Sorbita + bainita endurecida	415	400	388	1419	10	32

ES 2 627 814 T3

Estado próximo técnica	0,55	44,5	20		140	Sorbita endurecida	388	388	375	1340	12	34
------------------------	------	------	----	--	-----	--------------------	-----	-----	-----	------	----	----

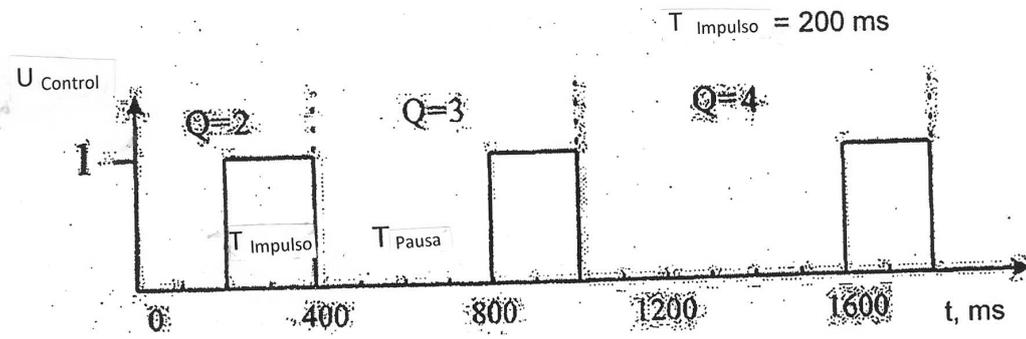
5 De esta manera, el procedimiento de acuerdo con la invención posibilita la realización de un tratamiento térmico de carriles tanto de aceros aleados como también de aceros no aleados (hipoeutectoides y hipereutectoides con contenido de carbono) en diferentes ciclos de refrigeración predeterminados.

10 El procedimiento y el dispositivo para el tratamiento térmico de carriles posibilitan la consecución de una estructura de sorbita endurecida de grano fino en una profundidad grande, la mejora de las propiedades físicas-mecánica del acero y de esta manera la elevación de la resistencia de los carriles en el funcionamiento.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para el tratamiento térmico de carriles (1), que comprende una refrigeración continuada de una cabeza de carril con una refrigeración posterior regulada de los componentes del perfil del carril, en el que el carril (1) desde un calor de laminación es refrigerado en primer lugar con aire comprimido y luego con una mezcla de agua y aire, en el que simultáneamente con la refrigeración de la cabeza del carril se realiza la refrigeración de una pata de carril, **caracterizado** porque la refrigeración del carril (1) de acero con contenido de carbono no aleado hipoeutectoide, de acero al carbono no aleado hipereutectoide, o de acero aleado, desde un calor de laminación y/o calor repetido y/o después de un recalentamiento, se realiza comenzando con una temperatura, que no es menor que la temperatura de austenización, con un medio de gas, en el que el medio de gas representa un medio de aire con un grado de humedad y presión regulable durante el tratamiento térmico, en el que el medio de gas se prepara por medio de una inyección pulsada casi continua de agua en la corriente de aire de acuerdo con un ciclo predeterminado por un programa, bajo modificación de la longitud del impulso de 20 a 10000 ms así como con una relación del impulso de 1 a 10000, en el que la relación del impulso es la relación de la suma de la longitud de la pausa entre los impulsos y la longitud del impulso con respecto a la longitud del impulso, con lo que se regula la potencia de refrigeración del medio de gas.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la longitud del impulso es de 50 a 1000 ms, y durante un impulso para la inyección de agua a la corriente de aire se suministran de 0,008 a 3,33 g/m³, lo que conduce a una modificación casi continua, sin escala, del contenido de humedad en el aire inferior al 1,7 %.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la alimentación del medio de gas se regula en función de la composición química del acero del carril con un consumo de 10 a 60 m³/min por metro de carril continuo, siendo modificado el consumo del agua inyectada a 12 m/min por metro de carril continuo.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la alimentación del medio de gas se regula en función de la temperatura inicial del carril (1), de la humedad (25) y de la temperatura del aire de salida así como de la temperatura del agua (23).
- 5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el contenido de agua en el medio de gas es hasta 0,2 litros de agua por metro cúbico de aire.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la presión (18) del medio de gas se regula en el intervalo de 0,005 a 0,1 MPa.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la velocidad de refrigeración se regula en el intervalo de 2 a 20°C/s.
- 8.- Dispositivo para la realización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, con instalaciones de alimentación (27), de extracción (28) y de posicionamiento, con una instalación de retención (13) para la fijación del carril, con un compresor de turbina (5), con un sistema de conductos de aire (17) y con colectores (2, 3, 4) con orificios de tobera para el transporte de refrigerante a los componentes de perfil del carril, con instalaciones de posicionamiento (29, 30) para conductos de aire (17) y colectores (2, 3, 4) con orificios de tobera, con un sistema de regulación del refrigerante (12) y con un sistema de supervisión de la temperatura, en el que el refrigerante es un medio de gas, en el que las instalaciones de alimentación (27), de extracción (28) y de posicionamiento, la instalación de retención (1) para la fijación del carril están realizadas con una posibilidad de la disposición del carril (1) en la posición "cabeza hacia abajo", **caracterizado** porque el medio de gas representa un medio de aire con un grado de humedad del aire y presión regulables durante el tratamiento térmico, y adicionalmente está previsto un sistema para la preparación de refrigerante a través de la inyección pulsada casi continua de agua en la corriente de gas, que comprende lo siguiente: un depósito de agua (11), un sistema de tuberías de agua (16), reguladores de caudal y de la presión del agua, válvulas de control (6), válvulas de regulación controladas (8), inyector de impulsos (9) así como un sistema de control (12), que posibilita la inyección pulsada casi continua del agua de acuerdo con un ciclo predeterminado por un programa, bajo modificación de la longitud del impulso de 20 a 10000 ms así como con una relación del impulso de 1 a 10000, en el que la relación del impulso es la relación de la suma de la longitud de la pausa entre los impulsos y la longitud del impulso con respecto a la longitud del impulso, con lo que se posibilita la regulación de la potencia de refrigeración del medio de gas.
- 9.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque la longitud del impulso es de 50 a 1000 ms, y durante un impulso para la inyección de agua a la corriente de aire se suministran de 0,008 a 3,33 g/m³, lo que conduce a una modificación casi continua, sin escala, del contenido de humedad en el aire inferior al 1,7 %.
- 10.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque el consumo y la presión del refrigerante de gas y del agua inyectada se regulan de acuerdo con un ciclo predeterminado por un programa.

- 11.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque el sistema de control determina la temperatura del carril (24), la temperatura y la humedad (25) del medio de gas original, la temperatura del agua (23) y se corrige el ciclo de refrigeración a partir de los datos obtenidos.
- 5 12.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque el dispositivo está equipado con mecanismos de desplazamiento para el desplazamiento de los carriles (1) y/o de los colectores (2, 3, 4) con respecto al eje vertical y/o al eje horizontal.
- 10 13.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque los carriles (1) son refrigerados con diferentes perfiles, variando la distancia de los componentes del perfil del carril con respecto a los orificios de toberas.
- 15 14.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque el sistema de control (12) supervisa la presión y el consumo del medio de gas y determina el tipo de funcionamiento del compresor de turbina (5).



$U_{Control} = 1$, Válvula conectada

$U_{Control} = 0$, Válvula desconectada

Fig.1

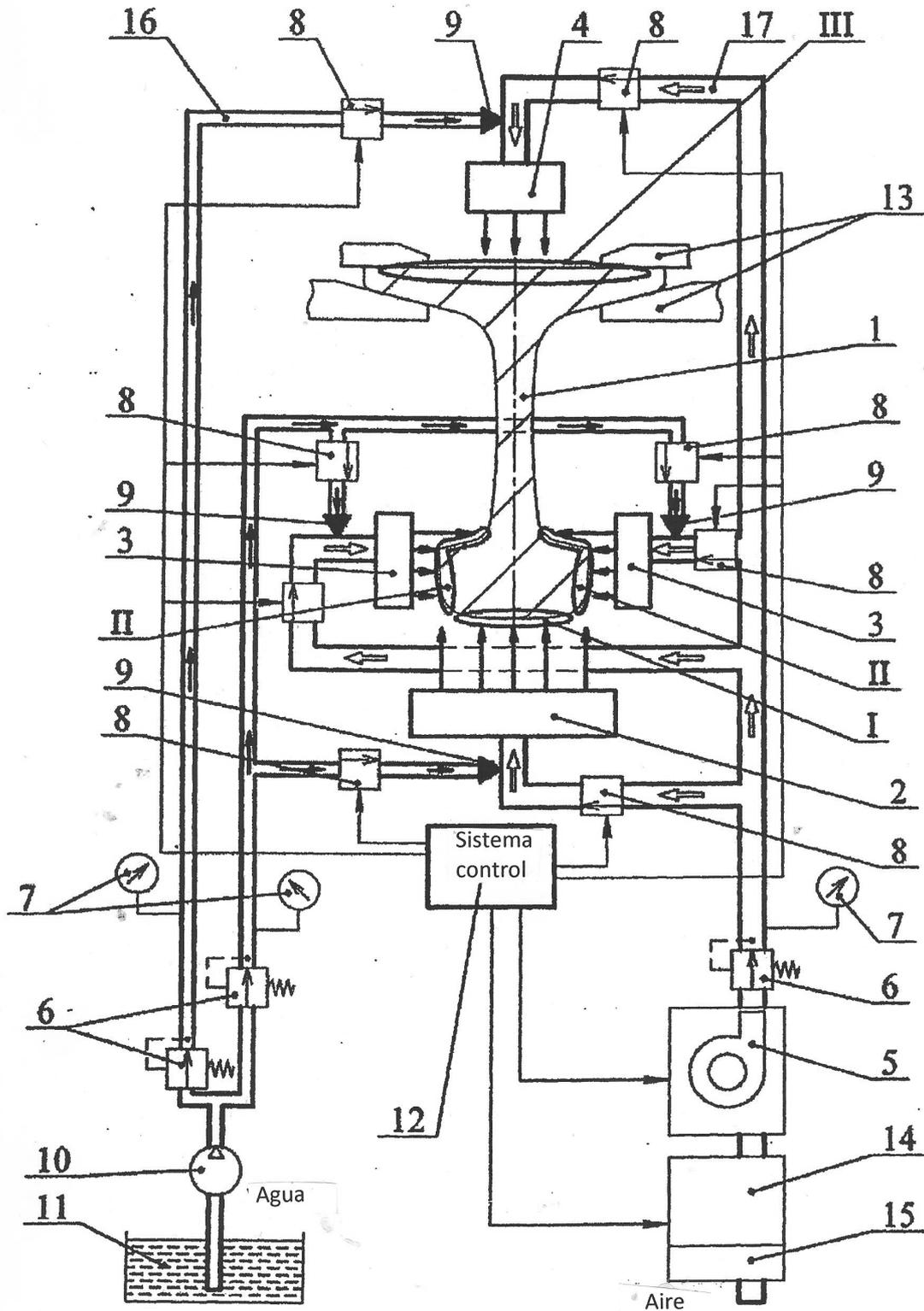


Fig. 2

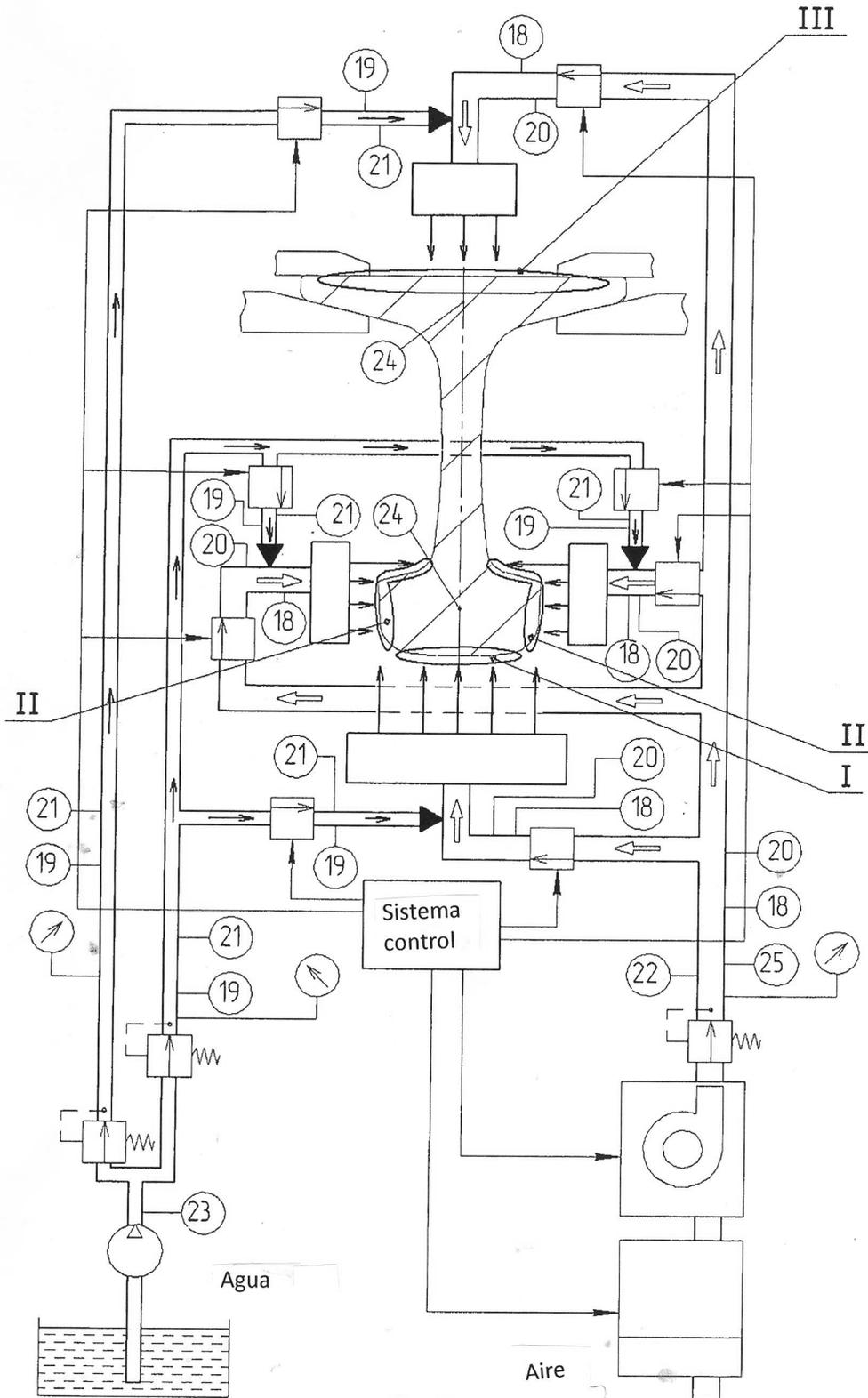


Fig. 3

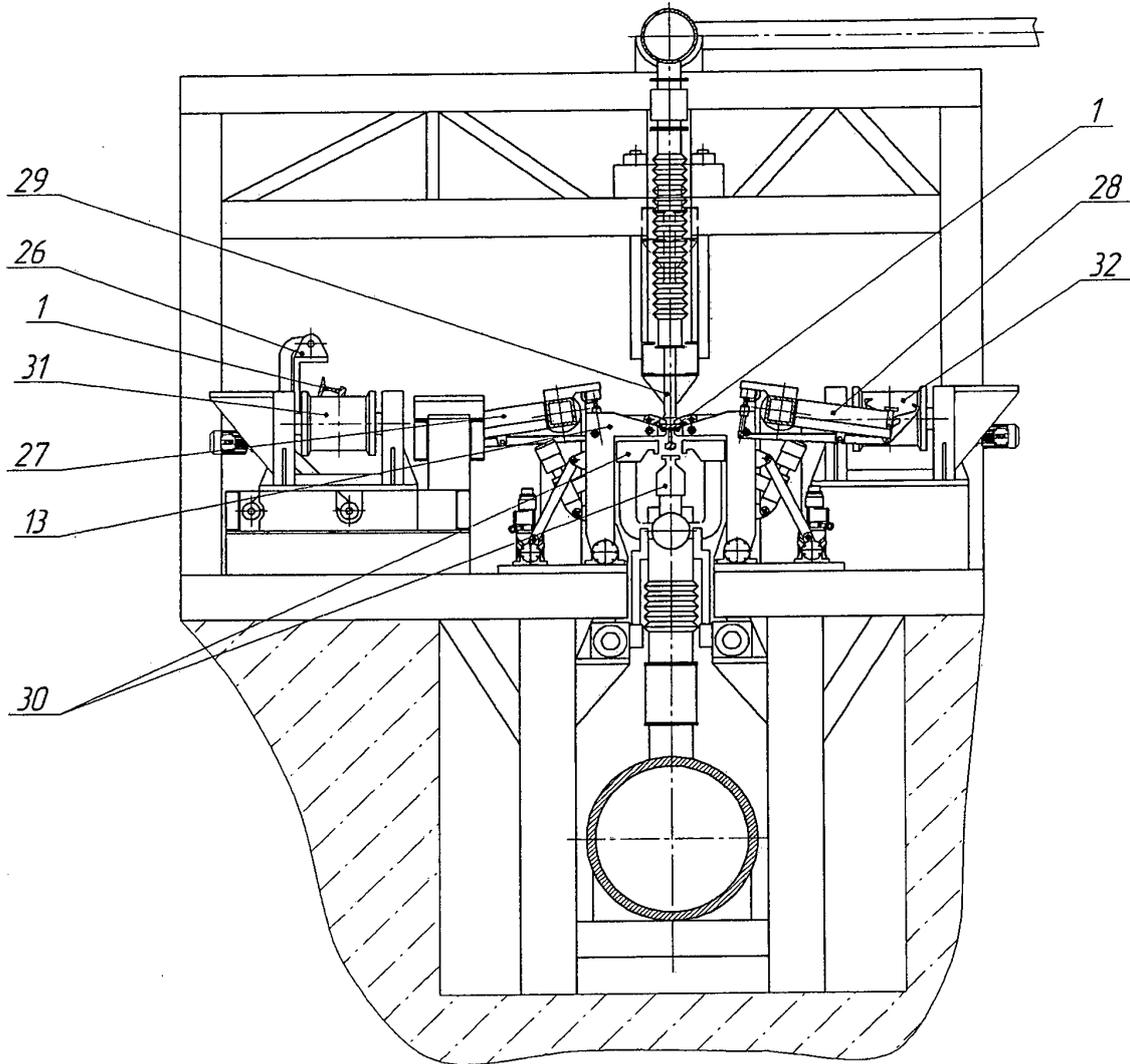


Fig. 4