



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 268 168**

51 Int. Cl.:

C22F 1/05 (2006.01)

C22F 1/053 (2006.01)

C21D 1/52 (2006.01)

B21C 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03000006 .1**

86 Fecha de presentación : **08.09.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1300484**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **09.04.2003**

54

Título: **Procedimiento para el tratamiento térmico de billetes metálicos.**

30

Prioridad: **10.09.1999 DE 199 43 354**
30.09.1999 DE 199 46 998

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2007

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2007

73

Titular/es: **Carl Kramer**
Am Chorusberg 8
52076 Aachen, DE

72

Inventor/es: **Kramer, Carl**

74

Agente: **Sugrañes Moliné, Pedro**

ES 2 268 168 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 para el tratamiento térmico de billetes metálicos.

La invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento térmico de tochos metálicos para prensado o de trozos de barra en el caso de utilizarse una sierra en caliente, antes de la introducción en la prensa de extrusión, así como a dispositivos para la realización del proceso.

A continuación estos tochos o trozos de barra se denominarán con el término "bloques"

Los bloques de fundición, homogeneizados y a continuación enfriados, se someten a un tratamiento térmico inmediatamente antes de la introducción en el útil de prensado, en el que los bloques se calientan de nuevo y a continuación se enfrían y se introducen en la prensa.

Un procedimiento de este tipo está descrito en el documento EP-B1-0 302 623. En este procedimiento un bloque para prensado, fundido de manera ordinaria, principalmente de una aleación de Al-Mg-Si, y según el estado de la técnica, se homogeniza y se enfría después de la fundición. Antes del prensado, el bloque se calienta a una temperatura por encima de la solubilidad de las fases precipitadas durante el enfriamiento después de la homogeneización y se mantiene a esta temperatura hasta que las fases quedan disueltas. Después de este nuevo calentamiento, en el que los bloques se mantienen como máximo 20 minutos a una temperatura superior a 350°C, el bloque se enfría a una temperatura que es menor que la temperatura de solubilidad y que como máximo es de 510°C. Durante este enfriamiento debe evitarse que vuelvan a precipitar las fases.

Teniendo en cuenta que técnicamente no es aceptable que en una línea de producción de gran volumen se tenga que esperar hasta que todas las fases estén disueltas, y que el tiempo de espera está limitado a un máximo de 20 minutos, lo que pone en duda la solubilización de las fases precipitadas, este método no es adecuado como tratamiento térmico previo a la extrusión en prensas de alta productividad.

De la descripción se desprende que en el procedimiento según el documento EP-B1-0 302 623 el enfriamiento para alcanzar la temperatura más baja dura hasta 20 minutos. Se trata por lo tanto de un proceso que transcurre en un intervalo de unos minutos y en el que la temperatura, gracias a la conductividad térmica puede igualarse a través de grandes distancias y especialmente a lo largo de la longitud del bloque. Esta es también la razón por la que en el documento citado se habla solamente de una temperatura.

Un enfriamiento de velocidad intermedia de este tipo tiene la desventaja de que cuando mediante el enfriamiento previo al prensado, debe conseguirse un perfil de temperatura en el bloque que disminuye en la dirección contraria al prensado, el llamado gradiente de temperatura axial, debido a que incluso con un enfriamiento relativamente lento tiene lugar una importante igualación de temperatura en la dirección longitudinal, se hace difícil o imposible la obtención del deseado gradiente de temperatura axial mediante un enfriamiento controlado. Sin embargo en una prensa de extrusión funcionando directamente, es necesario un gradiente de temperatura axial de este tipo para un prensado isotérmico correcto.

El objeto principal del procedimiento presentado

en el documento EP-B1-0 302 623 es la mejora de la calidad de los productos extrudidos con el simultáneo aumento de la velocidad de prensado. Con el fin de documentar estas ventajas, en el documento citado se describen ejemplos. Así se compara un procedimiento según el estado de la técnica con el procedimiento según el documento EP-B1-0 302 623. Tanto en lo que se refiere al acabado superficial como a la resistencia mecánica, es decir RPO 2, RM y elongación, teniendo en cuenta la dispersión de las mediciones técnicas, no se observa ningún efecto positivo de la aplicación de este procedimiento. Esto no es sorprendente puesto que la experiencia ha mostrado que en la extrusión de alta productividad especialmente de aleaciones ligeras se requiere un control de temperatura de alta precisión. Respecto a este control de temperatura, el documento citado no contiene indicaciones sobre qué precisión de temperatura es requerida ni sobre cómo se consigue esta precisión de temperatura.

Otros documentos se refieren al calentamiento de estos bloques por un lado y a su enfriamiento por otro.

Así, en el documento WO 83/02661 se describe un procedimiento para el calentamiento de tochos y de barras. En él, la superficie del producto se calienta mediante quemadores o mediante gases calientes generados por combustión. Los gases de combustión son recogidos mediante una canalización situada sobre la zona de combustión y se conducen a una zona de precalentamiento con transmisión de calor por convección. La transmisión de calor por convección tiene lugar por el soplado del producto por boquillas en forma de ranura dispuestas lateralmente, haciéndose circular la corriente de gas para la alimentación de estas boquillas mediante ventiladores en un circuito cerrado. Este dispositivo es adecuado para el calentamiento con tolerancias estrechas y elevada producción solamente bajo condiciones, pues la precisión de temperatura que se puede conseguir mediante un contacto directo con la llama, ya es deseable con producciones medias. La posibilidad de regular la temperatura se ve influida negativamente porque la conducción de humos aspira continuamente, independientemente de la emisión de calor y de la generación local de humos en una zona determinada del dispositivo. Además resulta desventajoso que el calentamiento por convección, que en principio es más homogéneo que el calentamiento por contacto directo con la llama, tenga lugar al principio del dispositivo, donde no se consigue una elevada precisión de temperatura debido a la todavía baja temperatura del material, mientras que al final del proceso de calentamiento, donde solo pueden aceptarse pequeñas diferencias de temperatura, se caliente mediante contacto directo con la llama, lo cual, debido al mismo procedimiento, da lugar a grandes diferencias de temperatura. El dispositivo según el documento WO 83/02661 también tiene un planteamiento inadecuado o falso en el sentido de la precisión de calentamiento.

Con el fin de utilizar mejor los gases de combustión de la zona de calentamiento que por ejemplo, funciona mediante contacto directo con la llama, en el documento DE-OS 26 37 646 se describe un dispositivo en el que antes de la zona de calentamiento rápido mediante contacto directo con la llama, los gases de combustión calientes se hacen circular en zonas de calentamiento por convección y se soplan mediante boquillas sobre el producto en su dirección de avance, antes de que abandonen el dispositivo por la chi-

mena. Las boquillas están dispuestas a los dos lados del producto y tienen forma de ranura con el eje longitudinal dispuesto perpendicular al eje del producto. También este dispositivo tiene una disposición inadecuada de las zonas de convección antes de la zona de alta temperatura de contacto directo con la llama, desde el punto de vista de la regularidad del calentamiento.

Se conocen por los documentos DE-OS 35 09 483 A1, DE 34 18 603 C1 y DE 195 38 364 C2 otros dispositivos con calentamiento por convección sin ningún tipo de contacto directo con la llama. En estos dispositivos se calienta mediante elementos calefactores la corriente de gases que se hace circular para la transmisión de calor por convección en las zonas de convección y que transmite el calor al producto.

Todos estos dispositivos tienen grandes desventajas. En los dispositivos con calentamiento por convección sin contacto directo con la llama se consigue un calentamiento uniforme con una distribución de temperatura homogénea, sin embargo debido a la limitación de la temperatura de trabajo por la temperatura máxima permitida por un ventilador de gases calientes, se produce una limitación de la máxima densidad de flujo de calor en la superficie del producto y con ello una limitación de la velocidad de calentamiento. El resultado son producciones relativamente pequeñas o instalaciones largas con los inconvenientes conocidos por la relativamente larga fila de producto en el caso de cambio de aleación durante la producción, que en general requiere también un cambio de aleación. Por este motivo estos dispositivos son poco flexibles para la producción y no son adecuados para la realización de procesos que exigen alta precisión. Otras desventajas son los elevados costes debidos a la gran longitud así como la elevada necesidad de espacio.

Los dispositivos con calentamiento mediante contacto directo con la llama permiten velocidades de calentamiento muy rápidas debido a la elevada temperatura del horno - alrededor de 1000°C en dispositivos para el calentamiento de aleaciones ligeras - sin embargo la distribución de temperatura en el producto es muy irregular. Especialmente cuando cambia la superficie del producto, no se consigue una homogeneidad de temperatura satisfactoria debido a la influencia variable de la radiación, incluso utilizando controladores y técnica de regulación complejos. En el caso de una parada inesperada de la producción, por ejemplo debido a un problema en la prensa o en el utillaje, se producen con frecuencia fusiones en el producto. Además el rendimiento energético es pequeño y en consecuencia la potencia calefactora y la energía necesarias por unidad de producto son elevadas.

También se encuentran estos inconvenientes en el dispositivo con precalentamiento por convección conocido por el documento DE-OS 26 37 646. El rendimiento energético es algo mejor gracias a la unión del precalentamiento con el calentamiento rápido, por ejemplo mediante contacto directo con la llama. Solo se producen gases de combustión cuando trabaja la llama de contacto directo, y para esto la regulación de temperatura es todavía más difícil y la precisión de la temperatura del producto no es satisfactoria, especialmente en el caso de interrupciones de la producción, por ejemplo por cambio de utillaje. Por este motivo un dispositivo de este tipo no es aplicable cuando se tienen exigencias de uniformidad de tem-

peratura especiales, por ejemplo cuando para obtener mayor productividad y calidad se calientan aleaciones de aluminio AlMgSi en el intervalo de temperaturas de homogeneización y cerca de la temperatura de fusión, y a continuación se enfrían rápidamente antes de la extrusión.

Para la realización del proceso de enfriamiento se conocen una serie de dispositivos. El documento US-A 5,027,634 describe un dispositivo de enfriamiento que consta por lo menos de un anillo enfriador a través del cual se desliza el bloque mediante un mecanismo empujador. Mediante la variación de la velocidad de empuje se puede influir sobre el enfriamiento a lo largo de la longitud del bloque. El anillo enfriador tiene numerosos agujeros de diámetro relativamente pequeño a través de los cuales se proyecta el fluido enfriador, en este caso agua. Para que pueda pasar el mecanismo empujador, el anillo enfriador está abierto por arriba. En este dispositivo representan inconvenientes, además del complejo control de los movimientos de los bloques y el complicado mecanismo de transporte, las pequeñas boquillas de enfriamiento que tienden a atascarse, y el efecto irregular de enfriamiento a lo largo del perímetro debido a la abertura por arriba del anillo para que pueda pasar el mecanismo de empuje, puesto que en esta zona no hay boquillas.

Mediante el dispositivo según el documento US-A 5,425,386 se pretende evitar el inconveniente de los pequeños agujeros mediante una boquilla en forma de ranura circular. El complejo mecanismo de transporte y el costoso control del movimiento de los bloques continúan siendo necesarios. Además el anillo circular recibe fluido enfriador desde una precámara de manera que a lo largo de toda la longitud de la boquilla en forma de ranura existe la misma presión. Por este motivo no existe ninguna posibilidad de ajustar el enfriamiento según la orientación de la superficie del bloque. Durante una considerable parte del proceso de enfriamiento la temperatura de la superficie del bloque se encuentra muy por encima de la temperatura de formación de la capa de vapor, de modo que el proceso de enfriamiento está determinado por la capa de vapor. Cuando el bloque está en posición horizontal esta capa de vapor es diferente en la parte inferior, en la parte superior y en los dos lados del bloque donde la tangente a la superficie es vertical. En consecuencia, para conseguir un enfriamiento uniforme también el rociado debe ajustarse a estas distintas situaciones.

Con el dispositivo según el documento US-A 5,325,649, mediante un circuito de regulación que asocia el descenso de temperatura del bloque producido por el enfriamiento con la velocidad de empuje del bloque, se pretende simplificar el manejo y automatizar el control del dispositivo. En este caso el dispositivo, debido a los sensores adicionales requeridos, no sólo es más costoso sino también más sensible a tener fallos.

El documento US-A 5,337,768 describe otra forma de realización de la regulación de un dispositivo de este tipo que tiene los mismos inconvenientes de principio que el documento US-A 5,325,694 anteriormente citado.

En este caso los tochos son rociados por una boquilla anular cuya presión se puede ajustar solamente en conjunto. Como se ve en las figuras 6 y 7 hay dos boquillas anulares de este tipo una detrás de la otra.

Finalmente se expone un procedimiento para el tratamiento térmico de tochos o secciones de barra según el concepto del documento WO 94/19124 indicado en el preámbulo de la reivindicación 1. Así, inmediatamente después de un calentamiento rápido tiene lugar un enfriamiento brusco mediante boquillas enfriadoras separadas cuyos ejes están orientados radialmente hacia el eje del producto y que pueden gobernarse individualmente o por grupos con distintas presiones y/o distintos tiempos de conexión. En este caso el bloque es sacado de una cámara de mantenimiento a temperatura y llevado a un volteador desde el cual se coloca en posición vertical debajo de una cámara de enfriamiento brusco y alienado con su eje. El bloque se mueve en la cámara vertical hacia arriba. En cuanto el bloque ha alcanzado su posición superior en la cámara de enfriamiento brusco, se pone en marcha la emisión del medio enfriador por las boquillas anulares de la cámara, y simultáneamente se hace descender el bloque con una velocidad controlada hasta que se encuentra totalmente fuera de la cámara. Así, el extremo del bloque situado arriba queda sin haber tenido contacto con el medio enfriador.

La invención tiene como objeto proporcionar procedimientos para el tratamiento térmico de tochos o secciones de barra metálicos antes de su inserción en la prensa de extrusión, así como dispositivos para realizar el proceso, en los cuales no aparezcan los inconvenientes descritos anteriormente. En especial se deben proporcionar procedimientos y dispositivos que permitan un tratamiento térmico compuesto por un calentamiento y un enfriamiento muy rápido y simultáneamente con un control de temperatura muy exacto.

Esto se consigue mediante las características de las reivindicaciones principales 1 y 4, mientras que las variantes apropiadas de estos procedimientos y dispositivos están definidas en las correspondientes subreivindicaciones.

Especialmente en la extrusión de aleaciones ligeras, con el fin de conseguir una elevada productividad, es importante que toda la extrusión tenga lugar con la mayor velocidad posible manteniendo una cierta temperatura óptima de salida del producto extrudido. Para conseguir este fin se precisan distintas temperaturas iniciales en el bloque, dependiendo de la forma del perfil y del utillaje - es decir, del grado de deformación - y de la velocidad de prensado que por razones de productividad debe ser la más alta posible - es decir dependiendo de la potencia disponible para la deformación. En las prensas de extrusión que trabajan directamente, como normalmente se utilizan para las aleaciones ligeras, ocurre además que el bloque al inicio del prensado tiene un perfil de temperatura que disminuye en la dirección contraria a la de prensado, el llamado gradiente de temperatura axial. Este gradiente de temperatura, tal como se conoce desde hace tiempo en el estado de la técnica, es necesario para equilibrar la energía mecánica que aumenta desde el inicio hasta el final del bloque y que durante el prensado se convierte en calor, de manera que el prensado puede tener lugar en condiciones isotérmicas. Cuanto más preciso sea el ajuste de este gradiente de temperatura axial a las condiciones de prensado correspondientes, mayor puede escogerse la velocidad de prensado y mayor es la productividad.

Según la invención los tochos o barras, es decir los bloques, se calientan lo más rápidamente posible a la

temperatura de prensado más alta admisible que depende del material, estando la temperatura del bloque después de este calentamiento distribuida uniformemente con una tolerancia muy pequeña. Típicamente, por ejemplo para aleaciones ligeras, la tolerancia de temperatura es menor que ± 10 K, por ejemplo ± 5 K para diámetros de bloque de 250 a 300 mm.

Después de este calentamiento el bloque se enfría lo más rápidamente posible en un dispositivo de enfriamiento brusco, especialmente en el caso de la extrusión de producción elevada, de manera que el bloque tiene la temperatura inicial óptima y con la deseada estrecha tolerancia, en la cara dirigida hacia el bloque, así como la óptima distribución de temperatura a lo largo del bloque, después del mencionado enfriamiento brusco y de la igualación de temperatura consecuencia de la conducción de calor que depende del material. En un enfriamiento lo más rápido posible es característico un tiempo de enfriamiento activo de unos 30 s, seguido de un tiempo de igualación de temperaturas por conducción de calor que principalmente tiene lugar sobre la sección del bloque, típicamente algo más largo que el tiempo de enfriamiento activo. Después del enfriamiento rápido el bloque se lleva a la prensa y se extruye. El tiempo de transferencia necesario para esta operación es tenido en cuenta para el cálculo del tiempo de igualación de temperaturas.

El procedimiento según la invención, a diferencia del estado de la técnica, permite obtener un bloque con exactamente la temperatura o distribución de temperatura requeridas y todo esto con la pequeña tolerancia de temperatura requerida.

Cuando se prensan aleaciones difíciles de prensar, por ejemplo aleaciones de las series 7xxx y 2xxx, para las que normalmente se utilizan prensas de extrusión que trabajan indirectamente, para excluir la influencia del rozamiento de las paredes del recipiente es ventajoso que el bloque tenga en su inicio una temperatura definida, más elevada que la temperatura del resto del bloque que a su vez debe estar distribuida lo más uniformemente posible. Esto también es posible de manera sencilla mediante el procedimiento de la invención pues junto a una distribución de temperatura uniforme, también es posible obtener diferencias de temperaturas locales a lo largo del bloque, por ejemplo, una temperatura más elevada sólo en el inicio del bloque.

Otra ventaja del procedimiento según la invención es la idoneidad para la operación de la prensa con la más alta productividad. Es decir, cuando el tiempo de enfriamiento y el de igualación de temperaturas son mayores que el ciclo de prensado, el llamado intervalo entre bloques, entonces pueden funcionar dos dispositivos de enfriamiento en paralelo, de manera que independientemente del intervalo entre bloques, cada bloque individual puede tener los tiempos de enfriamiento y de igualación de temperaturas necesarios, incluso cuando los dos intervalos de tiempo sumados son más largos que el intervalo entre bloques.

También en el caso de una interrupción accidental del funcionamiento de la prensa, que tiene unas consecuencias tan perjudiciales, cuanto mayor sea la productividad de la prensa, más decisivas serán las ventajas del procedimiento respecto del estado de la técnica. Así se combina el calentamiento rápido mediante contacto directo con la llama durante la primera parte del proceso de calentamiento con un calentamiento por convección en la parte final. En este calentamiento

por convección se puede evitar el sobrecalentamiento del material mediante la adecuada selección de la temperatura del gas, incluso en el caso de una parada de la prensa y de la consiguiente detención del transporte de bloques. En cuanto la prensa vuelve a funcionar se dispone inmediatamente de un bloque con la temperatura correcta.

Esta ventaja esencial se consigue gracias a que según la invención, se combinan un dispositivo de calentamiento rápido de contacto directo con la llama según el estado de la técnica conocido, con un calentamiento por convección posterior en el que tiene lugar también la igualación de temperatura. Esta solución implica unos costes ligeramente menores que en el caso de los quemadores con recuperación que son especialmente ventajosos, gracias al menor coste de los quemadores ordinarios. Sin embargo la principal ventaja de esta sencilla solución consiste en que para la realización del proceso, en una instalación de calentamiento rápido de contacto directo con la llama existente, se puede montar de forma sencilla por lo menos una zona de calentamiento por convección.

Una ventaja esencial que concierne a los costes de producción, consiste en el menor consumo de gas en comparación con las instalaciones según el estado de la técnica, que se consigue gracias a la utilización de quemadores con recuperación de gases de combustión integrada para el precalentamiento del aire. Junto a esta ventaja de coste, la utilización de quemadores con recuperación de gases de combustión integrada para el precalentamiento del aire de combustión también es una gran ventaja desde el punto de vista de la técnica de regulación, pues el precalentamiento del aire y el funcionamiento del quemador están relacionados entre sí. Comparado con esto, en las instalaciones según el estado de la técnica, los gases de combustión de todos los quemadores se recolectan en una posición - normalmente al inicio de la zona de contacto directo con la llama - y se llevan a un intercambiador de calor central para el calentamiento del aire. Por efecto de la aspiración centralizada se produce a lo largo del horno una corriente que influye negativamente en el comportamiento de la temperatura de cada una de las zonas. Cuando se abre la puerta de salida para sacar un bloque y el horno funciona de modo continuo, entonces puede entrar aire frío en el horno, lo cual influye negativamente en la distribución de temperatura en los bloques así como en la regulación de temperatura. En el procedimiento con el dispositivo de precalentamiento gracias a la presencia de un reductor en los quemadores con recuperación, se consigue que se aspiren los gases de combustión únicamente en la misma cantidad o casi la misma cantidad que la de gases de combustión generados y solo cuando el quemador correspondiente está conectado.

Además de esta ventaja desde el punto de vista de la técnica de regulación, también resulta una ventaja en la mejora de la transmisión de calor. Los quemadores con recuperación funcionan con una velocidad de salida con la llama muy elevada. De este modo se forma una llama proyectada que rodea con fuerza el bloque y que proporciona un aumento de la transmisión de calor por convección sin necesidad de utilizar un generador de corriente de gases especial. A esto se añade que mediante el efecto inductor de la llama proyectada que tiene un elevado impulso, se pongan

en circulación también los gases de combustión calientes existentes en el dispositivo de calentamiento, lo cual a su vez aumenta la transmisión de calor por convección.

Además, en el caso de procesos en los que está previsto el calentamiento mediante quemadores con recuperación, existe la posibilidad de utilizar los quemadores con recuperación que, a las correspondientes temperaturas elevadas, funcionan en el modo llamado "Flox" con oxidación sin llama. Oxidación sin llama significa que en el quemador tiene lugar una mezcla entre gas, productos de combustión y aire de manera que no existe llama visible y que la oxidación liberadora de energía térmica tiene lugar en lo que sería la proyección del quemador. Esto tiene ventajas decisivas para la uniformidad de la transmisión de calor sobre la superficie del bloque.

Los quemadores con recuperación mencionados, en parte adecuados también para el funcionamiento "Flox", están descritos en los documentos EP 0 463 218 B1, EP 0 685 683 B1 así como en DE 195 41 922 C2.

Finalmente, la utilización de quemadores con recuperación proporciona una reducción de la longitud de la instalación necesaria en comparación con una instalación de la misma potencia según el estado de la técnica. La razón de esto es que no existe la zona de precalentamiento que es necesaria en las instalaciones según el estado de la técnica para recuperar por lo menos una parte de los gases de combustión. Esta longitud más corta con mayor potencia significa no sólo un ahorro de espacio sino también es una ventaja desde el punto de vista de la técnica de proceso, pues hay menos bloques dentro de la instalación, lo cual simplifica la utilización de la instalación con distintas aleaciones.

En resumen, el procedimiento tiene desde el punto de vista del calentamiento las ventajas siguientes:

1. Subdivisión del calentamiento en calentamiento rápido mediante contacto directo con la llama únicamente en la parte inicial del dispositivo de calentamiento, mientras que en la parte final del dispositivo de calentamiento la transmisión de calor tiene lugar por convección. De este modo se combina la elevada velocidad de calentamiento mediante contacto directo con la llama con el calentamiento uniforme sin riesgo de sobrecalentamiento local del calentamiento por convección.
2. Posibilidad de ser montado en instalaciones de calentamiento rápido mediante contacto directo con la llama existentes mediante la adición de por lo menos una zona de convección en el extremo final del dispositivo de calentamiento existente.
3. Utilización de quemadores con recuperación con precalentamiento de aire integrado. De este modo se mejora la regulación del dispositivo de calentamiento y también de manera importante el consumo de combustible. Reducción de la longitud de la instalación gracias a la no utilización de zona de precalentamiento.
4. Posibilidad de utilizar quemadores para funcionamiento por oxidación sin llama y

gracias a esto, buena uniformidad de la transmisión del calor en el caso de contacto directo con la llama.

Los procedimientos de enfriamiento según la invención así como el dispositivo para la realización del procedimiento tienen otras ventajas. Así, a diferencia del estado de la técnica, no se mueve longitudinalmente un bloque a través de un anillo enfriador, sino que el bloque se introduce sujeto por sus extremos en un dispositivo enfriador estacionario. El enfriamiento tiene lugar mediante una disposición en anillos de boquillas individuales que durante el enfriamiento se encuentran respecto del bloque, en posiciones fijas y definidas con precisión. El efecto de enfriamiento deseado para lograr la temperatura o la distribución de temperatura se consigue mediante el funcionamiento de estas boquillas dispuestas en anillos con distintas presiones y/o tiempos de conexión. El coste del control y del mantenimiento es sustancialmente menor que en los dispositivos según el estado de la técnica; además la precisión en cuanto a la temperatura alcanzada y a la distribución de temperatura es mayor que en los dispositivos y procedimientos conocidos.

A continuación se describe la invención con la ayuda de ejemplos de realización y haciendo referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos.

La Fig. 1 muestra el perfil de temperatura de un bloque a lo largo del tiempo desde el inicio del calentamiento rápido, a lo largo del enfriamiento brusco hasta la transferencia a la prensa;

la Fig. 2 muestra la disposición de los diferentes grupos para la realización del tratamiento térmico;

la Fig. 3 es una representación esquemática de un dispositivo para la realización del calentamiento rápido con dibujos en sección de las partes del dispositivo dispuestas sucesivamente una después de otra, en las que el calentamiento tiene lugar según el estado de la técnica por contacto directo con la llama;

la Fig. 4 es un diagrama de flujo de la instalación para calentamiento rápido mostrada esquemáticamente en la Fig.3;

la Fig. 5 muestra otra forma de realización de la zona del dispositivo de contacto directo con la llama en la que se aplican quemadores con recuperación;

la Fig. 6 muestra formas ventajosas de boquillas para quemadores con recuperación de alta velocidad;

la Fig. 7 es un perfil de temperatura a lo largo de las distintas partes del dispositivo de calentamiento y medida en el producto que se calienta en el dispositivo;

la Fig. 8 muestra el dispositivo de enfriamiento brusco en una sección simplificada representada esquemáticamente;

la Fig. 9 es una vista esquemática longitudinal simplificada del dispositivo de enfriamiento rápido en la que la caja está representada cortada;

la Fig. 10 es un diagrama con curvas de enfriamiento típicas en los puntos de medida indicados en el bloque que se enfría.

El procedimiento según la presente invención se explica con la ayuda de la Fig. 1. En la Fig. 1 se presenta esquemáticamente el perfil de temperatura de un bloque a lo largo del tiempo desde el inicio del calentamiento hasta la transferencia a la prensa. Inicialmente el bloque experimenta un calentamiento rápido como máximo durante 20 minutos en la zona del dispositivo que trabaja por contacto directo con la llama

mediante quemadores con recuperación o quemadores "Flox" con recuperación, de modo que no existe ninguna zona de precalentamiento para la refrigeración de los humos. El final del calentamiento tiene lugar en por lo menos una zona con transmisión de calor por convección, con una sobret temperatura comparativamente pequeña. Aquí tiene lugar la igualación de temperatura en como máximo 3 minutos. A continuación tiene lugar la transferencia a la estación de enfriamiento. Después de un tiempo de enfriamiento activo de como máximo 30 segundos, el bloque se somete a una igualación de temperaturas durante un tiempo. Al final de este tiempo de igualación el bloque es transferido a la prensa y durante el prensado isotérmico tiene una diferencia de temperatura entre sus extremos inicial y final.

La Fig. 2 muestra esquemáticamente la disposición de los diferentes grupos para la realización del tratamiento térmico. La prensa está indicada esquemáticamente con los números de referencia 2 y 3. El número 2 indica el recipiente en el que se inserta el bloque 1 y en el que se prensa con el punzón 3 durante el proceso de extrusión. El perfil extrudido, o los perfiles (no representados) en el caso de utillaje con varias figuras, se recogen en la salida 12 de la prensa. Los bloques 1 se cargan en la prensa 2, 3 con un cargador 4 que también está representado esquemáticamente.

El calentamiento tiene lugar en primer lugar siguiendo la dirección de avance 9 mediante contacto directo con la llama en la parte anterior del dispositivo de calentamiento 7 y a continuación, por ejemplo en dos zonas de convección 8a y 8b dispuestas una después de la otra, de manera que la última zona 8b en la dirección de avance 9 trabaja con una temperatura de gases menor que la de la zona anterior 8a. Desde el dispositivo de calentamiento 7, el bloque alcanza un transportador transversal 5. La dirección de movimiento está indicada con la flecha 10. Desde el transportador transversal 5 los bloques son transferidos a la estación de enfriamiento 6a o a la estación de enfriamiento 6b moviéndose en la dirección de las flechas 11a ó 11b. Como ya se ha mencionado, la duplicación de la estación de enfriamiento tiene sentido cuando la instalación trabaja con elevada productividad y con intervalos cortos entre bloques.

El producto 1, una fila de secciones cortadas de tochos o barras (meramente indicadas en la figura debido a la simplificación) se guía a través del dispositivo mediante un mecanismo de transporte, por ejemplo como se muestra en la Fig. 3, mediante una pista de rodillos 20. En el caso de rodillos no motorizados, el transporte tiene lugar mediante mecanismos de empuje situados fuera del dispositivo. Otras posibilidades, no representadas en las Figuras, consisten en el transporte del producto mediante una viga galopante o mediante una cadena de transporte. También se pueden utilizar rodillos motorizados u otros medios de transporte conocidos en el estado de la técnica.

La primera parte del dispositivo consta esencialmente de la zona de contacto directo con la llama. En la Fig. 3 se muestran a modo de ejemplo dos zonas de contacto directo con la llama 7a, 7b. Antes de la primera zona de contacto directo con la llama 7, en la dirección de avance, se encuentra una zona de entrada 13 y después de la segunda (última) zona de contacto directo con la llama 7b se encuentra una zona de se-

paración 14. En la zona de separación 14 se conecta la primera 8a de dos zonas de convección 8a, 8b; La última zona de convección en la dirección de avance 8b, que principalmente es una zona de igualación de temperaturas, es el final del dispositivo. En las zonas de contacto directo con la llama 7a, 7b, el producto 1 se calienta por las llamas generadas con los quemadores 15. En este calentamiento el calor se transmite al producto 1 en una parte importante mediante radiación desde el espacio del horno circundante. En la zona de entrada 13 y en la zona de separación 14, los gases de combustión de los quemadores se recogen y se conducen fuera del dispositivo mediante conducciones 16.

Las zonas de convección 8a, 8b disponen cada una de un sistema de circulación que para conseguir la transmisión de calor por convección, comprende por lo menos un ventilador 17, por lo menos un quemador 22 para la generación de gases calientes y de toberas 18 dispuestas a ambos lados del producto para el soplado. Las toberas 18 se alimentan del ventilador 17 a través de un sistema de canales de circulación 19, como puede verse en la Fig. 3.

Tal como se muestra en la Fig. 4, los gases de combustión se conducen a través de un intercambiador de calor 21, en el que se calienta previamente el aire de entrada del quemador. En las zonas de convección 8a, 8b se utilizan para el calentamiento quemadores de recuperación 22, de manera que debido al calentamiento previo del gas de entrada, los gases de combustión en la salida son gases enfriados.

En la Fig. 5 se muestra una forma de realización de la zona de contacto directo con la llama especialmente ventajosa. El calentamiento tiene lugar mediante un número pequeño de quemadores de recuperación 22 en comparación con la zona de contacto directo con la llama de la Fig. 3. En esta forma de realización no existen los intercambiadores de calor externos 21 para el precalentamiento del aire de entrada de los quemadores. Además los quemadores de recuperación utilizados se pueden realizar favorablemente como quemadores de alta velocidad y/o quemadores de alta velocidad "Flox", que automáticamente al alcanzarse la correspondiente temperatura en el horno cambian del modo de combustión normal al modo de combustión "Flox".

Mediante el uso del efecto Coanda y el diseño adecuado de la boquilla, la llama de los quemadores de alta velocidad puede estar en contacto con una superficie comparativamente mayor del producto, tal como se representa en la Fig. 5 mediante las flechas de corriente esquemáticas 23. El eje de los quemadores y la llama asociada 24 o la zona de combustión en el caso de quemadores "Flox", pueden estar inclinados respecto de la perpendicular con el fin de mejorar el contacto con el producto. También es posible influir la llama 24 para mejorar el contacto mediante piezas de boquilla hechas de un material resistente a alta temperatura como por ejemplo el carburo de silicio. La Fig. 6 muestra ejemplos de diseños adecuados para boquillas de quemadores de alta velocidad. La Fig. 6a muestra una boquilla que convierte una llama de sección circular en una llama plana, la Fig. 6b muestra una boquilla en la que la llama tiene una discontinuidad en el centro y los dos segmentos laterales correspondientemente reforzados respecto a la Fig. 6a. La Fig. 6c muestra una boquilla con una sección de salida con la forma de un "hueso de perro"; la Fig. 6d muestra la sección de una boquilla en la que la llama

está inclinada respecto de la vertical. La Fig. 6e muestra una boquilla en la que la llama se divide en varias -tres en la figura- llamas separadas que alcanzan el producto con tres direcciones distintas. De este modo se puede alcanzar densidades de flujo de calor de 300 kW/m^2 y mayores sobre grandes porciones de la superficie del bloque.

La gran ventaja del dispositivo de calentamiento rápido puede verse en el esquema de los perfiles de temperatura del núcleo y de la superficie del producto 1 representados en la Fig. 7. En las zonas de contacto directo con la llama, que en el ejemplo de la Fig. 7 suponen dos zonas F1 y F2, la temperatura en el interior del horno es extremadamente elevada, tal como es normal en los hornos de contacto directo con la llama del estado de la técnica. Puesto que estas zonas solo se aplican en el inicio del dispositivo, no existe riesgo de sobrecalentamiento, y la separación de las temperaturas del producto en distintos puntos, representada en la Fig. 7, no juega ningún papel puesto que en las dos zonas de convección siguientes K1 y K2 se pueden igualar las temperaturas. En la segunda zona K2 incluso la temperatura del gas (= temperatura en el interior del horno) está en el intervalo de la temperatura del producto deseada. De este modo queda excluida la posibilidad de sobrecalentar el producto incluso en caso de parada no programada de la prensa y de la consiguiente interrupción del transporte del producto en el dispositivo.

A continuación se describe con la ayuda de las Figs. de la 8 a la 10, un ejemplo de realización ventajoso de un dispositivo de enfriamiento de los bloques según el método de tratamiento térmico según la invención.

El bloque 1 está rodeado de grupos de boquillas individuales 25 que están dispuestas en anillos a lo largo de la longitud del bloque 1 con una separación 26 adecuada a la abertura del chorro de las boquillas. Las boquillas 25 de un grupo están unidas con un tubo de suministro 27. A su vez, el tubo de suministro 27 recibe el fluido refrigerante de un tubo de suministro de grupo 28. Como fluido refrigerante se utiliza agua que en caso necesario puede estar acondicionada, por ejemplo, desmineralizada. En el tubo central de suministro 29 que recibe la presión de una bomba no representada, se encuentra un órgano de corte accionado por el control y una válvula reguladora de presión 31 que puede ajustarse bien manualmente o bien mediante el control. Debajo del bloque 1 se encuentra un depósito de agua 32 desde el cual la bomba no representada, impulsa el fluido refrigerante mediante un tubo de succión 33 hasta la conducción central de suministro 29. En este circuito se ha instalado según el estado de la técnica una unidad de filtración y un enfriador para eliminar el calor adquirido por el fluido en contacto con el bloque. En lugar de la bomba puede utilizarse una tubería bajante en el caso de que pueda instalarse un depósito de agua con la diferencia de alturas correspondiente.

En lugar de una bomba, para alimentar las boquillas 25 puede utilizarse también un acumulador de presión, por ejemplo un depósito de agua elevado.

El bloque 1 está sujetado con una fijación 34 por las dos caras frontales, tal como muestra la Fig. 9. La fijación 34 consta de forma similar a una prensa de tornillo, de una parte fija 34a y de una parte móvil 34b, con la parte móvil estando accionada hacia la parte fija mediante, por ejemplo, un cilindro 35.

Pueden utilizarse tanto cilindros neumáticos como hidráulicos. Además la fijación 34 está diseñada de manera que un dedo 34c impide la caída del bloque. Para el guiado de la parte móvil 34b se utiliza una guía lineal 36. Esta guía lineal está unida solidariamente con unos carriles 37, que son desplazables en la dirección longitudinal del bloque sobre rodillos guía 38. Este desplazamiento efectúa la entrada y la salida del bloque sujeto por la fijación en la posición de carga y descarga 39. El desplazamiento igual que la fijación, puede realizarse mediante un cilindro 45 neumático o hidráulico o mediante otro accionamiento lineal, por ejemplo mediante una cadena o mediante un husillo o un vástago.

El bloque llega a la posición de carga y descarga 39 mediante un dispositivo de avance trasversal 40 que sitúa el bloque 1 en la posición de la fijación abierta 34. Mediante la fijación 34 se pueden sujetar bloques de distintas longitudes. En esta operación la cara del bloque orientada hacia la matriz de extrusión queda siempre en el lado de la parte fija 34a de la fijación de manera que existe una correspondencia clara entre perfil de temperatura y posición del bloque. En la Fig. 9 se ilustra con líneas la posibilidad de sujetar bloques de distinta longitud mediante la posición 34b dibujada con líneas a trazos de la parte móvil.

La zona de rociado del dispositivo está cerrada por una carcasa 41 que se puede desmontar fácilmente. La carcasa tiene en el lado de carga y descarga una puerta elevable 42. Es ventajoso generar una presión negativa en la carcasa, por ejemplo mediante un ventilador que extraiga aire del interior de la carcasa por ejemplo por la cubierta. Así se evita de modo fiable que humedad y vapor alcancen la zona de carga del dispositivo de enfriamiento y con ello la zona de trabajo de la prensa. El conjunto del dispositivo está soportado por un bastidor de perfil de acero 43 que puede apoyarse en el suelo plano del taller.

También es posible utilizar sujeciones de bloques conocidas, distintas de la descrita, como por ejemplo las que se conocen por las máquinas de cepillar bloques.

La separación angular 44 de las boquillas 25 se configura según la abertura del chorro. En general, es suficiente una separación angular de 45°. Esta separación angular permite la disposición sin problemas de la guía lineal 36 sin perjudicar la abertura del chorro de las boquillas sobre la superficie del bloque.

Con la ayuda de los órganos de corte accionados por el control es posible activar individualmente los grupos de boquillas. La correspondiente válvula de regulación 31 permite el ajuste individual de la presión de boquilla deseada para cada grupo de boquillas. El ajuste de las válvulas de regulación 31 y el accionamiento de los órganos de bloqueo 30 tienen lugar de manera adecuada mediante un control de proceso. En un proceso de enfriamiento en el que el bloque 1 debe ser enfriado en conjunto pero también debe obtenerse un gradiente longitudinal de temperatura en el bloque, se conectan en primer lugar las boquillas. Después de un intervalo de tiempo suficiente para el enfriamiento global, los grupos de boquillas empiezan a desconectarse sucesivamente empezando por el lado del bloque orientado hacia la matriz, de manera que la duración total del enfriamiento disminuye desde el inicio del bloque (cara orientada hacia la matriz) hasta el final del bloque (cara orientada hacia el punzón). Cuanto

mayor sea la diferencia entre los instantes de corte de los grupos de boquillas del inicio y del final del bloque, mayor es la diferencia de temperatura a lo largo de la longitud del bloque y más acentuado es el gradiente longitudinal de temperatura.

La fijación 34 utilizada para el bloque según la invención y que sujeta por las caras del bloque 1, garantiza un contacto homogéneo de la superficie del bloque con el fluido de enfriamiento, no impedido como sería el caso de otras sujeciones cualesquiera. La sujeción por las caras apantalla a estas de modo que el flujo de calor en el bloque 1 transcurre en dirección radial también en los extremos y la distribución de temperatura obtenida con el enfriamiento no está influida perjudicialmente por el efecto de las caras laterales. El contacto homogéneo con el fluido enfriador, en este caso agua, garantiza un enfriamiento homogéneo en la zona de interés de la superficie del bloque, pues por encima de la temperatura de formación de la capa de vapor, la transmisión de calor en una superficie plana depende esencialmente sólo de la densidad de rociado con agua. La influencia de las distintas orientaciones de la superficie cilíndrica sobre el rendimiento del enfriamiento - horizontal en el enfriamiento desde arriba sobre la parte superior del bloque, vertical en las dos caras laterales y horizontal en el enfriamiento desde abajo sobre la parte inferior del bloque - puede ser compensada mediante el uso de boquillas individuales según la invención y la selección de boquillas de distintos tamaños, ventajosamente del mismo tipo.

La Fig. 10 presenta muestras de enfriamiento típicas en un bloque para distintos puntos de medida. La posición de los puntos de medida de 1 a 12 está indicada en los esquemas de la figura. Las cifras indicadas en las curvas se refieren a los números de los puntos de medida. Puede verse que después de un tiempo de enfriamiento de unos 18 s y de a continuación, un tiempo de igualación de unos 60 s se obtiene el gradiente longitudinal de temperatura a lo largo de la longitud del bloque de unos 10 K/100 mm deseado, y en una sección del bloque la temperatura se iguala con una diferencia máxima de unos 20 K. Esta igualación de temperaturas continúa durante el intervalo de tiempo de unos 25 s necesario para situar el bloque hasta el inicio del prensado, de manera que durante el proceso de prensado se obtienen con precisión buena y reproducible, tanto el enfriamiento como el gradiente longitudinal de temperatura deseados. Puesto que el enfriamiento obtenido con el dispositivo de enfriamiento según la invención sirve para el aumento de la velocidad de prensado y con ello de la producción, se pueden conseguir intervalos entre bloques de 60 s y menores. Con estos intervalos entre bloques es conveniente disponer en paralelo de más de uno de los dispositivos de enfriamiento según la invención descritos, de manera que a pesar del corto intervalo entre bloques todavía se disponga de suficiente tiempo para la deseada igualación de temperaturas a lo largo de la sección del bloque.

El enfriamiento según la invención en posición fija con distintos tiempos de enfriamiento a lo largo de la longitud del bloque aplica la conocida propiedad física de los procesos de igualación de temperaturas, según la cual éstos tienen lugar más despacio según el cuadrado al aumentar la distancia entre puntos con la misma diferencia de temperatura, y en dirección radial transcurren más rápidos que en dirección axial.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el tratamiento térmico de un tocho para prensado o un trozo de barra (1) en el que

- a) inmediatamente después de un calentamiento rápido previo se realiza un enfriamiento brusco mediante boquillas individuales aspersoras de un fluido enfriador (25),
- b) cuyos ejes están dirigidos radialmente hacia el eje del producto y
- c) se hacen funcionar individualmente o en grupos con distintas presiones y/o diferentes tiempos de conexión,

caracterizado porque

- d) durante el enfriamiento brusco el producto (1) se mantiene en una posición fija con su eje dirigido horizontalmente y porque
- e) después del tiempo de enfriamiento sigue un intervalo para la igualación de temperaturas en el producto (1) principalmente en la dirección radial.

2. Procedimiento según la reivindicación 1 **caracterizado** porque se utiliza agua desmineralizada como fluido refrigerador.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque en el calentamiento rápido

- f) en una primera parte (7) tiene lugar un calentamiento mediante llamas de quemadores de gas, que están en contacto con la superficie y
- g) en una segunda parte (8) tiene lugar un calentamiento mediante convección forzada por medio de la proyección, sobre la superficie de la pieza, de gas caliente soplado por toberas,
- h) sirviendo la última subzona (8b) en la dirección de avance del producto, de calentamiento por convección forzada, para la igualación de las temperaturas en el producto y funcionando con sólo una pequeña sobretemperatura respecto de la temperatura final.

4. Dispositivo para el tratamiento térmico de un tocho metálico de fundición homogeneizado o de un trozo de barra (1) en el caso de utilizarse una sierra en caliente, preferentemente de una aleación ligera, inmediatamente antes de la introducción en el dispositivo de prensado

- a) con un dispositivo de enfriamiento con boquillas de fluido enfriador individuales (25),
- b) cuyos ejes están dirigidos radialmente sobre el producto y
- c) se pueden hacer funcionar individualmente o en grupos con distintas presiones y/o distintos tiempos de conexión,

caracterizado porque

- d) el producto (1) se mantiene en el dispositivo de enfriamiento con una posición fija y con su eje dirigido horizontalmente y porque

- e) el tocho para prensado o el trozo de barra (1), durante el proceso de enfriamiento se mantiene en su posición mediante una fijación (34) que sujeta el bloque por las caras y que es ajustable a las distintas longitudes de los bloques.

5. Dispositivo según la reivindicación 4 con

- f) un dispositivo de calentamiento (7, 8),

caracterizado porque

- g) el dispositivo de calentamiento tiene una primera parte (7) con calentamiento mediante llamas de quemadores de gas, que están en contacto con la superficie y
- h) una segunda parte (8) con calentamiento mediante convección forzada mediante proyección sobre la superficie de la pieza de gas caliente soplado por toberas,
- i) sirviendo la última subzona (8b) en la dirección de avance del producto, de calentamiento por convección forzada, para la igualación de las temperaturas en el producto y funcionando con sólo una pequeña sobretemperatura respecto de la temperatura final.

6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado** porque

los quemadores utilizados son quemadores con recuperación, en los que el recuperador para el precalentamiento del aire está integrado individualmente en cada quemador, y porque

la proyección de los quemadores sale de la boquilla del quemador con alta velocidad, pudiendo funcionar algunos quemadores con recuperación según el modo "Flox".

7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado** porque las boquillas del quemador con recuperación (22) están configuradas con piezas de un material resistente a altas temperaturas para modificar la sección de la llama del quemador (24), cambiando las boquillas de los quemadores con recuperación (22) la dirección de las llamas (24) y/o dividiendo estas boquillas la llama (24) en por lo menos dos llamas separadas.

8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado** porque el dispositivo de enfriamiento brusco tiene disposiciones anulares de boquillas individuales (25), donde un grupo de boquillas forma una disposición anular de boquillas y/o las boquillas tienen distintos tamaños según la orientación respecto de la superficie del tocho.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado** porque la fijación (34) tiene dedos (34c) por la parte inferior del tocho para el aseguramiento adicional del tocho (1) mediante interferencia.

10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado** por una posición de carga y de descarga del dispositivo de fijación (34) delante del dispositivo de enfriamiento.

11. Dispositivo según por lo menos una de las rei-

vindicaciones 4 a 10, **caracterizado** porque en el caso de intervalos entre bloques cortos, funcionan por lo menos dos dispositivos de enfriamiento en paralelo.

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones

4 a 11, **caracterizado** porque está previsto un acumulador de presión para la alimentación de las boquillas (25) del dispositivo de enfriamiento brusco con fluido enfriador, especialmente con agua desmineralizada.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

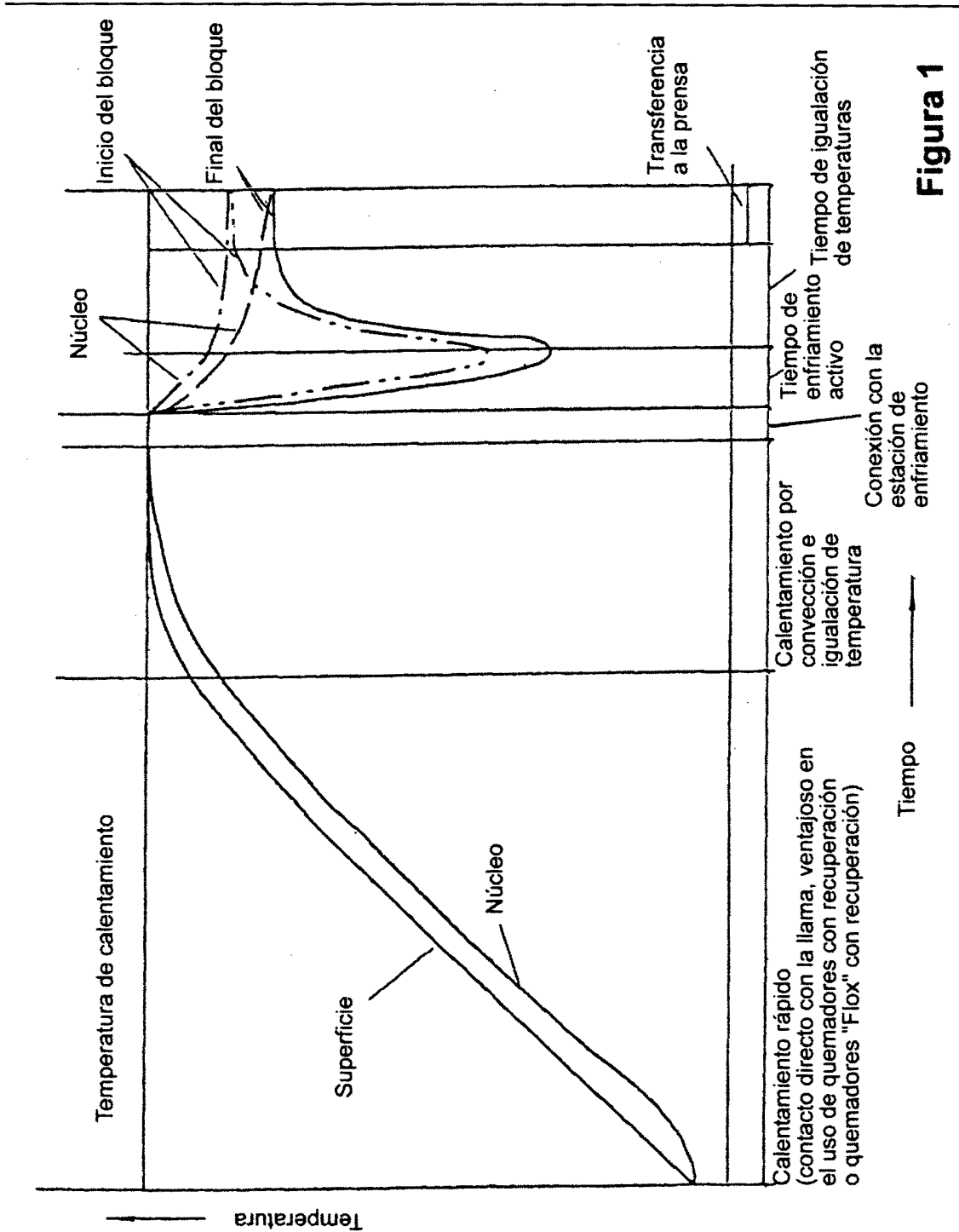


Figura 1

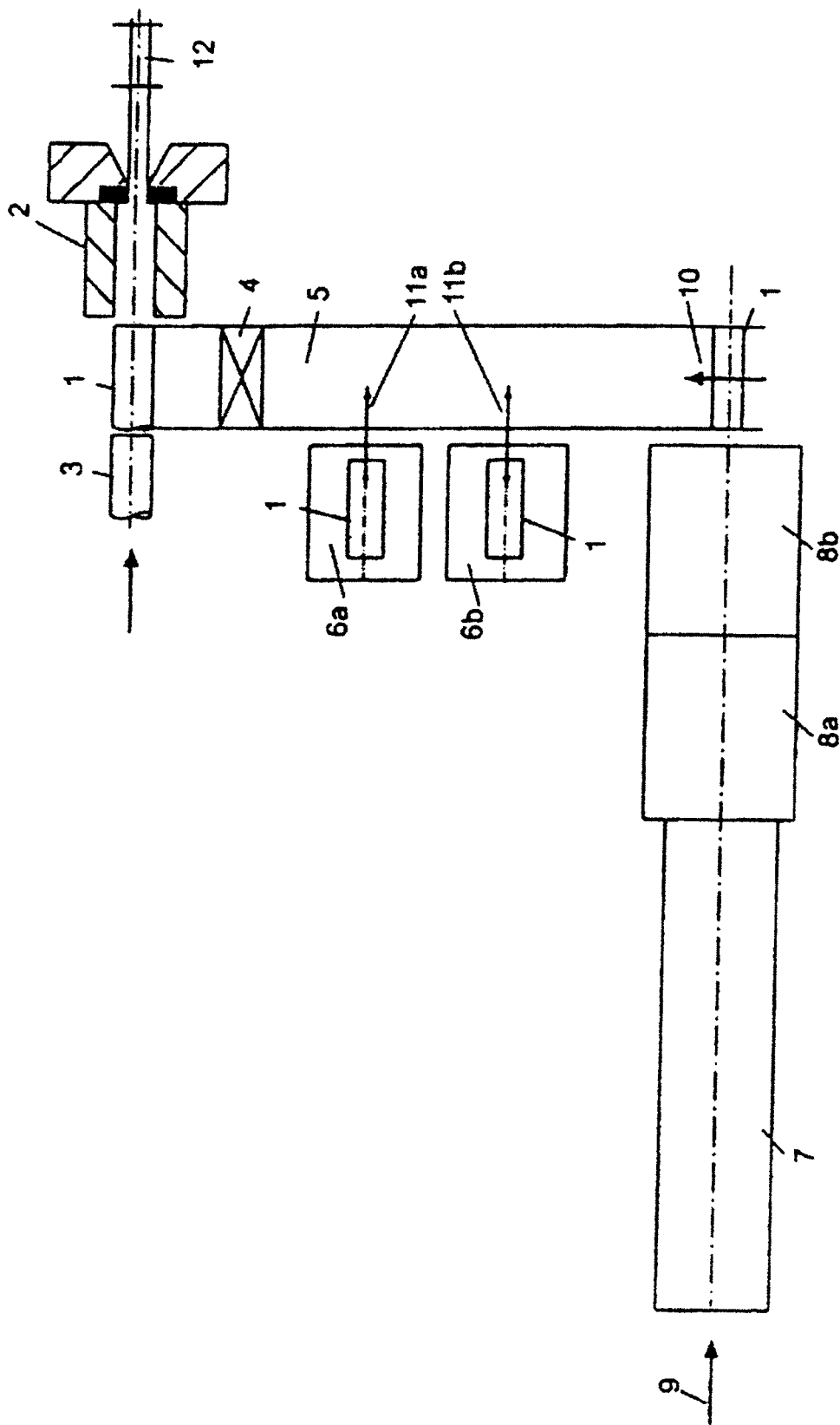
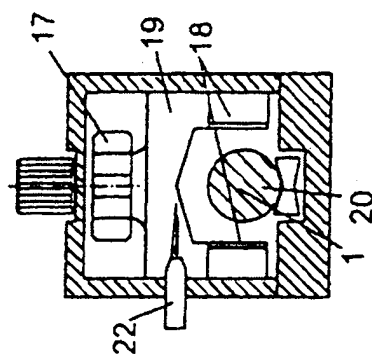
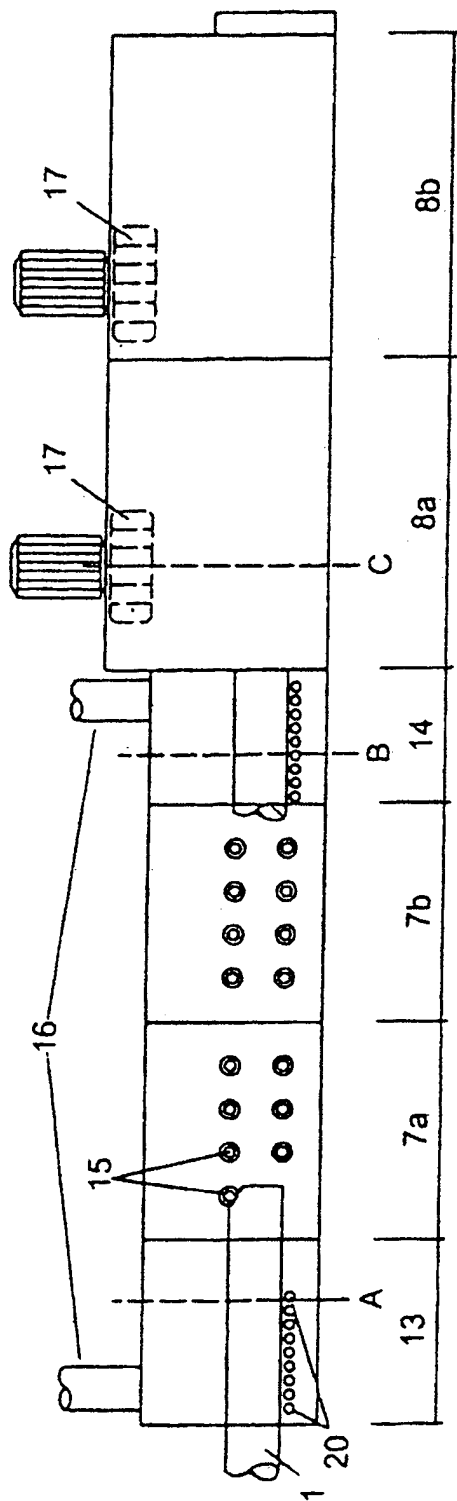
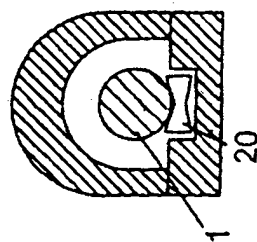


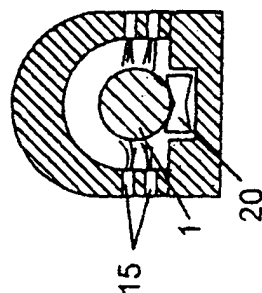
Figura 2



SECCIÓN C



SECCIÓN B



SECCIÓN A

Figura 3

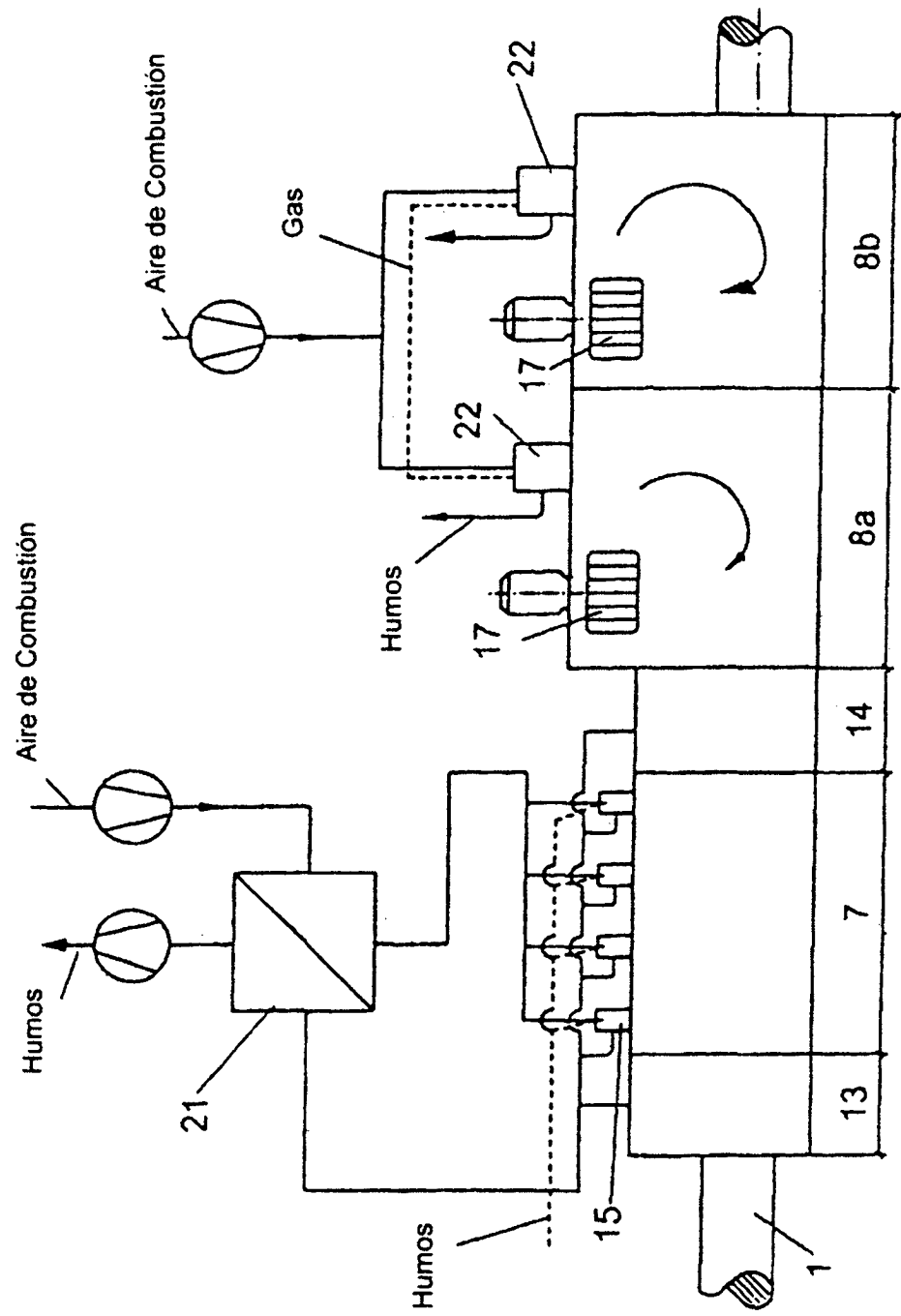


Figura 4

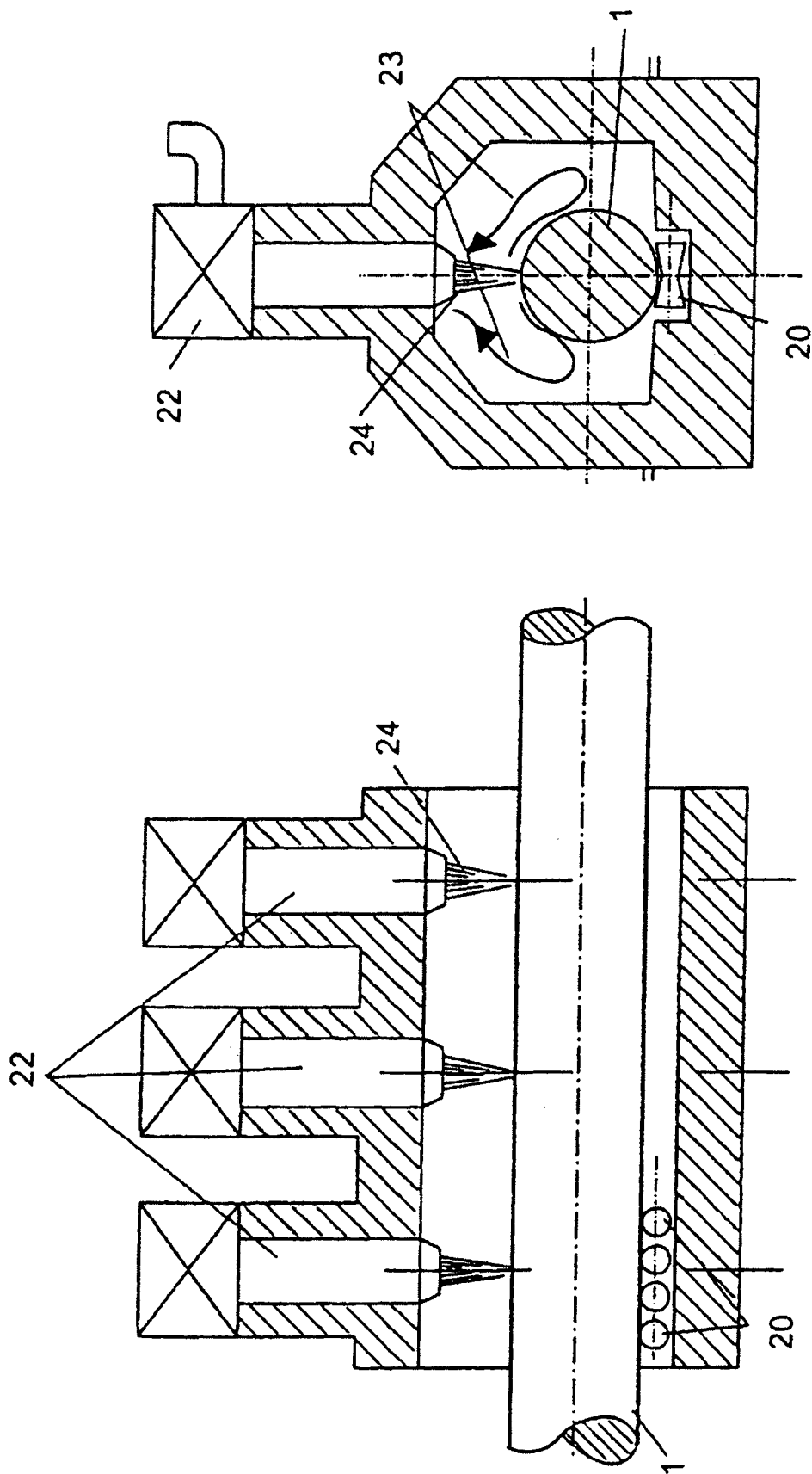


Figura 5

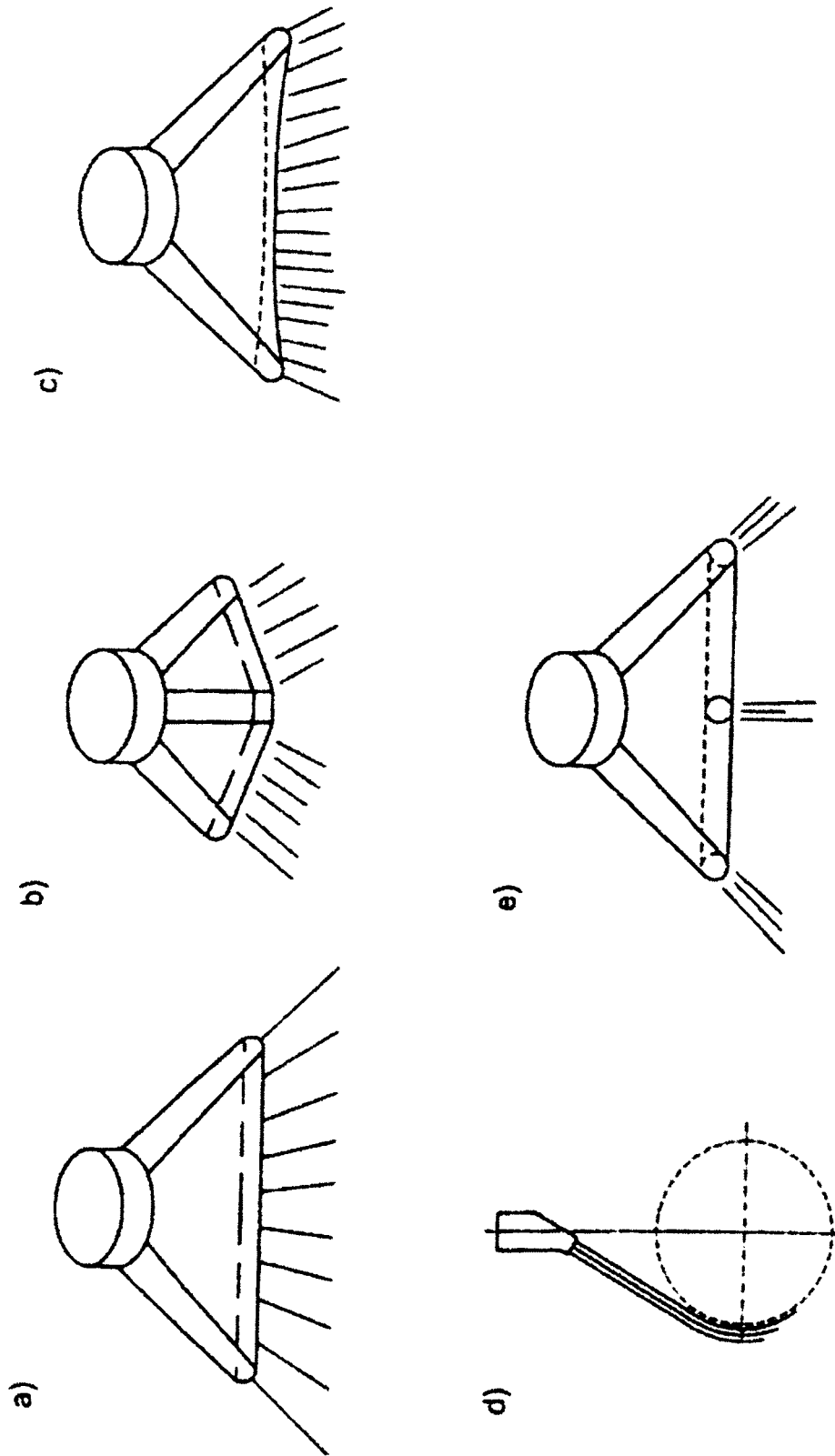


Figura 6

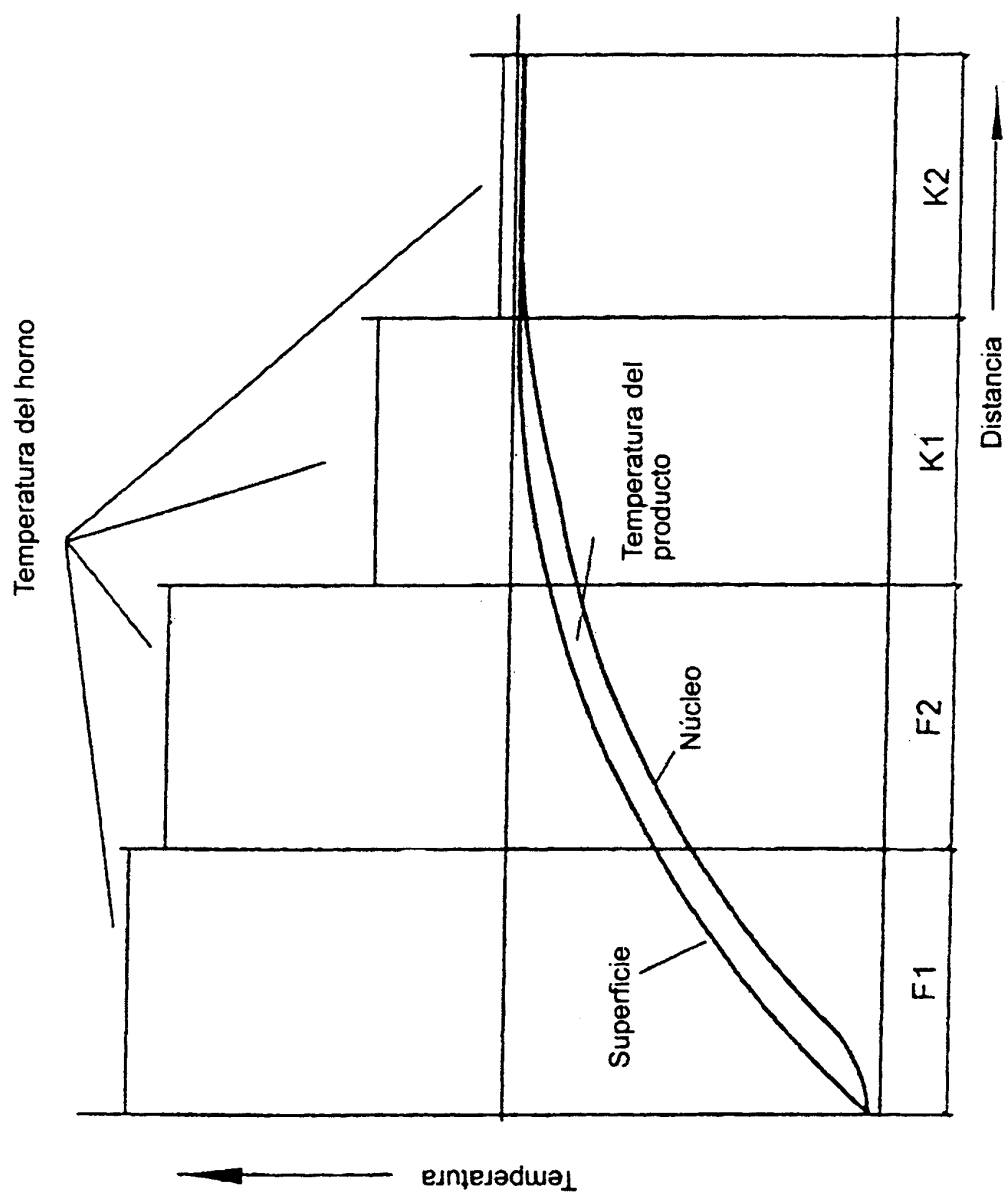


Figura 7

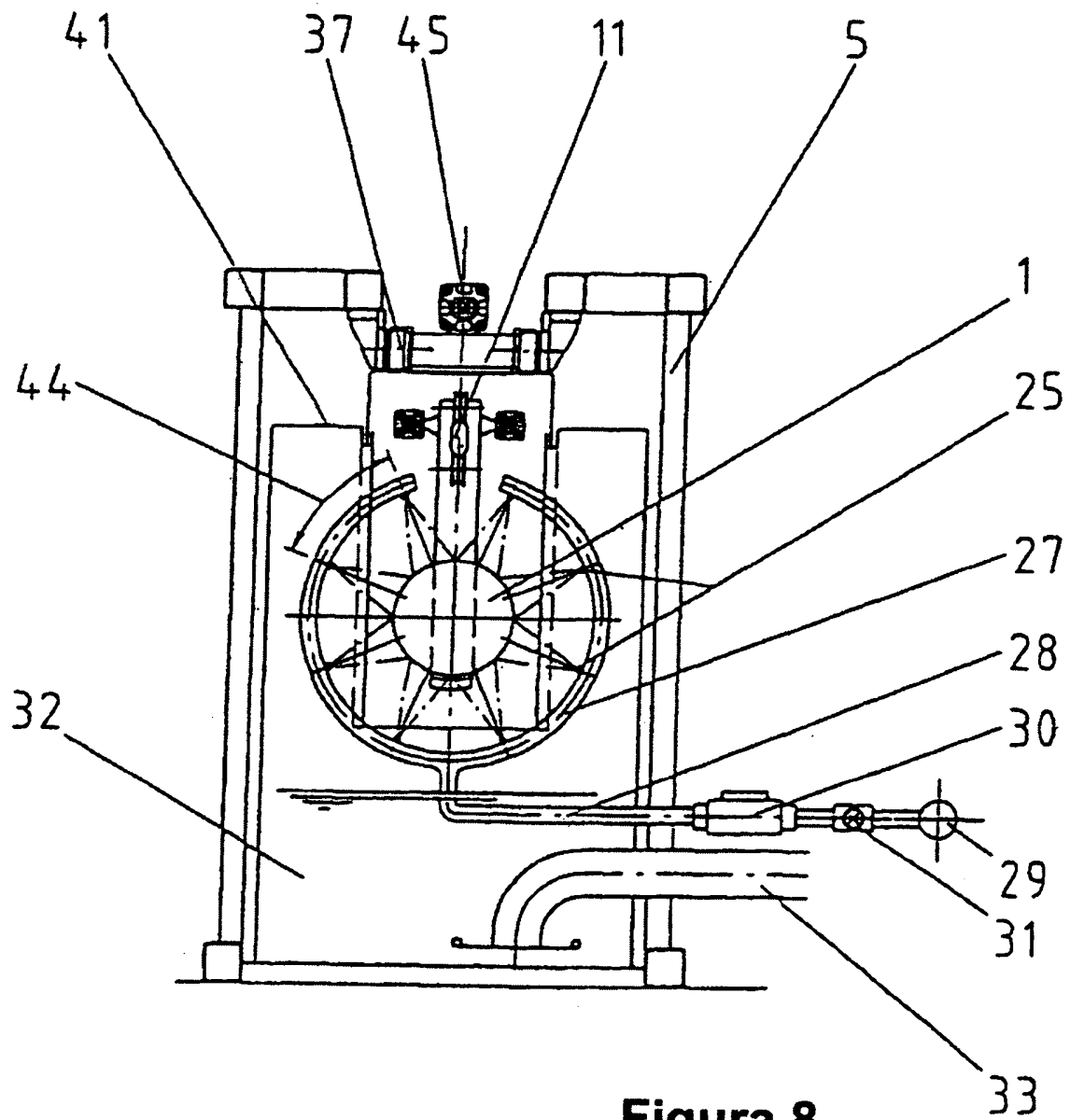
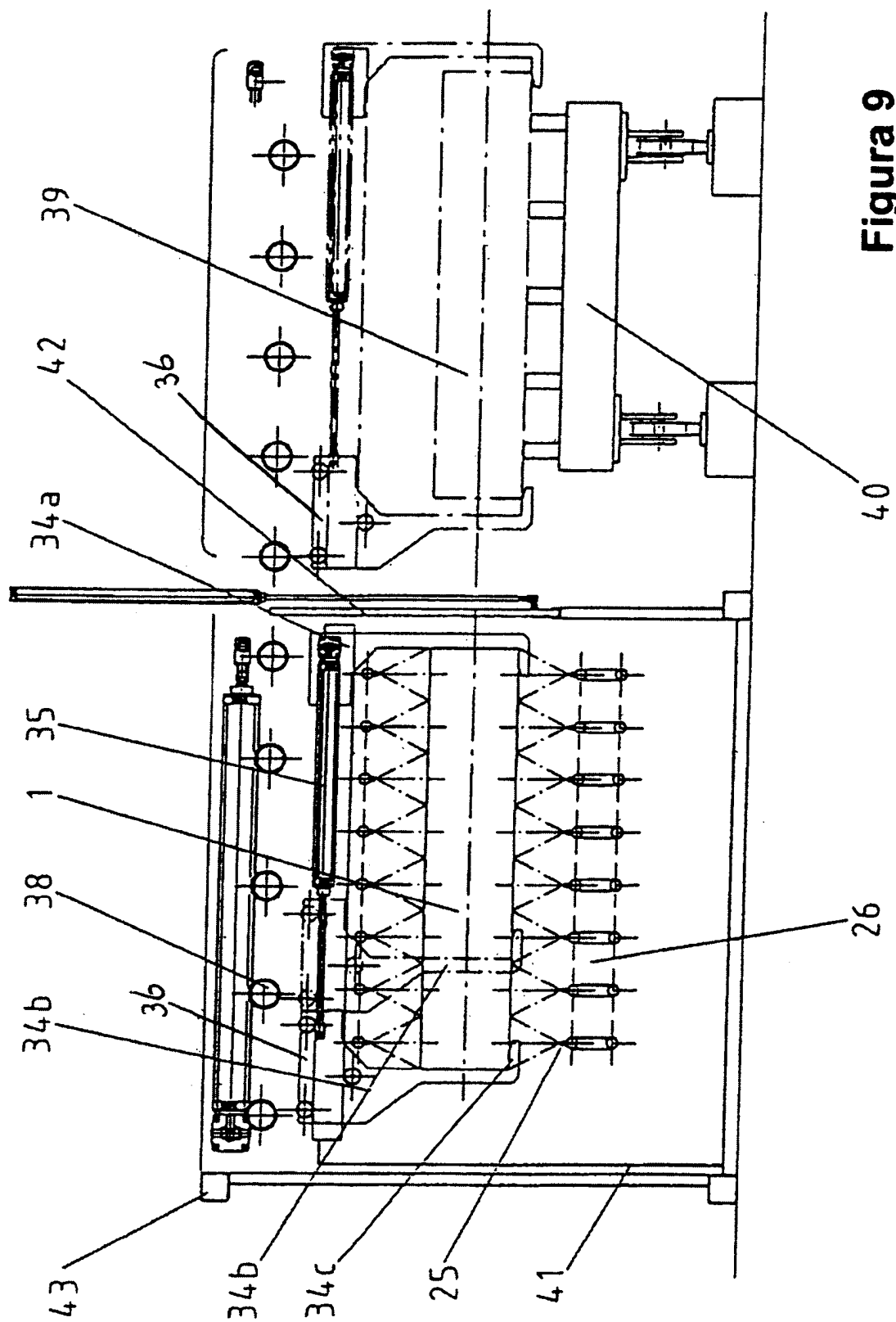


Figura 8



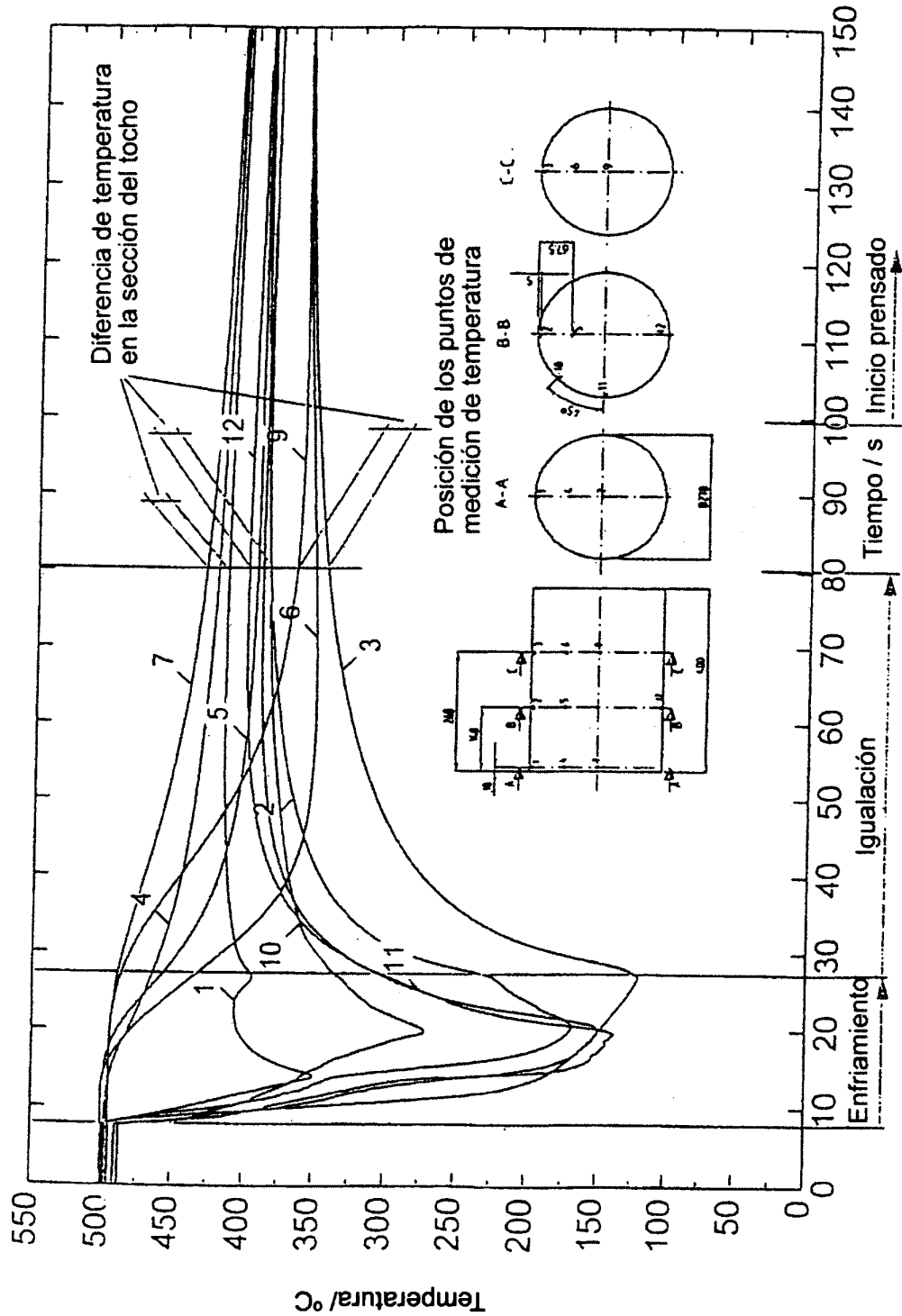


Figura 10