

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 794 843**

51 Int. Cl.:

C21C 5/46

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.04.2017 PCT/EP2017/058973**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2017 WO17178606**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2017 E 17719524 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3443131**

54 Título: **Cabeza de lanza de soplado**

30 Prioridad:

15.04.2016 BE 201605263

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

19.11.2020

73 Titular/es:

**SOUDOBEAM SA (100.0%)
Rue Vaçale 5
4140 Sprimont, BE**

72 Inventor/es:

THOMAS, JEAN-PHILIPPE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 794 843 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

Cabeza de lanza de soplado

La presente invención se refiere a una cabeza de lanza de soplado destinada a la agitación de baños, que comprende

- 5 - un tubo central de alimentación de gas de agitación, cerrado por el extremo orientado al baño por una primera pared frontal provista de al menos dos aberturas,
- un tubo interno que forma con el tubo central una primera cavidad anular para el paso de líquido de refrigeración y cuyo extremo orientado al baño acaba en una segunda pared frontal, denominada separador, que presenta una abertura central y un orificio de paso por cada abertura prevista en dicha primera pared frontal,
- 10 - un tubo externo que forma con el tubo interno una segunda cavidad anular para el paso de líquido de refrigeración y cerrado por el extremo orientado al baño por una tercera pared frontal que presenta un orificio de salida por cada abertura prevista en dicha primera pared frontal y una superficie interna que comprende una zona central cónica dirigida hacia dicha abertura central y que presenta una superficie de envoltura curvada en sección axial,
- 15 - un espacio de intercambio térmico situado, por una parte, entre dicha segunda pared frontal y dicha superficie interna de la tercera pared frontal y, por otra, entre dicha abertura central y dicha segunda cavidad anular, y por el que fluye el líquido de refrigeración, y
- un conducto de salida de gas de agitación, denominado inyector, que nace en cada abertura de dicha primera pared frontal, se extiende hasta dicho orificio de salida correspondiente y pasa por dicho orificio de paso correspondiente de manera estanca con respecto al líquido de refrigeración.

20 En lo que sigue, la expresión «zona central cónica dirigida hacia dicha abertura central y que presenta una superficie de envoltura curvada en sección axial» por razones de sencillez será sustituida en algunos casos por la expresión «depresión central».

25 La cabeza de lanza de soplado que describe la presente invención es utilizable, por ejemplo, en los convertidores de fabricación de acero mediante oxígeno (BOF Basic Oxygen Furnace, AOD Argon Oxygen Decarburization). Los convertidores permiten obtener acero merced a la inyección de oxígeno en un baño de fundición líquida para quemar el carbono que esta contenga. El principio básico en el campo del soplado de oxígeno en convertidores por ejemplo, Linz-Donawitz (LD), consiste en propulsar entre 3 y 6 chorros de oxígeno dispuestos a modo de corona sobre un baño de fundición líquida. La lanza que permite la formación de estos chorros de oxígeno es situada a una distancia de 1 a 5 m por encima de un baño de fundición en fusión, cuya temperatura puede llegar a 1700°C.

30 La temperatura de la cabeza de la lanza puede entonces aumentar rápidamente hasta 400°C y ha de permanecer en estas condiciones durante aproximadamente 20 minutos. Después, la cabeza es retirada y su temperatura vuelve a ser la temperatura ambiente, es decir, 20°C. Estas tensiones dañan las cabezas de lanza utilizadas en los baños de convertidores de acería, cuya vida útil típicamente se reduce como consecuencia de las grandes sollicitaciones a las que son sometidas durante un número significativo de utilizaciones sucesivas.

35 Para mejorar la refrigeración de las cabezas de lanza se crean espacios de intercambio térmico para que un líquido de refrigeración pueda circular por la pared interna de la cabeza de lanza orientada al baño. Cuando un líquido de refrigeración, generalmente agua, circula por la pared frontal, las calorías del metal del que está hecho esta pared son transmitidas a dicho líquido de refrigeración. De esta manera se consigue que la temperatura sea uniforme en toda la cabeza de lanza, y no particularmente elevada solo en las paredes expuestas al baño.

40 Una circulación impropia del líquido de refrigeración también puede ocasionar una elevación local de la temperatura del líquido de refrigeración. De manera consiguiente la tensión térmica puede hacer pasar líquido a fase de vapor de manera local. Esto da lugar a la formación de cavidades llenas de gas atrapadas en el líquido de refrigeración. La formación de cavidades gaseosas en un líquido se denomina fenómeno de cavitación. Estos fenómenos de cavitación provocan una reducción de la eficacia de la refrigeración de la pared frontal al ser el intercambio térmico entre una fase gaseosa y una fase sólida mucho menos eficaz que entre una fase líquida y una fase sólida. Si la refrigeración no es uniforme en toda la pared expuesta a las variaciones térmicas, se generan tensiones mecánicas entre las distintas zonas de dicha pared. Este reparto no uniforme de la temperatura provoca, en consecuencia, la reducción de la vida útil de la cabeza de lanza. Después de algunos ciclos de funcionamiento, en efecto, la cabeza de lanza puede presentar desajustes que limiten considerablemente su vida útil.

50 Los documentos US4432534 y WO9623082 describen, por ejemplo, cabezas de lanza previstas para permitir el flujo de un líquido de refrigeración a gran velocidad por la superficie interna de la pared frontal, presentando dicha pared frontal una ligera depresión central destinada a optimizar dicho flujo.

El documento EP0340207 propone una depresión sustancial en la zona central de la cabeza de lanza a la que son dirigidos chorros secundarios de líquido de refrigeración que provocan turbulencia en el flujo del líquido.

El documento WO0222892 intenta mejorar en mayor medida el flujo del líquido de refrigeración en el espacio de

intercambio térmico de la cabeza de lanza al crear una depresión central en la cara orientada al baño con una razón ventajosa entre altura y base de dicha depresión. Esta razón permite que el espacio de intercambio térmico presente una sección de paso de líquido de refrigeración sensiblemente constante con el fin de obtener una velocidad de paso del líquido de refrigeración aproximadamente constante en dicho espacio.

- 5 El documento DE 19506718 describe una cabeza de lanza de soplado utilizada en o encima de acero líquido y que presenta un sistema de refrigeración basado en la diferencia de rugosidad entre las dos paredes del espacio de intercambio térmico, a saber, el separador y la superficie interna de la tercera pared frontal. La razón entre diferencia de rugosidad y radio mínimo de curvatura de la superficie expuesta al acero líquido debe mantenerse constante para garantizar una buena refrigeración. El documento US2012/0211929 A1 divulga otro ejemplo de la técnica anterior
10 conocida relacionado con una cabeza de lanza de soplado.

Si la refrigeración de las cabezas de lanza no es eficaz, además de tensiones mecánicas se ha constatado también un fenómeno de erosión de la pared frontal en la periferia de los orificios de salida de los conductos de gas de agitación.

En lo que sigue, la expresión «conducto de salida de gas de agitación» por razones de sencillez será sustituida en algunos casos por el término «inyector».

- 15 El diámetro de los orificios de salida de los inyectores tiende a aumentar como consecuencia de la erosión de los bordes de los orificios. Este aumento de diámetro deforma los chorros de oxígeno, lo que además de la destrucción de la cabeza de lanza provoca la dispersión y la consiguiente reducción de eficacia de dichos chorros. La profundidad de penetración de los chorros en el baño y la agitación del baño favorecen la reacción de oxidación del carbono. Al ser situadas las cabezas de lanza a una distancia de 1 a 5 m por encima del baño de fundición por motivos de eficacia,
20 los chorros han de presentar un perfil coherente en la mayor distancia posible. El rendimiento de la reacción se reduce si los chorros se dispersan, al penetrar a menor profundidad en el baño de fundición. Consiguientemente, el rendimiento de la reacción en el baño no será óptimo y presentará además una gran variabilidad durante la vida útil de la cabeza de lanza.

- Una refrigeración eficaz, necesaria en consecuencia para un buen funcionamiento de las cabezas de lanza, permite ventajosamente aumentar la vida útil de estas y garantizar la mejora de la estabilidad de rendimiento de reacción a lo largo de toda su vida útil, minimizando al mismo tiempo la erosión de los bordes de la pared frontal. Por otra parte, tal refrigeración es muy difícil de poner en práctica en las condiciones extremas encontradas durante la utilización de las cabezas de lanza.

- 25 Aunque los documentos descritos contribuyen a la mejora de la técnica de refrigeración de las cabezas, lamentablemente estas no siempre presentan una vida útil suficiente y no garantizan la estabilidad del rendimiento de la reacción en el baño durante la totalidad de dicha vida útil.

La presente invención tiene por objeto paliar estos inconvenientes del estado de la técnica merced a la provisión de una cabeza de lanza de fabricación sencilla, más duradera y que permite garantizar un rendimiento de la reacción en el baño de fundición mejorado y estable a lo largo de toda la vida útil de la cabeza de lanza.

- 35 Este problema es resuelto mediante la cabeza de lanza de acuerdo con la invención definida al principio, en la que el separador presenta en la abertura central un borde curvado en sección axial previsto de manera que una altura H_3 sea definida entre el frente de dicho borde y dicha superficie interna de la tercera pared frontal, y que en el espacio de intercambio térmico, del lado de dicha abertura central, exista una altura mínima predeterminada H_1 prevista de manera que la relación H_1/H_3 esté comprendida, en orden de preferencia creciente, entre 5% y 80%, entre 5% y 75%, entre
40 5% y 70%, entre 5% y 65%, entre 5% y 60%, entre 10% y 60%, entre 15% y 60%, entre 20% y 60%, entre 25% y 60%, entre 25% y 55%, o entre 30% y 55%.

A diferencia de los documentos citados, se ha descubierto que el flujo del líquido de refrigeración puede ser mejorado de manera sorprendente al actuar a la vez sobre la configuración del separador, en particular su borde en la abertura central, y sobre su posicionamiento con respecto a la tercera pared frontal.

- 45 En efecto, por una parte, el borde del separador en la abertura central, merced a su sección axial curvada, permite al líquido de refrigeración, proveniente de la primera cavidad anular, efectuar una rotación progresiva entre este borde curvo y la depresión central de la superficie interna de la tercera pared frontal para llegar sin perturbación al espacio de intercambio térmico.

- Los inyectores de la cabeza de lanza representan obstáculos que se encuentran en la trayectoria del líquido de refrigeración, en primer lugar, entre la primera y la segunda pared frontal, y después, en el espacio de intercambio térmico entre la segunda y la tercera pared frontal. Resulta conveniente «tranquilizar» el líquido de refrigeración después del rodeo del primer obstáculo que constituyen los inyectores entre la primera y la segunda pared frontal. De acuerdo con la presente invención, esta función se consigue merced al borde del separador, que está curvado en sección axial y que permite crear en la abertura central y en el espacio de intercambio térmico secciones de paso de
50 líquido de refrigeración optimizadas.

Además, este borde del separador curvado en sección axial permite minimizar las pérdidas de energía del flujo del

líquido de refrigeración, lo que mejora la aceleración de este líquido cuando pasa entre el borde curvo del separador y la zona central cónica de la superficie interna de la tercera pared frontal, antes de su llegada al espacio de intercambio térmico. Esta primera aceleración es regulada merced a la sección de paso del líquido de refrigeración entre el borde del separador y la depresión central. En el volumen contenido en el cono que pasa por los ejes de revolución de los inyectores, H_1 es la altura mínima del paso de agua por la superficie interna de la tercera pared frontal, en el espacio de intercambio térmico. Esta primera aceleración permite mejorar la refrigeración de la parte central de la cabeza de lanza, que es la parte con menor superficie de intercambio metal/líquido, y por tanto la zona más difícil de refrigerar.

De acuerdo con la presente invención, la expresión «sección de paso» se refiere a una sección tomada perpendicularmente al sentido de flujo del líquido de refrigeración.

Por otra parte, el posicionamiento del separador con respecto a la tercera pared frontal permite crear un espacio de intercambio térmico con una altura predeterminada que regule la aceleración del líquido de refrigeración. El separador según la presente invención, sensiblemente plano y sensiblemente paralelo a la tercera pared frontal, garantiza un flujo del líquido de refrigeración con turbulencia y cavitación reducidas.

Así, la cabeza de lanza según la presente invención permite, a la vez, optimizar la trayectoria del líquido de refrigeración, lo que minimiza la turbulencia, y mejorar la aceleración de dicho líquido para refrigerar eficazmente la pared expuesta a las tensiones térmicas. En consecuencia, la durabilidad de la cabeza de lanza según la presente invención se aumenta considerablemente y la erosión de los bordes de salida de los inyectores se minimiza, de manera que el rendimiento de la reacción en el baño se mejora y estabiliza durante toda la vida útil de la cabeza de lanza. En efecto, una buena refrigeración permite reducir la erosión de los bordes de salida de gas de agitación, lo que permite conseguir chorros más coherentes a la salida de los inyectores. Al penetrar a más profundidad, estos chorros más coherentes garantizan la mejora de la agitación del baño de fundición, garantizando así la mejora del rendimiento de la reacción en el baño. Además, los gases y el polvo emitidos en la superficie del baño y que suben hacia la cabeza de lanza repercuten en menor medida en la degradación de una cabeza con refrigeración mejorada como la de la cabeza de la presente invención. De manera consiguiente, la durabilidad de la cabeza de la presente invención se aumenta.

La cabeza de lanza de otra forma de realización particular de la presente invención tiene un diámetro exterior D_{ext} predeterminado y dicho borde del separador es definido por un grosor e_1 previsto de manera que la razón e_1/D_{ext} esté comprendida, en orden de preferencia creciente, entre 3% y 30%, entre 4% y 25%, entre 5% y 20%, o entre 5% y 15%.

El grosor e_1 del borde del separador es la distancia, considerada paralelamente al eje de revolución de los inyectores, entre la superficie orientada a la primera pared frontal y la superficie orientada al baño del separador. Por una parte, este grosor particular del borde del separador permite mejorar en mayor medida la rotación del líquido de refrigeración en torno al borde del separador enfrentado a la depresión central. Por otra parte, dicho grosor particular del borde del separador permite reducir ventajosamente las pérdidas de energía durante el flujo del líquido de refrigeración. La reducción de las pérdidas de energía conlleva el mantenimiento de la aceleración del líquido y por tanto la optimización de la refrigeración de la cabeza.

De manera ventajosa, el separador de la cabeza de lanza presenta una superficie orientada al baño sensiblemente sinusoidal.

La expresión «superficie sinusoidal» se refiere a una superficie que forma una curva ondulada, por ejemplo, con una parte convexa entre dos partes cóncavas. Por lo tanto, un separador provisto de una superficie sinusoidal presenta una parte convexa entre dos partes cóncavas con respecto a la tercera pared frontal. De manera consiguiente, existe un grosor mínimo entre dos grosores máximos del separador.

Esta superficie sinusoidal es ventajosa por ofrecer al líquido de refrigeración una sección de paso al espacio de intercambio térmico mejorada. Como ha sido descrito en lo que antecede, una primera aceleración del líquido de refrigeración tiene lugar antes de la entrada en el espacio de intercambio térmico. La superficie sinusoidal del separador lleva consigo el aumento de la sección de paso del líquido de refrigeración sensiblemente en el centro del separador. En efecto, los inyectores que atraviesan el separador sensiblemente por su centro obstruyen el espacio de intercambio térmico. Este es el sitio en el que el separador se vuelve cóncavo (abombado hacia el interior) para dejar espacio de paso al líquido de refrigeración. La forma sinusoidal de la superficie orientada al baño del separador permite, pues, aminorar las pérdidas de energía durante el segundo rodeo de los inyectores, entre el separador y la superficie interna de la tercera pared frontal. Esta superficie sinusoidal es ventajosa para una buena refrigeración de la pared expuesta al baño de fundición líquida.

De preferencia, dicha superficie sensiblemente sinusoidal orientada al baño de dicho separador está prevista de modo que el espacio de intercambio térmico presente una altura máxima sensiblemente en el centro de dicho separador.

De preferencia, la cabeza de lanza según la invención presenta un pilar que comprende un primer extremo opuesto al baño y un segundo extremo orientado al baño unido con la zona central de la tercera pared frontal.

Por una parte, este pilar permite mejorar la circulación del líquido de refrigeración cuando este penetra en la abertura central. Efectivamente, la abertura central puede ser un lugar de colisión y un pilar en el centro de esta abertura central

permite minimizar la turbulencia. El líquido ha de bordear el pilar antes de llegar al espacio de intercambio térmico.

Por otra parte, este pilar, ventajosamente hecho de un material de buena conductividad térmica, tal como cobre, permite garantizar que las calorías acumuladas en la pared frontal expuesta al baño sean transmitidas eficazmente al líquido de refrigeración. Este fenómeno de transmisión de calorías se denomina «pozo frío». El calor transmitido por el pilar se difunde entonces en el líquido de refrigeración que circula en torno a él.

De manera particularmente ventajosa, el pilar presenta entre dichos extremos primero y segundo una parte adelgazada, unida con la zona central, que presenta una longitud L_1 predeterminada y una sección axial que decrece de manera continua en dirección a la zona central de manera que el pilar forme con la zona central de la superficie interna de la tercera pared frontal una superficie curvada continua.

De acuerdo con la presente invención, la expresión «superficie curvada continua» se refiere a una superficie que presenta una «continuidad de curvas», de preferencia una «continuidad de tangentes».

De acuerdo con la presente invención, por «continuidad de tangentes» ha de entenderse que, en un corte axial del pilar, la curva de la parte adelgazada del pilar y la curva de la zona central cónica de la superficie interna de la tercera pared frontal presentan tangentes iguales en su extremo común, es decir, en su unión (segundo extremo del pilar). Las tangentes son las primeras derivadas de las curvas en su extremo común.

Un segundo grado de «continuidad de curvas» puede ser eventualmente una «continuidad de curvaturas», lo que significa que los radios de curvatura de las dos curvas (parte adelgazada del pilar y de la zona central cónica de la superficie interna de la tercera pared frontal) son iguales en su extremo común, es decir, en su unión (segundo extremo del pilar). En otros términos, las curvas de la parte adelgazada del pilar y de la zona central cónica de la superficie interna de la tercera pared frontal tienen, en su unión, la misma dirección y también el mismo radio. Los radios de curvatura son las segundas derivadas de las curvas en su extremo común, es decir, en su unión con el segundo extremo del pilar.

El líquido de refrigeración proveniente de la parte periférica de la cabeza (cavidad anular) converge en la abertura central, en la que efectúa una rotación de aproximadamente 180° entre el pilar y el borde del separador antes de llegar al espacio de intercambio térmico, por ejemplo, frontal. La existencia de este pilar de geometría particular permite, por una parte, optimizar en mayor medida el flujo del líquido de refrigeración que atraviesa la abertura central, por la que pasa entre la parte adelgazada del pilar y el borde del separador, y por otra, acelerar el líquido de refrigeración antes de su llegada al espacio de intercambio térmico. En efecto, el borde del separador según la presente invención presenta una forma complementaria con respecto a la parte adelgazada del pilar central ventajosamente presente en el centro de la abertura central. La complementariedad de forma de estos dos elementos, particularmente ventajosa para la conducción del líquido de refrigeración durante su rotación de aproximadamente 180° en la abertura central, permite aminorar la turbulencia del líquido, «tranquilizar» el líquido y hacerlo mantener un buen contacto con el pilar que sirve de «pozo frío» y después con la tercera pared frontal. Por otro lado, esta geometría permite también la aceleración del líquido de refrigeración antes de su paso al espacio de intercambio térmico.

Ventajosamente, en la cabeza de lanza según la presente invención el pilar presenta una segunda parte de longitud L_2 predeterminada que une dicha parte adelgazada y dicho primer extremo, presentando dicha segunda parte una sección transversal circular definida por un diámetro predeterminado D_2 , constante en toda la longitud L_2 , previsto de manera que la razón D_2/D_{ext} esté comprendida, en orden de preferencia creciente, entre 2% y 30%, entre 7,5% y 17,5% o entre 10% y 15% de dicho diámetro exterior (D_{ext}) de la cabeza de lanza.

Si se tiene en cuenta su diámetro, el pilar de esta forma de realización particular de la cabeza de lanza según la presente invención puede ser considerado «masivo», en vista del volumen que ocupa en la cabeza. Este pilar masivo, hecho de un material de buena conductividad térmica, tal como cobre, permite garantizar que las calorías acumuladas en la pared frontal expuesta al baño sean transmitidas de manera eficaz al líquido de refrigeración, mejorando así el fenómeno de «pozo frío». El calor transmitido por el pilar se difunde entonces en el líquido de refrigeración que circula en torno a dicho pilar, cuya parte adelgazada con perfil curvo permite aumentar la superficie de intercambio térmico metal/líquido. Consecuentemente, el calor es repartido de mejor manera en la cabeza de lanza, lo que garantiza en particular una buena refrigeración de la zona más expuesta a las temperaturas extremas, a saber, el centro de la tercera pared frontal. Así pues, la cabeza de lanza según esta forma de realización da lugar a una mejora añadida de la refrigeración de la cabeza.

Ventajosamente, dicha parte adelgazada I del pilar presenta un diámetro mínimo D_3 predeterminado en su segundo extremo, y dicha zona central presenta una altura h y una base b previstas de manera que la razón $h/(b-D_3)$ esté comprendida, en orden de preferencia creciente, entre 20% y 120%, entre 20% y 110%, entre 30% y 110%, entre 30% y 100%, entre 40% y 100%, entre 40% y 90%, entre 45% y 85%, o entre 50% y 80%.

En ausencia de pilar en la parte superior de la zona central cónica, D_3 es cero y $h/(b-D_3) = h/b$.

De esta manera se aumenta la superficie de intercambio térmico con respecto a una misma superficie del frente de calor que provenga del baño, sin provocar turbulencia ni cavitación en el líquido. Además, la sección de paso del líquido al espacio de intercambio térmico es prevista de manera que el líquido de refrigeración presente un perfil de

velocidad adecuado para que la refrigeración de la pared frontal expuesta al baño sea mejorada en mayor medida.

Se prefiere que la cabeza de lanza según la presente invención se caracterice por una distancia R de paso del líquido de refrigeración, considerada perpendicularmente al eje longitudinal L de la cabeza, en la abertura central. Si no hay pilar en la abertura central, esta distancia de paso se denomina R_1 y se mide entre el frente del separador y el eje longitudinal de la cabeza, y corresponde por tanto al radio mínimo de la abertura central. Cuando exista un pilar en la abertura central, la distancia de paso R del líquido se mide entre el frente del separador y la superficie externa de la parte adelgazada I del pilar, denominándose entonces la distancia R_2 . En los dos casos de la figura, esta distancia de paso R ha de estar prevista de manera que la razón R/H_3 esté comprendida, en orden de preferencia creciente, entre 20% y 150%, entre 30% y 140%, entre 30% y 130%, entre 40% y 130%, entre 50% y 130%, entre 60% y 120%, entre 60% y 110% o entre 70% y 110%, correspondiendo R a R_1 cuando no exista pilar o a R_2 cuando exista pilar.

Esta distancia de paso particular del líquido de refrigeración permite mejorar en mayor medida el flujo del líquido de refrigeración que converge en la abertura central antes de llegar al espacio de intercambio térmico. La distancia de paso del líquido en la abertura central, en combinación con las características de la cabeza antedichas, permite mejorar en mayor medida el flujo al mejorar la reducción de las perturbaciones y la aceleración del líquido de refrigeración.

Ventajosamente, dicho separador presenta una superficie sensiblemente sinusoidal orientada a dicha primera pared frontal.

En una forma de realización particular existe un deflector sensiblemente en el centro de dicho tubo central, destinado a alimentar la cabeza de lanza con gas de agitación de acuerdo con la presente invención.

Este deflector permite desviar de manera apropiada el gas que sale del conducto central para ser hecho penetrar en los conductos de salida del gas de agitación.

En una forma de realización particularmente ventajosa del dispositivo según la invención, dichos conductos de salida de gas de agitación presentan ejes de revolución situados oblicuamente con respecto al eje longitudinal de la cabeza de lanza.

Los elementos de la cabeza antedichos de una forma de realización particular se hacen separadamente y se fijan en la zona de unión mutua por soldadura de alta energía, de preferencia soldadura por haz de electrones.

La cabeza mencionada en lo que antecede se hace con distintos elementos de cabeza, cada uno de los cuales se hace de un material seleccionado de acuerdo con la función que ha de cumplir. Estos elementos se fijan después conjuntamente por soldadura de alta energía, de preferencia por haz de electrones. Este tipo de soldadura garantiza uniones cobre-acero fácilmente realizables y con buena estanquidad con respecto al líquido, a pesar de las tensiones de fatiga debidas a los ciclos térmicos sucesivos a los cuales la cabeza es sometida.

Las reivindicaciones adjuntas describen otras formas del dispositivo según la invención.

Otros detalles y ventajas de la invención serán puestos de manifiesto mediante la descripción ofrecida en lo que sigue con carácter no limitativo y con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 es una vista frontal de una cabeza de lanza.

La figura 2 muestra una vista en corte, por la línea II-II de la figura 1, de una forma de realización particular de la cabeza de lanza según la invención.

La figura 3 es una vista de detalle de una cabeza de lanza según la invención que ilustra la parte caracterizante de la invención.

La figura 4 representa una vista, análoga a la de la figura 2, de una variante de cabeza de lanza de soplado según la invención.

La figura 5 es una vista de detalle de una cabeza de lanza según la invención que ilustra el modo de medición de los parámetros necesarios de un modo de realización ventajoso de la invención.

Los elementos idénticos o análogos de las figuras llevan las mismas referencias.

La figura 1 ilustra la tercera pared frontal 12 de la cabeza de lanza 1, que está orientada hacia el baño. De acuerdo con esta forma de realización, la cabeza de lanza 1 presenta seis orificios 13 de salida de gas de agitación dispuestos a modo de corona en torno a una zona central 14 de la tercera pared frontal 12.

La figura 2 representa la cabeza de lanza según la presente invención, en la que el gas de agitación es alimentado mediante el tubo central 2. Este tubo central 2 está cerrado por una pared frontal 3 dirigida hacia el baño, provista de al menos dos aberturas 4.

Un tubo interno 5 está dispuesto de manera coaxial en torno al tubo central 2, de manera que entre ellos forman una

cavidad anular 6 destinada a alimentar líquido de refrigeración en el sentido de la flecha F_1 . Este tubo interno 5 acaba en una pared frontal 7 denominada separador. Esta pared frontal 7 está provista de una abertura central 8 y de un orificio 9 en alineación con cada abertura 4 del tubo central 2. El separador 7 según la presente invención presenta una geometría y una disposición particulares con respecto a la tercera pared frontal 12, que serán explicadas en lo que sigue.

Un tubo externo 10 está dispuesto de manera coaxial en torno al tubo interno 5. Este tubo externo forma con el tubo interno 5 una cavidad anular 11 destinada a dar salida al líquido de refrigeración en el sentido de la flecha F_2 . Este tubo externo está cerrado por una pared frontal 12 enfrentada al baño que ha de ser agitado y que comprende una superficie interna 30. Como muestra la figura 2, la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12 está provista de una zona central cónica 14 dirigida hacia la abertura central 8 y que presenta una superficie de envoltura curvada en sección axial.

La pared frontal 12 está provista también de un orificio de salida 13 alineado con cada abertura 4 prevista en la pared frontal 3 y con cada orificio de paso 9 previsto en la pared frontal 7. Por cada orificio y abertura alineados hay un conducto de salida 17 para la eyección de gas de agitación al exterior de la cabeza de lanza. Los ejes de revolución m de los conductos 17 están situados ventajosamente en dirección oblicua con respecto al eje longitudinal L de la cabeza de lanza.

La refrigeración de la pared frontal 12 se garantiza merced a la circulación del líquido de refrigeración por el espacio de intercambio térmico 16 situado entre el separador 7 y la superficie interna 30 de la pared frontal 12. En el ejemplo de realización ilustrado, el líquido de refrigeración proveniente de la cavidad 6 pasa por la abertura central 8 en dirección a la zona de intercambio térmico 16, de acuerdo con la flecha F_3 . El líquido fluye después en el sentido de la flecha F_2 hacia el exterior, es decir, hacia la cavidad 11.

En la figura 3, el separador 7 según la presente invención es sensiblemente plano y sensiblemente paralelo a la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12. Este separador 7 presenta en la abertura central 8 un borde 18 de sección axial curvada. El diámetro mínimo de la abertura central 8 se mide a partir del frente 19 del borde 18 del separador 7. La tangente que pasa por el frente 19 y es paralela al eje longitudinal L de la cabeza de lanza permite medir dicho diámetro mínimo de la abertura central 8.

Tal como muestra la figura 3, la altura H_3 es la altura considerada en la tangente que pasa por el frente 19 paralelamente al eje longitudinal L de la cabeza de lanza y medida entre dicho frente 19 y la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12. La altura H_1 es medida paralelamente al eje de revolución m de los inyectores 17, entre la superficie 20 del separador 7 orientada al baño y la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12, del lado de la abertura central 8. Esta altura H_1 define la altura mínima en la abertura central 8 para el paso del líquido de refrigeración al espacio de intercambio térmico 16. En el volumen contenido en el cono que pasa por los ejes de revolución m de los inyectores, H_1 es la altura mínima para el paso de agua por la superficie interna de la tercera pared frontal, en el espacio de intercambio térmico. Según la presente invención, la razón H_1/H_3 está comprendida ventajosamente entre 30% y 55%.

La sección axial curva del borde 18 del separador 7 ofrece la ventaja de conducir el líquido de refrigeración cuando converge en la abertura central 8. Además, como muestra la figura 3, existe una complementariedad de forma entre el borde 18 del separador 7 y la zona central cónica 14 de la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12. De esta manera el líquido es mantenido en contacto con la superficie interna de la tercera pared frontal 12, la más expuesta a las tensiones térmicas. Por consecuencia, puede ser conseguido y mantenido un flujo del líquido de refrigeración con perturbación y cavitación reducidas a todo lo largo de su trayectoria. El líquido de refrigeración así «tranquilizado» puede entonces rodear en calma los obstáculos que suponen los inyectores 17 en el espacio de intercambio térmico 16 antes de salir de la cabeza por la segunda cavidad anular 11 según la flecha F_2 .

Como muestra la figura 2, el diámetro exterior D_{ext} de la cabeza de lanza 1 según la presente invención corresponde al diámetro medido entre las superficies externas del tubo externo 10.

Generalmente, el grosor del separador 7 se mide entre la superficie 21 orientada a la primera pared frontal 3 y la superficie 20 del separador 7 orientada al baño.

Así pues, el grosor e_1 del borde 18 del separador 7 se mide paralelamente al eje de revolución m del inyector 17 en la continuidad de la altura mínima H_1 del espacio de intercambio térmico 16 en la abertura central 8. Este grosor hace que el separador ocupe un volumen consecuente en la cabeza de lanza y permite, en combinación con la sección curva del borde 18, mantener un flujo con perturbación reducida y una buena aceleración del líquido de refrigeración. Se prefiere que la razón e_1/D_{ext} esté comprendida entre 5% y 15%.

En una forma de realización particular de la cabeza de lanza que muestra la figura 3, la superficie 20 del separador 7 orientada al baño es sensiblemente sinusoidal. Cuando la superficie 20 del separador 7 orientada al baño presenta una forma sensiblemente sinusoidal, el grosor máximo e_1 se mide entre la superficie 21 orientada a la primera pared frontal 3 y la tangente que pasa por el mínimo de la parte cóncava de la superficie 20 orientada al baño. El grosor mínimo se mide entre la superficie 21 orientada a la primera pared frontal 3 y la tangente que pasa por el máximo de la parte convexa de la superficie 20 orientada al baño.

Esto significa que además de su grosor e_1 en la abertura central 8, el separador 7 presenta un grosor mínimo sensiblemente en su centro para que el espacio de intercambio térmico 16 presente una altura máxima $H_{m\acute{a}x}$ sensiblemente en el centro del separador 7. Esta altura máxima $H_{m\acute{a}x}$ tiene por objeto dejar más espacio al líquido de refrigeración cuando pasa a la altura de los inyectores 17 en el espacio de intercambio térmico 16.

- 5 La figura 4 muestra una forma particular de realización de la cabeza de lanza según la presente invención. En esta forma de realización existe un pilar central 22 de configuración particular en el centro de la abertura central 8.

El pilar 22 tiene un primer extremo E_1 del lado de la primera pared frontal 3 y un segundo extremo E_2 unido con la zona central 14 de la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12. De preferencia, este pilar presenta entre el primer extremo E_1 y el segundo extremo E_2 una parte adelgazada I que permite formar una superficie curvada continua 23 con la zona central cónica 14 de la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12. De esta manera, el líquido de refrigeración que proviene de la primera cavidad anular 6 en la dirección de la flecha F_1 bordea la cara superior 21 del separador 7, en la que ha de rodear los inyectores, que suponen un primer obstáculo en la trayectoria del líquido, y converge después en la abertura central 8. El pilar 22 existente en el centro de la abertura central 8 permite entonces guiar el líquido de refrigeración hacia la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12, garantizando la parte adelgazada I del pilar el paso del líquido entre el pilar 22 y el borde 18 del separador 7, de acuerdo con la flecha F_3 . Por otro lado, la unión de la zona central cónica 14 de la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12 con el pilar 22 presenta una superficie curvada continua 23 que garantiza una rotación progresiva del líquido de acuerdo con la flecha F_3 . La turbulencia del líquido de refrigeración que llega entonces al espacio de intercambio térmico 16 se reduce y el líquido puede rodear en calma los inyectores, que ocupan un volumen importante en el espacio de intercambio térmico 16. En este ejemplo, las calorías acumuladas en la pared frontal 12 expuesta al baño de fundición líquida son transmitidas al pilar 22, cuya superficie de contacto con el líquido de refrigeración se aumenta merced a su parte adelgazada I, lo que mejora la transmisión térmica metal/líquido.

Por otro lado, el pilar 22 presenta ventajosamente una segunda parte II de longitud L_2 predeterminada que une dicha parte adelgazada I con dicho primer extremo E_1 , presentando dicha segunda parte II una sección transversal circular definida por un diámetro predeterminado D_2 constante en toda la longitud L_2 , previsto de manera que la razón D_2/D_{ext} esté comprendida ventajosamente entre 10% y 15%.

En efecto, al estar realizado el pilar 22 de un material de buna conductividad térmica, el calor proveniente del baño es transmitido a la tercera pared frontal 12 y su zona central 14, desde la que puede ser conducido por el pilar 22 al líquido de refrigeración. Ese último al circular en torno al pilar 22 permite garantizar una captación constante del calor de la tercera pared frontal 12. Con el fin de optimizar ésta, las partes más expuestas al baño, a saber, la tercera pared frontal 12 y el pilar 22, se hacen de cobre termosoldado, que asegura una conductividad térmica mejor que la del cobre colado.

Ventajosamente, la primera parte adelgazada I se caracteriza también por un diámetro predeterminado D_1 que varía progresivamente con respecto al diámetro D_2 de la unión con la segunda parte II hasta un valor en el segundo extremo E_2 del pilar 22 comprendido de preferencia entre el 60% y el 80% de D_2 . En consecuencia, el diámetro D_1 de la parte adelgazada I del pilar 22 se reduce progresivamente a lo largo del eje longitudinal L de la cabeza de lanza en dirección al baño hasta llegar a un valor mínimo D_3 que corresponde al segundo extremo E_2 del pilar.

De preferencia, la superficie curvada continua 23 entre la parte adelgazada I del pilar 22 y la zona central cónica 14 de la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12 se caracteriza por un radio de curvatura mayor o igual que el 30% del diámetro D_2 de la segunda parte II del pilar 22.

En la forma de realización que muestra la figura 4, el separador 7 y la parte adelgazada I del pilar 22 enfrentados presentan una complementariedad de forma que garantiza una conducción del líquido de refrigeración lo más suave posible. En efecto, el borde 18 del separador 7 y la parte adelgazada I del pilar 22 permiten crear una trayectoria de líquido de refrigeración que reduce la turbulencia del líquido.

- 45 Un deflector 24 puede ser dispuesto en el centro del tubo 2 de alimentación de gas de agitación. Este deflector 24 permitiría desviar de manera apropiada el oxígeno que sale del conducto central 2 para penetrar en los inyectores 17.

La figura 5 muestra un detalle de la zona central cónica 14 para explicitar la manera de medir los parámetros relativos a esta zona central 14 de la superficie interna 30 de la tercera pared frontal 12. La altura h se mide entre el plano 32 tangente a la pared interna 30 de la cabeza de lanza perpendicular al eje longitudinal L y el plano paralelo 31 tangente a la parte superior de la zona central cónica 14. Si está previsto un elemento añadido en la parte superior de la zona central cónica 14, por ejemplo, el pilar 22, la posición del plano 31 seguiría siendo la misma que si no existiera este elemento adicional. Al coincidir la parte superior de la zona central cónica 14 con la sección transversal de la parte adelgazada I del pilar 18 que presenta un diámetro mínimo D_3 , el plano 31 pasa también por esta sección de diámetro mínimo D_3 del pilar 22.

- 55 La base b está situada en el plano 32 tangente a la pared interna 30. Dicha base b está circunscrita por los puntos de intersección 33 con la prolongación de la pared interna 30.

Ventajosamente, la cabeza de la presente invención presenta una razón $h/(b-D_3)$ comprendida entre 50% y 80%. En

consecuencia, en el caso en que no exista elemento añadido alguno en la zona central 14, por ejemplo un pilar, D_3 sería cero y la razón h/b estaría comprendida, de preferencia, entre 50% y 80%.

5 La figura 5 muestra también la distancia R del paso de líquido de refrigeración considerada perpendicularmente al eje longitudinal L de la cabeza en la abertura central 8. Si no hay pilar en la abertura central 8, la distancia R se mide entre el frente 19 del separador 7 y el eje longitudinal L , dicha distancia del paso de líquido de refrigeración se denomina R_1 y corresponde al radio mínimo de la abertura central 8. Si existe un pilar 22 en la abertura central 8, la distancia R del paso de líquido se mide entre el frente 19 del separador 7 y la superficie externa de la parte adelgazada I del pilar 22, y la distancia se denomina R_2 . En los dos casos de la figura, la distancia del paso de líquido de refrigeración está prevista de manera que la razón R/H_3 esté comprendida de preferencia entre 70% y 110%, correspondiendo R a R_1 cuando no exista pilar o a R_2 cuando exista pilar.

10 Ha de entenderse que la presente invención no se limita en modo alguno a las formas de realización descritas en lo que antecede y que muchas modificaciones pueden ser previstas en ellas sin salir del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Cabeza de lanza de soplado (1) destinada a la agitación de baños, que comprende:
 - un tubo central (2) de alimentación de gas de agitación, cerrado por el extremo orientado al baño por una primera pared frontal (3) provista de al menos dos aberturas (4),
 - 5 - un tubo interno (5) que forma con el tubo central (2) una primera cavidad anular (6) para el paso de líquido de refrigeración y cuyo extremo orientado al baño acaba en una segunda pared frontal denominada separador (7) que presenta una abertura central (8) y un orificio de paso (9) por cada abertura prevista en dicha primera pared frontal (4),
 - 10 - un tubo externo (10) que forma con el tubo interno (5) una segunda cavidad anular (11) para el paso de líquido de refrigeración y cerrado por el extremo orientado al baño por una tercera pared frontal (12) que presenta un orificio de salida (13) por cada abertura prevista en dicha primera pared frontal (4) y una superficie interna (30) que comprende una zona central cónica (14) dirigida hacia dicha abertura central (8) y que presenta una superficie de envoltura curvada en sección axial,
 - 15 - un espacio de intercambio térmico (16), por el que fluye el líquido de refrigeración, situado, por una parte, entre dicho separador (7) y dicha tercera pared frontal (12) y, por otra, entre dicha abertura central (8) y dicha segunda cavidad anular (11), y por el que fluye el líquido de refrigeración, y
 - un conducto de salida de gas de agitación, denominado inyector (17), que nace en cada abertura (4) de dicha primera pared frontal (3), se extiende hasta dicho orificio de salida (13) correspondiente y pasa por dicho orificio de paso (9) correspondiente de manera estanca con respecto al líquido de refrigeración.
- 20 caracterizada por que dicho separador (7) presenta en la abertura central (8) un borde (18) curvado en sección axial de manera que una altura (H_3) sea definida entre el frente (19) de dicho borde (18) y dicha tercera pared frontal (12), y por que en el espacio de intercambio térmico (16) hay una altura mínima predeterminada (H_1) del lado de dicha abertura central (8) prevista de manera que la relación H_1/H_3 esté comprendida, en orden de preferencia creciente, entre 5% y 80%, entre 5% y 75%, entre 5% y 70%, entre 5% y 65%, entre 5% y 60%, entre 25 - 10% y 60%, entre 15% y 60%, entre 20% y 60%, entre 25% y 60%, entre 25% y 55%, o entre 30% y 55%.
- 25 2. Cabeza de lanza según la reivindicación 1, caracterizada por una distancia R de paso del líquido de refrigeración, considerada perpendicularmente al eje longitudinal L de la cabeza entre dicho frente (19) del borde (18) del separador (7) y el eje longitudinal de la cabeza, siendo prevista esta distancia de paso R de manera que la razón R/H_3 esté comprendida, en orden de preferencia creciente, entre 20% y 150%, entre 30% y 140%, entre 30% y 130%, entre 40% y 130%, entre 50% y 130%, entre 60% y 120%, entre 60% y 110%, o entre 70% y 110%.
- 30 3. Cabeza de lanza según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, que presenta un diámetro exterior (D_{ext}) predeterminado y en la que dicho borde (18) del separador (7) está definido por un grosor (e_1) previsto de manera que la razón e_1/D_{ext} esté comprendida, en orden de preferencia creciente, entre 5% y 30%, entre 7% y 25%, entre 7% y 20%, o entre 7% y 15%.
- 35 4. Cabeza de lanza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que dicho separador (7) presenta una superficie (20) orientada al baño sensiblemente sinusoidal.
5. Cabeza de lanza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que presenta un pilar (22) que comprende un primer extremo (E_1) opuesto al baño y un segundo extremo (E_2) orientado al baño unido con la zona central (14) de la superficie interna (30) de la tercera pared frontal (12).
- 40 6. Cabeza de lanza según la reivindicación 5, en la que el pilar (22) presenta entre dichos extremos primero y segundo (E_1 y E_2) una parte adelgazada (I) unida con la zona central (14) que presenta una longitud L_1 predeterminada y una sección axial decreciente prevista de manera que el pilar (18) forme con la zona central (14) de la superficie interna (30) de la tercera pared frontal (12) una superficie curvada continua (23).
- 45 7. Cabeza de lanza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que dicha parte adelgazada I del pilar (22) presenta un diámetro mínimo D_3 predeterminado en dicho segundo extremo (E_2), y dicha zona central (14) de la superficie interna (30) de la tercera pared frontal (12) presenta una altura h y una base b previstas de manera que la relación $h/(b-D_3)$ esté comprendida, en orden de preferencia creciente, entre 20% y 120%, entre 20% y 110%, entre 30% y 110%, entre 30% y 100%, entre 40% y 100%, entre 40% y 90%, entre 45% y 85%, o entre 50% y 80%.
- 50 8. Cabeza de lanza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que presenta un deflector (24) sensiblemente en el centro de dicho tubo central (2) de alimentación de gas de agitación.
9. Cabeza de lanza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que los inyectores (17) presentan un eje de revolución (m) orientado oblicuamente con respecto al eje longitudinal (L) de la cabeza de lanza.
10. Cabeza de lanza de soplado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por que los elementos

ES 2 794 843 T3

de la cabeza antedichos se hacen separadamente y se fijan en la zona de unión mutua por soldadura de alta energía, de preferencia soldadura por haz de electrones.

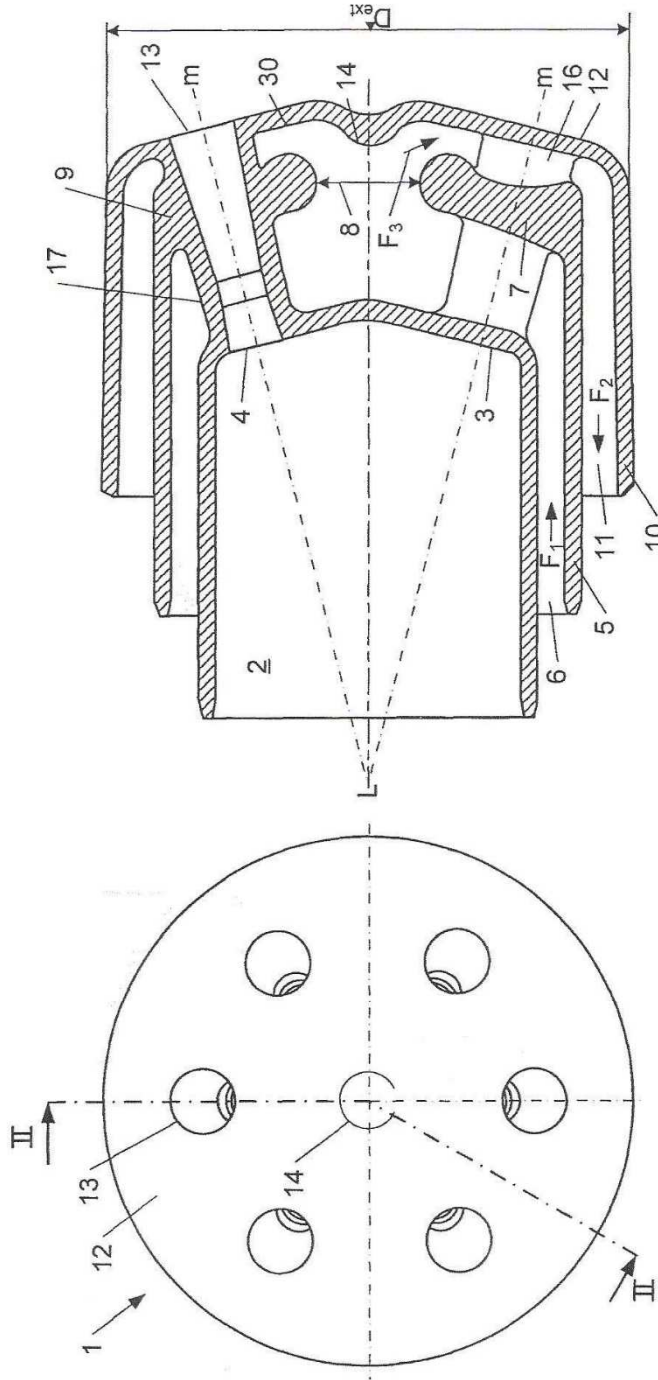


Fig. 2

Fig. 1

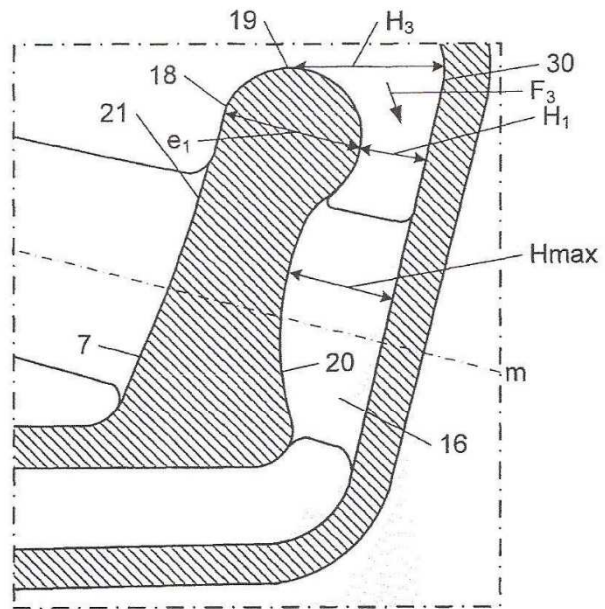


Fig. 3

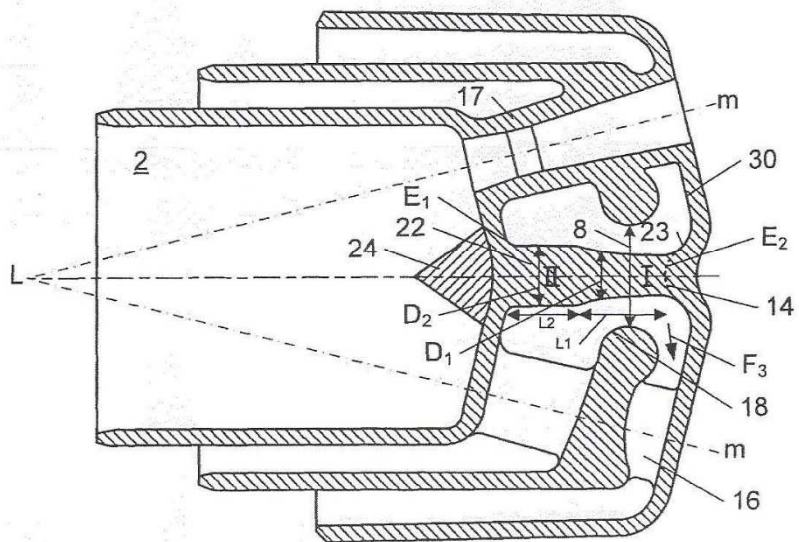


Fig. 4

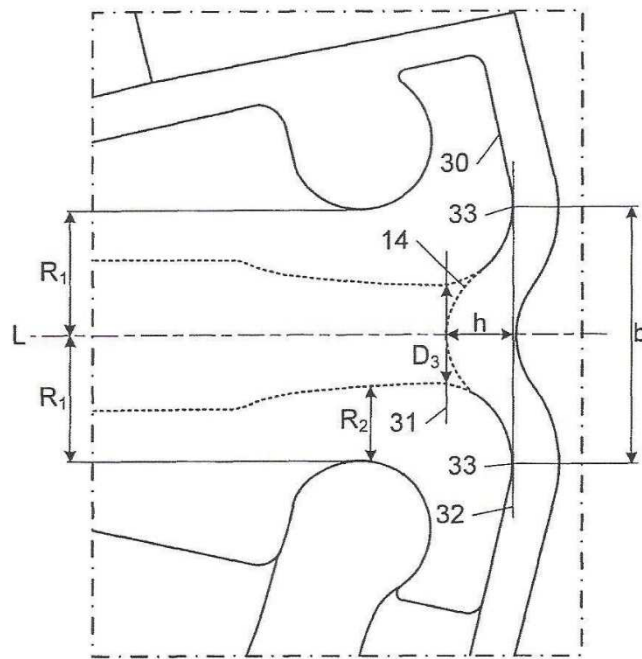


Fig. 5