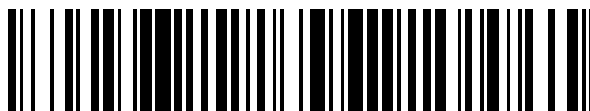


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 848**

51 Int. Cl.:

B22D 41/22 (2006.01)

B22D 41/28 (2006.01)

B22D 41/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.01.2017 PCT/EP2017/051428**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.08.2017 WO17129563**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2017 E 17700717 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019 EP 3408043**

54 Título: **Placa de válvula de compuerta deslizable**

30 Prioridad:

25.01.2016 EP 16152591

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.08.2020

73 Titular/es:

VESUVIUS GROUP S.A. (100.0%)
Rue de Douvrain, 17
7011 Ghlin, BE

72 Inventor/es:

COLLURA, MARIANO y
SIBIET, FABRICE

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 776 848 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

Placa de válvula de compuerta deslizante

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una placa de válvula de compuerta deslizante refractaria para una válvula de compuerta deslizante de metal fundido. En el colado de metal fundido, la válvula de compuerta deslizante se utiliza para controlar el flujo de metal fundido vertido desde un recipiente metalúrgico corriente atrás hasta un recipiente corriente adelante. Por ejemplo, desde un horno hasta una cuchara, desde una cuchara hasta una artesa o desde una artesa hasta una lingotera. Las válvulas de compuerta deslizante comprenden, al menos, dos placas de válvula de compuerta deslizante refractarias que se deslizan una con respecto a la otra. El movimiento deslizante de las placas puede ser lineal (en donde la válvula de compuerta deslizante se mueve en una dirección lineal) o giratorio (en donde una placa gira con respecto a la otra). En la siguiente descripción, se hará referencia al colado continuo de acero fundido, pero debe entenderse que la presente invención puede usarse para una compuerta deslizante utilizada para la regulación de un caudal de cualquier material fundido en donde se usan placas de válvula de compuerta deslizante refractaria (vidrio, metal, etc.).

Antecedentes de la invención

Las válvulas de compuerta deslizante se conocen desde 1883. Por ejemplo, los documentos US-A-0311902 o US-A-0506328 divulgan válvulas de compuerta deslizante dispuestas debajo del fondo de una cuchara de colado, en donde los pares de placas de válvula de compuerta deslizante refractaria provistas de un orificio de vertido se deslizan una con respecto a la otra. Cuando los orificios de vertido están perfectamente alineados o parcialmente superpuestos, el metal fundido puede fluir a través de la válvula de compuerta deslizante, mientras que cuando no hay superposición entre los orificios de vertido, el flujo de metal fundido se detiene por completo. La superposición parcial de los orificios de vertido permite regular el flujo de metal fundido al obturar el caudal de metal fundido. En Alemania, las primeras placas de válvula de compuerta deslizante se utilizaron a escala industrial a fines de la década de 1960. La tecnología ha mejorado significativamente con los años y ahora se usa ampliamente.

Desde los primeros momentos de las válvulas de compuerta deslizante, se ha prestado atención a la seguridad de los operarios y de la instalación, a la hermeticidad al aire, a las grietas en las placas de la válvula de compuerta deslizante, a la erosión de las placas, etc. Se puede hacer referencia, por ejemplo, al documento US-A-5893492, que propone utilizar ambas caras de una placa y un concepto de seguridad que impide insertar una placa en una carcasa de la válvula de compuerta deslizante en una orientación incorrecta; o al documento US-B2-6814268, que propone una solución para reducir la aparición de grietas en una placa de válvula de compuerta deslizante y para evitar la propagación de las grietas si se forma alguna.

A pesar de los considerables progresos observados desde las primeras válvulas de compuerta deslizante, todavía hay margen de mejora. En particular, los presentes inventores han observado que con las placas de válvula de compuerta deslizante existentes, puede suceder que las placas refractarias se doblen o deformen durante el uso. Se supone que este fenómeno se debe a las tensiones térmicas provocadas por el enorme gradiente de temperatura existente en la placa (el área cerca del orificio de vertido se eleva a una temperatura superior a 1500 °C debido al acero fundido que pasa a través del orificio de vertido, mientras que la periferia de la placa, que está a solo unos pocos centímetros de distancia, está a una temperatura de alrededor de 300-400 °C) combinado con las tensiones mecánicas provocadas por fuerzas de empuje no homogéneas aplicadas para mantener las placas en contacto firme. A su vez, esta flexión o deformación de las placas puede disminuir el área de contacto efectiva entre dos placas a un valor tan bajo como un 38 %. En el sentido de la presente invención, el área de contacto efectiva es la relación (expresada en %) del área de contacto real entre las placas y el área de contacto teórica entre dos placas, suponiendo que el contacto sea el idóneo, en ambos casos cuando las dos placas están alineadas perfectamente. Las áreas de contacto real y teórica se pueden calcular mediante análisis de elementos finitos.

Tal área de contacto efectiva baja no es compatible con una hermeticidad al aire suficiente y puede ser responsable de que entre aire a través de la unión entre placas y hacia el acero fundido vertido a través de las placas. La entrada de aire es perjudicial para la calidad del acero fundido vertido y para la vida útil de las placas refractarias. En particular, el aire oxida el material de carbono utilizado para unir los elementos refractarios de las placas. Se han desarrollado soluciones en la técnica anterior para limitar el efecto de la entrada de aire como, por ejemplo, la adición de eliminadores de oxígeno (aluminio, calcio, silicio, etc.) en el baño de acero fundido para que reaccionen con el oxígeno. A su vez, los productos de reacción de estos eliminadores con el oxígeno pueden provocar problemas adicionales corriente adelante de la válvula de compuerta deslizante (obstrucción debido a los depósitos de alúmina). También se ha propuesto proteger el orificio de vertido con un gas inerte (argón, por ejemplo) que circule por una ranura que está la unión entre las placas o por una caja hermética que rodea toda la válvula de compuerta deslizante. Más allá de los aspectos poco prácticos de estas soluciones, el gas inerte es caro y peligroso para los operarios.

Además de los problemas de que entre aire, el área de contacto baja efectiva entre las placas también puede

provocar episodios de laminación, en donde una pequeña película (llamada "lámina") de metal fundido penetra por la unión entre dos placas. Tras la solidificación, la lámina metálica raspa las superficies de las dos placas y daña gravemente su superficie de contacto. Asimismo, las láminas metálicas actúan como una cuña que extiende las placas, favoreciendo nuevos episodios de laminación que finalmente provocan una fuga de acero fundido.

5 Los presentes inventores no tienen conocimiento de que haya habido ningún intento en la técnica anterior de hacer frente a estos problemas modificando la geometría de la placa.

10 Asimismo, los inventores también han destacado que, debido a esta aplicación desigual de la fuerza de empuje sobre las placas, podrían observarse de forma local picos de presión extremadamente altos (hasta 12 MPa). Estos picos de presión tan altos causan abrasión y reducen drásticamente la vida útil de las placas refractarias.

15 El objetivo de la presente invención es remediar simultáneamente estos problemas (aumentando la seguridad de los operarios y de la instalación, mejorando la calidad del acero, prolongando la vida de las placas refractarias) mientras se siguen conservando las condiciones de funcionamiento relativamente similares a las condiciones actuales (peso de las placas, trabajo manual, etc.).

Sumario de la invención

20 Los objetivos de la presente invención se han alcanzado con una placa de válvula de compuerta deslizante refractaria para una válvula de compuerta de metal fundido que tiene:

- una superficie superior,
- una superficie inferior, separada de la superficie superior por un grosor de la placa de la válvula de compuerta
- 25 deslizante, siendo planas dichas superficies superior e inferior y paralelas entre sí,
- una superficie externa de conexión, que conecta la superficie superior con la superficie inferior y
- un canal de vertido que conecta flúidicamente la superficie superior (2) a la superficie inferior (3), teniendo dicho canal de vertido un eje de simetría de vertido (Xp),
- teniendo las superficies superior e inferior extensiones longitudinales superior e inferior (LOu, LOI),
- 30 respectivamente, que son paralelas entre sí y perpendiculares a la extensión longitudinal superior e inferior (LOu, LOI), que tiene unas extensiones latitudinales superior e inferior (LAu, LAI), respectivamente, en donde la extensión longitudinal superior (LOu) es el segmento más largo que conecta dos puntos de un perímetro de la superficie superior e interseca el eje de simetría de vertido (Xp),
- estando divididas las extensiones longitudinales (LOu, LOI) en dos segmentos (respectivamente, LOu1 y LOu2 y LOI1 y LOI2) que se conectan al nivel del eje de simetría de vertido (Xp), y en donde los segmentos LOu1 y LOI1
- 35 están en un primer lado del eje de simetría de vertido y los segmentos LOu2 y LOI2 están en un segundo lado del eje de simetría de vertido;
- estando divididas las extensiones latitudinales (LAu, LAI) en dos segmentos (respectivamente, LAu1 y LAu2 y LAI1 y LAI2) que se conectan al nivel del eje de simetría de vertido (Xp), y en donde los segmentos LAu1 y LAI1 están en
- 40 un primer lado del eje de simetría de vertido y los segmentos LAu2 y LAI2 están en un segundo lado del eje de simetría de vertido;
- en donde las siguientes relaciones se definen como:
 $R1 = LOI1/LOu1$, comprendida entre el 50 y el 95 %, preferentemente entre el 57 y el 92 %, más preferentemente entre el 62,5 y el 90 %,
- 45 $R2 = LOI2/LOu2$, comprendida entre el 50 y el 95 %, preferentemente entre el 57 y el 92 %, más preferentemente entre el 62,5 y el 90 %,
- $R3 = LAI1/LAu1$, mayor o igual al 75 %, preferentemente mayor o igual al 90 %, más preferentemente mayor o igual al 95 %,
- 50 $R4 = LAI2/LAu2$, mayor o igual al 75 %, preferentemente mayor o igual al 90 %, más preferentemente mayor o igual al 95 %.

En el sentido de la presente invención, una placa de válvula de compuerta deslizante refractaria debe entenderse como la placa insertada en una válvula de compuerta deslizante. En concreto, una placa refractaria "descubierta", una placa encartuchada (es decir, la combinación de un cuerpo refractario, argamasa o cemento y de una envoltura

55 de metal que rodea la periferia y una parte de superficie) o una placa enfajada (es decir, la combinación de una placa refractaria y de una cinta que rodea la placa refractaria). En caso de una placa encartuchada o enfajada, la superficie superior se define como la superficie plana refractaria que sobresale del cartucho/faja. En el caso de una placa encartuchada, la superficie inferior se define como la superficie plana que rodea el canal de vertido.

60 En el sentido de la presente invención, un eje de simetría de vertido, Xp, del canal de vertido es el eje que tiene el mayor grado de simetría de la geometría del canal. Por ejemplo, en un canal de vertido cilíndrico, el eje de simetría, Xp, es el eje de rotación del canal cilíndrico. En el caso de un canal que tenga una sección transversal elíptica, el eje de simetría de vertido es el eje que pasa por la intersección de los diámetros grande y pequeño de la sección transversal elíptica del canal. En términos más generales, en el improbable caso de que un canal de vertido no

65 presente simetría en absoluto, el eje de vertido de simetría, Xp, es el eje normal con respecto a la superficie superior y pasa por el baricentro de la sección transversal del canal al nivel de la superficie superior. Esta definición se aplica

a cualquier geometría de canal de vertido, incluso en geometrías que muestran altos niveles de simetría, como un canal de vertido cilíndrico. El eje de vertido de simetría de una placa, X_p , corresponde al eje de simetría de vertido del elemento refractario adyacente de la instalación de colado (es decir, la boquilla interna o la boquilla colectora).

- 5 En el sentido de la presente invención, la superficie superior se define como "la superficie plana más grande definida por una línea cerrada que forma un perímetro de dicha superficie plana y que comprende una abertura de canal de vertido". En una válvula de compuerta deslizante, la superficie superior de una primera placa de válvula de compuerta deslizante hace contacto y se desliza a lo largo de la superficie superior de una segunda placa de válvula de compuerta deslizante que, en general, aunque no necesariamente, es idéntica. Por supuesto, para definir las extensiones superiores longitudinal y latitudinal y sus respectivas longitudes, se ignora la entrada del canal de vertido.

La superficie inferior se define como la "segunda superficie plana más grande definida por una línea cerrada que forma un perímetro de dicha superficie plana y que comprende una abertura de canal de vertido". Todos los puntos de esa superficie están comprendidos en un plano que es paralelo al plano de la superficie superior. En uso, en una válvula de compuerta deslizante que comprende una segunda placa de válvula de compuerta deslizante que se mantiene en posición fija, la superficie inferior de una primera placa de válvula de compuerta deslizante es la superficie de contacto entre dicha primera placa de válvula de compuerta deslizante y los medios de empuje de una estación de recepción dinámica del bastidor que mantiene las placas de válvula de compuerta deslizante en contacto deslizante, así como el mecanismo de deslizamiento, que controla la posición relativa de los canales de vertido de la primera y segunda placas de válvula de compuerta deslizante y, por lo tanto, la apertura de la válvula de compuerta deslizante. Por supuesto, para definir las extensiones longitudinal y latitudinal inferiores y sus respectivas longitudes, se ignora la entrada del canal de vertido. De manera similar, en las placas encartuchadas (es decir, las placas cubiertas con un cartucho de metal), también se ignoran la abertura alrededor del orificio de vertido para recibir una boquilla colectora o una boquilla interna y también los recortes para reducir el peso o para ayudar a sujetar la placa (como se describe en el documento US-B1-6415967).

En el sentido de la presente invención, la extensión longitudinal de una superficie se define como el segmento más largo que une dos puntos del perímetro de esa superficie que interseca el eje de simetría de vertido, X_p , mientras que las extensiones latitudinales son las extensiones de la placa en el mismo plano en una dirección perpendicular a las extensiones longitudinales y que intersecan el eje de simetría de vertido, X_p .

Las extensiones longitudinales de cada una de las superficies superior e inferior se dividen en dos segmentos, (LOu1 y LOu2) y (LOI1 y LOI2), respectivamente, extendiéndose cada uno desde un punto del perímetro de la superficie correspondiente hasta el eje de simetría de vertido, X_p . De manera similar, las extensiones latitudinales de cada una de las superficies superior e inferior se dividen en dos segmentos, (LAu1 y LAu2) y (LAI1 y LAI2), respectivamente, extendiéndose cada uno desde un punto del perímetro de la superficie correspondiente hasta el eje de simetría de vertido, X_p . Por norma, LOu1 y LAu1 son los segmentos más largos de una extensión longitudinal y latitudinal correspondiente, mientras que LOu2, LAu2 son los segmentos más cortos de estas. Los segmentos LOI1 y 2 y LAI1 y 2 de la superficie inferior están numerados en el mismo orden que en la superficie superior. Si los dos segmentos de una extensión determinada de la superficie superior son de la misma longitud, entonces es el segmento más largo de la extensión inferior correspondiente de la superficie inferior el que determina qué segmentos de las superficies superior e inferior están etiquetados como "1". Si la extensión inferior correspondiente también se divide en dos segmentos de la misma longitud, la numeración 1 o 2 se puede asignar libremente, siempre y cuando se utilicen con el mismo orden en las superficies superior e inferior.

Los perímetros de las superficies superior e inferior están cerrados y preferentemente no comprenden cambios en la concavidad, pasando algunas porciones de estos de formar una curva convexa a formar una curva cóncava. El perímetro es preferentemente liso sin ningún punto en particular con una discontinuidad en la tangente. En caso de que una parte del perímetro real que define una superficie plana comprenda un rebaje o saliente particular que forme una lengüeta rebajada o sobresaliente de la superficie plana, las extensiones longitudinal y latitudinal se determinan ignorando dicho saliente o rebaje particular y, en su lugar, se contempla un perímetro teórico uniendo con una línea recta los dos puntos límite del perímetro real, que forman los límites de dicho rebaje o saliente particular (véase la figura 2(b)). Los puntos límite se definen como los puntos donde se produce una singularidad, ya sea un cambio en el sentido de la curvatura o una discontinuidad en la tangente a la curva. Se debe contemplar un perímetro teórico para determinar las extensiones longitudinales y latitudinales en lugar del perímetro real en todos los casos, en donde los dos puntos límite están separados entre sí por una distancia de menos del 10 % de la longitud del perímetro teórico total.

La presente invención también se refiere a un cartucho de metal para revestir un elemento refractario y, con ello, formar una placa de válvula de compuerta deslizante como la descrita anteriormente. El cartucho metálico comprende:

- una superficie inferior definida por un perímetro y que comprende una abertura que tiene un baricentro (x_p), de modo que el eje de simetría de vertido (X_p) es el eje normal con respecto a la superficie inferior y pasa por el baricentro (x_p);

- una superficie periférica que se extiende transversal a la superficie inferior desde el perímetro de dicha superficie inferior hasta un extremo libre que define un reborde del cartucho metálico,

- definiendo dicha superficie periférica y superficie inferior una cavidad interna de geometría que se ajusta a la geometría de un elemento refractario que debe adherirse a un cartucho metálico por medio de un cemento, y en donde:

- el cartucho de metal tiene un diámetro longitudinal superior (LCu), definido como el segmento más largo que conecta dos puntos del reborde del cartucho de metal e interseca el eje de simetría de vertido (Xp), y tiene un diámetro latitudinal superior (LDu) que conecta dos puntos del reborde de la cartucho de metal e interseca perpendicularmente el diámetro longitudinal superior (LCu) y el eje de simetría de vertido (Xp),

- la superficie inferior tiene un diámetro longitudinal inferior (LCI), que es paralelo al diámetro longitudinal superior (LCu) y tiene un diámetro latitudinal inferior (LDI), que es paralelo al diámetro longitudinal inferior (LDu), intersectando ambos diámetros longitudinal y latitudinal inferiores el eje de simetría de vertido en el baricentro (xp);

estando divididos los diámetros longitudinales superior e inferior (LOu, LCI) en dos segmentos (respectivamente, LCu1 y LOu2 y LCI1 y LOI2) que se conectan al nivel del eje de vertido (Xp), y en donde los segmentos LCu1 y LCI1 están en un primer lado del eje de simetría de vertido y los segmentos LOu2 y LOI2 están en un segundo lado del eje de simetría de vertido;

estando divididos los diámetros latitudinales superior e inferior (LOu, LDI) en dos segmentos (respectivamente, LCu1 y LDu2 y LCI1 y LDI2) que se conectan al nivel del eje de simetría de vertido (Xp), y en donde los segmentos LCu1 y LCI1 están en un primer lado del eje de simetría de vertido y los segmentos LOu2 y LOI2 están en un segundo lado del eje de simetría de vertido;

en donde se definen las siguientes relaciones

$Rc1 = LCI1 / LCu1$, está comprendida entre el 50 y el 95 %, preferentemente entre el 57 y el 92 %, más preferentemente, entre el 62,5 y el 90 %,

$Rc2 = LCI2 / LCu2$, está comprendida entre el 50 y el 95 %, preferentemente entre el 57 y el 92 %, más preferentemente, entre el 62,5 y el 90 %,

$Rc3 = LDI1 / LDu1$, es mayor o igual al 75 %, preferentemente mayor o igual al 90 %, más preferentemente mayor o igual al 95 %,

$Rc4 = LDI2 / LDu2$, es mayor o igual al 75 %, preferentemente mayor o igual al 90 %, más preferentemente mayor o igual al 95 %.

Cuando se usa un cartucho de metal, este forma la superficie inferior de una primera placa de compuerta deslizante. Cuando se monta en un bastidor de válvula de compuerta deslizante, se aplican fuerzas sobre la superficie inferior del cartucho metálico para presionar sobre la superficie superior de dicha primera placa de válvula de compuerta deslizante contra la superficie superior de una segunda placa de compuerta de la válvula de compuerta deslizante, montada estáticamente en dicho bastidor.

La presente invención también se refiere a una válvula de compuerta deslizante que comprende un conjunto de placas de válvula de compuerta deslizante primera y segunda montadas en un bastidor, en donde,

- la primera placa de válvula de compuerta deslizante es como se describe anteriormente,

- la segunda placa de válvula de compuerta deslizante comprende una superficie superior plana que es plana y tiene un área superior, AU, delimitada por un perímetro que alberga una salida de un canal de vertido y de la misma geometría que la superficie superior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante, y comprende una superficie inferior, que es plana y está delimitada por un perímetro que alberga una entrada del canal de vertido, siendo paralelas entre sí las superficies planas superior e inferior de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante,

en donde dichas primera y segunda placas de compuerta de válvula deslizante están montadas en un bastidor, haciendo contacto y siendo paralelas entre sí sus respectivas superficies superiores, de manera que,

- la segunda placa de válvula de compuerta deslizante está montada de forma fija en el bastidor,

- la primera placa de válvula de compuerta deslizante puede moverse de forma reversible a lo largo de un plano paralelo a las superficies superiores de la primera y segunda placas de válvula deslizante desde una posición de vertido, en donde el canal de vertido de la primera placa de compuerta de válvula deslizante está alineada con el canal de vertido (5L) de la segunda placa de compuerta de válvula deslizante, hasta una posición cerrada, en donde el canal de vertido de la primera placa de compuerta de válvula deslizante no está en comunicación fluida con el canal de vertido de la segunda placa de compuerta de válvula deslizante, comprendiendo dicha válvula de compuerta deslizante, además, varias unidades de empuje distribuidas alrededor, y aplicando una fuerza de empuje sobre la superficie inferior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante, orientada normalmente hacia dicha superficie inferior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante, para presionar la superficie superior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante contra la superficie superior de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante, caracterizada por que, la relación AL/AU del área AL de la superficie inferior al área AU de la superficie superior está comprendida entre el 40 y el 85 %, en donde las áreas superior e inferior (AU, AL) se miden ignorando el canal de vertido.

En una realización preferida, la invención se refiere a una válvula de compuerta deslizante diseñada con el fin de que la fuerza de empuje transmitida por la válvula de compuerta deslizante hasta una placa de válvula de compuerta deslizante utilizada en esa válvula de compuerta deslizante se concentra alrededor del orificio de vertido. Es decir, más del 55 %, preferentemente más del 60 % de la superficie de la placa (por lo tanto, la superficie inferior) que

recibe la fuerza de empuje se encuentra a una distancia del eje de simetría de vertido X_p menor o igual que $LaL1$.

En una realización preferida, la segunda placa de válvula de compuerta deslizante también es como se define anteriormente. En una realización preferida más, la primera placa de válvula de compuerta deslizante es idéntica a la segunda placa de válvula de compuerta deslizante.

En una realización preferida, la primera placa de válvula de compuerta deslizante está soportada por una base montada en un mecanismo deslizante, de modo que la superficie superior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante puede deslizarse entre la posición de vertido y la posición cerrada. La base comprende una superficie inferior. Las unidades de empuje aplican una fuerza de empuje (F) sobre la superficie inferior de la base, por ejemplo, presionan la superficie superior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante contra la superficie superior de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante, en donde dicha fuerza (F) está orientada normal con respecto a la superficie inferior de la base.

En dicha realización, la base comprende una superficie superior que es preferentemente paralela a y que está rebajada desde la superficie superior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante. La superficie inferior está en contacto permanente con al menos algunas de las unidades de empuje y, preferentemente, tiene una geometría tal que una unidad de empuje hace contacto con la superficie inferior de la base solo en caso de que la proyección sobre un plano longitudinal (XpL , LOu) definido por el eje de simetría de vertido (XpL) y la extensión longitudinal superior (LOu) de la primera placa de válvula deslizante (1L) del vector de fuerza que define la fuerza (F) aplicada por dicha unidad de empuje, cuando está en contacto con la superficie inferior, interseca la proyección en dicho plano longitudinal de la primera placa de válvula de compuerta deslizante, comprendiendo dicha geometría, preferentemente, porciones biseladas. Aún se prefiere también que la proyección del vector de fuerza en el plano longitudinal interseque la proyección en dicho plano longitudinal de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante.

La presente invención también se refiere a un bastidor de una válvula de compuerta deslizante diseñada para recibir una primera y una segunda placas de válvula de compuerta deslizante, en donde al menos la primera placa de válvula de compuerta deslizante es como la definida anteriormente, y se puede mover con el fin de que su superficie superior se deslice a lo largo de la superficie superior de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante.

Como se verá en las tablas de más adelante, el área de contacto efectiva se ha incrementado significativamente (del 38 % para las placas de la técnica anterior, hasta más del 65 % según la invención), así como el pico máximo de presión, que se ha reducido hasta en un 50 %.

Dichos parámetros pueden mejorarse adicionalmente cuando $R3=R4$. De hecho, en tal caso, el contacto es más simétrico y se evita el desequilibrio en la distribución de tensiones. Asimismo, dado que una asimetría de las superficies superiores con respecto a la extensión longitudinal no parece suscitar ninguna ventaja en particular, un diseño simétrico con respecto al eje longitudinal tiene la ventaja de ahorrar material refractario, pues un diseño optimizado en la mitad de la superficie superior, en un lado de la extensión longitudinal, se puede aplicar a modo de espejo en la otra mitad de la superficie superior, sin tener que agregar ningún material refractario.

Los valores mejorados del área de contacto efectiva se han medido con un par de placas de válvula de compuerta deslizante refractaria, en donde $R1$ y $R2$ son $80\% \pm 5\%$.

También se han medido las propiedades extremadamente favorables con una válvula de compuerta deslizante refractaria según la presente invención, en donde $R3$ y $R4$ están comprendidas entre el 98 y el 100 %. Incluso se obtienen mejores resultados cuando $R1$ y $R2$ son $80\% \pm 5\%$ y en donde $R3$ y $R4$ están comprendidas entre el 98 y el 100 %.

La superficie de conexión externa puede tener cualquier forma posible. Por ejemplo, puede ser una superficie pseudocónica, puede tener una porción cilíndrica, puede tener la forma de un husillo o de un husillo inverso y puede ser una sola superficie o una combinación de todas estas formas. La superficie de conexión externa también puede tener una forma que varía alrededor de un perímetro de la placa de la válvula de compuerta deslizante. Ventajosamente, la superficie exterior comprende una pluralidad de porciones de superficie. En particular, la superficie externa de conexión puede comprender al menos una porción de superficie cilíndrica y una o más porciones de superficie de transición. Una porción de superficie de transición se define como una superficie que reduce la sección transversal de la superficie de la placa en un plano paralelo a las superficies superior e inferior. La superficie cilíndrica permite rodear o enfajar la placa con un material (por ejemplo, una banda o correa metálica) manteniendo comprimido el material refractario durante la operación de colado. En caso de que aparecieran grietas, las fuerzas de compresión las mantendrían cerradas y evitarían que se extendieran. En ese caso, es más favorable que la superficie cilíndrica conecte la superficie superior a la superficie de transición y la superficie de transición conecte la superficie cilíndrica a la superficie inferior. La superficie de transición no tiene que ser única y puede estar compuesta por una pluralidad de superficies de transición.

Aunque no es obligatorio, en los casos más preferidos, la placa de válvula de compuerta deslizante según la

invención comprende un elemento refractario con una superficie superior y un canal de vertido correspondiente, respectivamente, a la superficie superior y al canal de vertido de la placa, correspondiéndose respectivamente un cartucho de metal con una superficie inferior y un canal de vertido con la superficie inferior y el canal de vertido de la placa y el cemento que une la placa a la cartucho.

5 Para permitir una mejor comprensión de la invención, se describirá a continuación haciendo referencia a las figuras que ilustran realizaciones particulares de la invención sin limitar la invención de ninguna manera.

Breve descripción de las figuras

10 En estas figuras,

la figura 1 ilustra una placa, según una realización de la invención, representada en una vista superior y en vistas de alzado lateral y delantero;

15 las figuras 2 y 3 muestran una vista isométrica tridimensional de la misma placa;

las figuras 4 y 5 muestran vistas laterales de realizaciones de placas con distintos valores de las relaciones R3 y R4; la figura 6 muestra dos placas colocadas con sus respectivas superficies superiores en contacto deslizante entre sí, como se colocasen en una válvula de compuerta deslizante;

20 la figura 7 muestra vistas isométricas tridimensionales de un cartucho metálico adecuado para revestir una placa según las figuras 2 y 3;

la figura 8 muestra varias proyecciones en un plano longitudinal (XpL, LOu) de una realización preferida de una válvula de compuerta deslizante, que ilustra cuándo una unidad de empuje hace contacto o no con la base.

Descripción detallada

25 Las figuras 1 a 3 muestran una placa de válvula de compuerta deslizante refractaria 1 para una válvula de compuerta de metal fundido que tiene una superficie superior 2 y una superficie inferior 3. Tanto la superficie superior como la inferior son paralelas, como suele ser el caso en todas las válvulas de compuerta deslizante, y están separadas entre sí por un grosor de la placa de compuerta deslizante. En las figuras 1 a 3, la placa de la puerta deslizante se muestra descubierta, es decir, sin cartucho de metal o banda que rodee o proteja la placa. En las figuras 4 y 5, se muestran las extensiones latitudinales de las placas de válvula de compuerta deslizante encartuchadas. En la figura 6, se ilustran dos placas encartuchadas idénticas según la presente invención, en su posición respectiva en uso en una válvula de compuerta deslizante: a) en una configuración abierta, en donde el canal de vertido de la primera y segunda placas de válvula de compuerta deslizante están alineadas, y b) en donde están casi sin comunicación fluida, reduciendo así considerablemente el caudal de fundición de metal fundido. Las unidades de empuje aplican una fuerza F sobre la superficie inferior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante, de modo que su superficie superior se presiona contra la superficie superior de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante. En la figura 7 se ilustra un cartucho de metal.

40 Las superficies superior e inferior 2, 3 de una placa de válvula de compuerta deslizante están conectadas por una superficie externa de conexión 4. En la placa 1 también se puede observar un canal de vertido 5 que conecta internamente de manera fluida la superficie superior 2 a la superficie inferior 3. También se ilustra el eje de vertido de simetría Xp del canal de vertido 5. Las extensiones longitudinales superior e inferior (LOu, LOI) de las superficies superior e inferior 2, 3 también están representadas y, perpendiculares a la extensión longitudinal superior e inferior (LOu, LOI), están las extensiones latitudinales de las superficies superior e inferior (LAu, LAI). Las extensiones longitudinales superior e inferior (LOu, LOI) se dividen en dos segmentos (respectivamente, LOu1 y LOu2 y LOI1 y LOI2) que se conectan al nivel del eje de simetría de vertido (Xp). De manera similar, las extensiones latitudinales superior e inferior (LAu, LAI) se dividen en dos segmentos (respectivamente, LAu1 y LAu2 y LAI1 y LAI2) que se conectan al nivel del eje de simetría de vertido (Xp). Las siguientes relaciones se definen así: $R1 = LOI1/IOu1$, $R2 = LOI2/IOu2$, $R3 = LAI1/LAu1$ y $R4 = LAI2/LAu2$. En la realización de las figuras 1 a 3, R1 es aproximadamente 80 % (es decir, comprendida entre el 65 y el 90 %), R2 es aproximadamente 80 % (es decir, comprendida entre el 65 y el 90 %), $R3 = R4$ es aproximadamente 95 % (es decir, mayor o igual que el 90 %).

55 Las figuras 4 y 5 muestran dos realizaciones de placas de válvula de compuerta deslizante según la invención, en donde las placas 1 están formadas por la combinación de un cuerpo refractario, argamasa o cemento 6 y un cartucho metálico 7 que rodea la periferia y una parte de una superficie inferior del cuerpo refractario. En las figuras 4 y 5, R3 y R4 son iguales ya que la placa se ha formado simétricamente con respecto al eje longitudinal. En la figura 4, R3 es igual al 100 % y, en la figura 5, a aproximadamente el 95 %. Como se ve en estas figuras, las superficies inferiores de una placa de válvula de compuerta deslizante están delimitadas por el límite exterior que define el perímetro de la superficie plana del cartucho de metal que recubre el cuerpo cerámico.

60 La figura 7 ilustra una realización de cartucho metálico para revestir un cuerpo refractario y que formen juntos una placa de válvula de compuerta deslizante según la presente invención. El cartucho de metal comprende una superficie inferior (3M) que es plana y está definida por un perímetro, y que comprende una abertura (15) que tiene un baricentro (xp), de modo que el eje de simetría de vertido (Xp) es el eje normal con respecto al plano de la superficie inferior y que pasa por el baricentro (xp). El círculo fantasma representado en la figura 7 con una línea de

puntos dentro de la abertura (15) representa la posición del canal de vertido (5) que atraviesa el cuerpo refractario, cuando el cartucho reviste dicho cuerpo refractario. Una superficie periférica (4Ma, 4Mb) que se extiende transversal a la superficie inferior desde el perímetro de dicha superficie inferior hasta un extremo libre que define un reborde (4R) del cartucho de metal, formando así, con la superficie inferior, una cavidad de geometría que se ajusta a la geometría de un elemento refractario que debe adherirse al cartucho de metal usando un cemento. El diámetro longitudinal superior (LCu) se define como el segmento más largo que conecta dos puntos del reborde del cartucho de metal e interseca el eje de simetría de vertido (Xp). El diámetro latitudinal superior (LDu) conecta dos puntos del reborde del cartucho de metal e interseca perpendicularmente el diámetro longitudinal superior (LCu) y el eje de simetría de vertido (Xp).

La superficie inferior (3M) tiene un diámetro longitudinal inferior (LCI), que es paralelo al diámetro longitudinal superior (LCu) y tiene un diámetro latitudinal inferior (LDI), que es paralelo al diámetro longitudinal inferior (LDu), ambos diámetros longitudinales y latitudinales inferiores intersecan el eje de simetría de vertido en el baricentro (xp). La superficie inferior del cartucho metálico define la superficie inferior de la placa de la válvula de compuerta deslizante cuando se acopla a un cuerpo refractario. Las longitudes de los diámetros longitudinal y latitudinal se determinan ignorando la abertura (15).

Se definen las siguientes relaciones

$Rc1 = LCI1/ICu1$, está comprendida entre el 50 y el 95 %, preferentemente entre el 57 y el 92 %, más preferentemente, entre el 62,5 y el 90 %, $Rc2 = LCI2/ICu2$, está comprendida entre el 50 y el 95 %, preferentemente entre el 57 y el 92 %, más preferentemente, entre el 62,5 y el 90 %, $Rc3 = LDI1/IDu1$, es mayor o igual al 75 %, preferentemente mayor o igual al 90 %, más preferentemente mayor o igual al 95 %, $Rc4 = LDI2/IDu2$, es mayor o igual al 75 %, preferentemente mayor o igual al 90 %, más preferentemente mayor o igual al 95 %.

Como se ilustra en la figura 6, en uso, una primera placa de válvula de compuerta deslizante (1L) según la presente invención se monta en un bastidor de válvula de compuerta deslizante con su superficie superior (2L) paralela y en contacto con una superficie superior (2U) de una segunda placa de válvula de compuerta deslizante (1U) que comprende un canal de vertido (5U). Dicho bastidor de la válvula de compuerta deslizante comprende una estación receptora estática para mantener la segunda placa de válvula (1U) en una posición fija; cuando el bastidor se monta en la parte inferior de un recipiente metalúrgico que comprende una salida, como una cuchara, la segunda placa de compuerta deslizante se fija en una posición, de modo que el canal de vertido (5U) está alineado con la salida del recipiente metalúrgico.

El bastidor también comprende una estación de recepción dinámica que comprende una base (10) para mantener la primera placa de válvula deslizante con la superficie superior (2L) de esta orientada paralela y en contacto con la superficie superior (2U) de la segunda placa de compuerta de válvula deslizante en una relación deslizante. La estación receptora dinámica comprende además varias unidades de empuje (11) orientadas y distribuidas para aplicar una fuerza de empuje (F) sobre una superficie inferior de la base, que se transmite hasta la superficie inferior (3L) de la primera placa de válvula de compuerta deslizante (1L) y normalmente se orienta hacia dicha superficie inferior (3L) de la primera placa de válvula de compuerta deslizante, para presionar la superficie superior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante contra la superficie superior de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante. Los inventores han identificado que la distribución de unidades de empuje sobre la superficie inferior de la base y de la primera placa de válvula de compuerta deslizante es fundamental para conseguir el área de contacto efectiva entre las superficies superiores de la primera y segunda placas de válvula de compuerta deslizante. Con una geometría de la primera placa de válvula de compuerta deslizante con las relaciones R1 a R4, como las definidas anteriormente, se ha observado sorprendentemente que podría mejorarse el área de contacto efectiva y los picos de tensión mecánica medidos en la placa podrían reducirse sustancialmente en comparación con una placa de válvula de compuerta deslizante de la técnica anterior (véanse las tablas I a III de más adelante).

El bastidor comprende un mecanismo deslizante para mover la base que sostiene la primera placa de válvula de compuerta deslizante (1L) con respecto a la segunda placa de válvula de compuerta deslizante (1U) deslizando la superficie superior (2L) de la primera placa de válvula de compuerta deslizante (1L) sobre la superficie superior (2U) de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante (1U), desde una posición de vertido, en donde el canal de vertido (5U) de la primera placa de compuerta de válvula deslizante (1U) está alineada con el canal de vertido (5L) de la segunda placa de compuerta de válvula deslizante (1L), hasta una posición cerrada, en donde el canal de vertido de la primera placa de compuerta de válvula deslizante (1U) no está en comunicación fluida con el canal de vertido de la segunda placa de compuerta de válvula deslizante (1L).

El mecanismo deslizante suele ser un brazo eléctrico, neumático o hidráulico fijado en un extremo de la superficie externa de conexión (4) de una placa de válvula de compuerta deslizante (1L), y es capaz de empujar, tirar de o girar la primera placa de la válvula de compuerta deslizante sobre la superficie superior (2U) de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante (1U) estática.

La compuerta deslizante se forma montando una primera placa de válvula de compuerta deslizante en la base de la estación de recepción dinámica, y una segunda placa de válvula de compuerta deslizante en la estación de recepción estática. La relación AL/AU de un área AL de la superficie inferior de la primera placa deslizante con respecto a un área AU de la superficie superior de la primera placa deslizante es la relación comprendida entre el 40 y el 85 %. Preferentemente, la primera placa de válvula de compuerta deslizante es según la presente invención. Más preferentemente, la segunda placa de válvula de compuerta deslizante también es según la presente invención. La segunda placa de válvula de compuerta deslizante puede ser similar o incluso idéntica a la primera placa de válvula de compuerta deslizante.

La válvula de compuerta deslizante está diseñada para que la fuerza de empuje transmitida por la válvula de compuerta deslizante hasta una placa de válvula de compuerta deslizante utilizada en esa válvula de compuerta deslizante se concentre alrededor del orificio de vertido. Es decir, más del 55 %, preferentemente más del 60 % de la superficie de la placa (por lo tanto, la superficie inferior) que recibe la fuerza de empuje se encuentra a una distancia del eje de vertido de simetría Xp menor o igual que LaL1. Con la placa ilustrada en la figura 1, el 63 % de la superficie de la placa (por lo tanto, la superficie inferior) que recibe la fuerza de empuje se encuentra a una distancia del eje de vertido de simetría Xp menor o igual que LaL1.

Una base (10) que sostiene una primera placa en una estación receptora dinámica comprende una superficie inferior y una superficie superior. La superficie superior es preferentemente paralela y está rebajada desde la superficie superior de una primera placa de válvula de compuerta deslizante montada en esta. A medida que la base se mueve paralelo y con respecto a las superficies superiores de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante, también se mueve con respecto a las unidades de empuje (11). En las bases de la técnica anterior, las unidades de empuje están constantemente en contacto con la superficie inferior de la base, independientemente de la posición de la base con respecto a las unidades de empuje. Debido a que la superficie superior de la base está rebajada con respecto a la superficie superior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante, en caso de que la base esté en una posición en la que la primera placa de válvula de compuerta deslizante no se oriente hacia una unidad de empuje, la fuerza de dicha unidad de empuje aplicará una tensión de flexión en voladizo sobre la estación de recepción dinámica. Esto hace que la tensión se concentre en los bordes de las placas de la válvula de compuerta deslizante, lo que acelera el desgaste. También libera la presión alrededor del canal de vertido y, por lo tanto, reduce la hermeticidad de la válvula de compuerta deslizante.

Se ha descubierto que este problema se puede resolver diseñando la superficie inferior de la base con el fin de que, en todo momento, esté en contacto con al menos una unidad de empuje y con el fin de que una unidad de empuje haga contacto con la superficie inferior de la base solo en caso de que la proyección en un plano longitudinal (XpL, LOu), definido por el eje de simetría de vertido (XpL), y la extensión longitudinal superior (LOu) de la primera placa de válvula deslizante (1L) del vector de fuerza, que define la fuerza (F) aplicada por dicha unidad de empuje cuando está en contacto con la superficie inferior, intersequen la proyección en dicho plano longitudinal de la primera placa de válvula de compuerta deslizante. Preferentemente, la aplicación de una fuerza por una unidad de empuje sobre la superficie inferior de la base requiere que la proyección del vector de fuerza en el plano longitudinal interseque también la proyección en el plano longitudinal de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante. Dado que tanto las unidades de empuje como la segunda placa de la válvula de compuerta deslizante son estáticas en la válvula de compuerta deslizante, el cumplimiento de estas condiciones no depende de la posición de la primera placa de válvula de compuerta deslizante con respecto a las unidades de empuje.

Se considera que un vector de fuerza proyectado interseca una placa de válvula de compuerta deslizante proyectada si dicho vector de fuerza proyectada cruza realmente la placa de válvula de compuerta deslizante proyectada o cae dentro de una tolerancia de la mitad del ancho de la unidad de empuje, medida a lo largo del plano longitudinal. Por ejemplo, si las unidades de empuje comprenden resortes helicoidales, la tolerancia sería la mitad del diámetro de la última espiral (la más cercana a la base) de dichos resortes helicoidales. En caso de duda, la tolerancia está, en cualquier caso, dentro de los 20 mm, preferentemente dentro de los 10 mm de presentar una intersección real entre el vector de fuerza proyectado y la placa de válvula de compuerta deslizante proyectada.

Como se ilustra en las vistas de corte a lo largo del plano longitudinal de la figura 8, dicha geometría puede comprender porciones achaflanadas. Se puede ver que la válvula de compuerta deslizante de la figura 8 está diseñada de tal manera que las unidades de empuje se orienten hacia la segunda placa de válvula de compuerta deslizante. Ya que ambas son estáticas, esta situación se mantiene independientemente de la posición de la primera placa de válvula de compuerta deslizante. En la figura 8(a), la primera placa de la válvula de compuerta deslizante está en posición de vertido, formando los canales de vertido superior e inferior un solo canal continuo. Se puede ver que de las cinco unidades de empuje (11) representadas, solo cuatro de ellas se orientan hacia la primera placa de válvula de compuerta deslizante (1L). Estas cuatro unidades de empuje en contacto también están en contacto con la superficie inferior de la base y aplican sobre ella una fuerza vertical, transmitida hacia la primera placa de válvula de compuerta deslizante. La quinta unidad de empuje del lado izquierdo de la figura 8(a) no está orientada hacia la primera placa de válvula de compuerta deslizante y tampoco hace contacto con (o no aplica una fuerza sustancial) la superficie inferior de la base, que está achaflanada en dicha porción. De esta forma, la quinta unidad de empuje no aplica una fuerza de flexión sobre la base, lo que tiende a reducir la distancia entre las superficies superiores de la base y de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante.

En la figura 8(b), la válvula de compuerta deslizante está en una primera posición cerrada, en donde los canales de vertido superior e inferior no están en comunicación fluida, pero están separados los unos de los únicamente por una pequeña distancia. Por lo tanto, la hermeticidad de la válvula de compuerta deslizante depende de una fuerza de compresión máxima concentrada alrededor de los canales de vertido superior e inferior, respectivamente. En esta posición, las cinco unidades de empuje representadas en la figura 8(b) están en contacto con la superficie inferior de la base, aplicando una gran presión de compresión concentrada alrededor de los canales de vertido.

En la figura 8(c), el canal de la puerta deslizante está en posición cerrada, habiendo una gran distancia que separa los canales de vertido superior e inferior. La unidad de empuje representada en el lado derecho de la figura 8(c) no está orientada hacia la primera placa de válvula de compuerta deslizante y no hace contacto (o no aplica una fuerza sustancial) con la superficie inferior de la base, que está achaflanada en dicha porción. De esta forma, como se comentó en cuanto a la figura 8(a), la unidad de empuje del lado derecho no aplica una fuerza de flexión sobre la base, lo que tiende a reducir la distancia entre las superficies superiores de la base y de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante.

El uso de una base (10), como la comentada anteriormente en referencia a la figura 8, es conveniente con cualquier tipo de placas de válvula de compuerta deslizante, ya que prolonga la vida útil de las placas de válvula de compuerta deslizante. Sin embargo, es más conveniente aún con una primera placa de válvula de compuerta deslizante según la presente invención y, preferentemente, junto con una segunda placa de válvula de compuerta deslizante según la presente invención, ya que las fuerzas aplicadas por las unidades de empuje en contacto con la superficie inferior de la base se distribuyen de manera más homogénea sobre un área más grande de las superficies superiores de las placas de válvula de compuerta deslizante primera y segunda, extendiéndose dicha área alrededor del canal de vertido. Esta mejor distribución de la presión sobre un área más grande tiene dos ventajas. En primer lugar, evita los picos de presión, que son perjudiciales para la integridad de las placas de válvula de compuerta deslizante, prolongando así su vida útil. En segundo lugar, previene áreas de presiones más bajas, lo que es inevitable cuando hay picos de presión, aumentando así la hermeticidad de la válvula de compuerta deslizante. Esto es importante para reducir tanto la introducción de oxígeno como la introducción de metal fundido entre las placas de válvula de compuerta deslizante primera y segunda.

Para demostrar los efectos de la invención, los inventores han realizado una serie de cálculos de análisis de elementos finitos de las áreas de contacto reales y teóricas de dos placas de válvula de compuerta deslizante montadas en una válvula de compuerta deslizante. Estos cálculos no tienen en cuenta el efecto del calor. En una primera serie, se diseñó una válvula de compuerta deslizante correspondiente al documento US-B2-6814268. Este modelo consta de una placa base, una placa portadora, una puerta, dos placas de válvula de compuerta deslizante refractaria y el fondo de una cuchara. Se aplica una fuerza de empuje sobre las placas mediante una pluralidad de resortes para mantener las placas en compresión y aumentar el área de contacto entre las dos placas. Una primera salida de los cálculos es la presión de contacto máxima (MPa), que es el pico de presión más alto en la superficie de contacto entre las placas de válvula de compuerta deslizante refractaria. El área de contacto efectiva es la relación (en %) del área de contacto real (ignorando cualquier orificio en la periferia) entre las placas de la válvula de compuerta deslizante, calculada mediante análisis de elementos finitos, y el área de contacto teórica (suponiendo que el contacto sea perfecto), cuando los canales de vertido de ambas placas están perfectamente alineados. Por ejemplo, si el área de contacto teórica de las placas de válvula de compuerta deslizante es igual a 1000 mm² y el área de contacto real calculada es de 250 mm². Por tanto, el área de contacto efectiva (%) es $250/1000=0,25=25\%$. El cálculo se realizó con la placa descrita en el documento US-B2-6814268 (técnica anterior: en donde $R1=R2=R3=R4=100\%$; en aras de la comparación) y con las placas según la invención. Los resultados se presentan en las tablas de la I a la III de a continuación. En estos ejemplos, R4 se mantuvo igual a R3. Las desviaciones observadas (y calculadas) entre las áreas de contacto real y teórica se deben a, por un lado, los esfuerzos mecánicos aplicados por el metal fundido que fluye a través del canal de vertido y, por otro lado, los gradientes térmicos sustanciales creados sobre los volúmenes de las placas de válvula de compuerta deslizante.

Tabla I (efecto de $R3(=R4)$)

Ejemplos	Técnica anterior	1	2	3	4
R1	100 %	80 %	80 %	80 %	80 %
R2	100 %	80 %	80 %	80 %	80 %
R3	100 %	95 %	97 %	99 %	100 %
Área de contacto efectiva (%)	38,4	68,3	64,5	61,7	60,1
Presión de contacto máxima (MPa)	12,8	6,1	6,7	7,2	7,6

Como se puede ver en la tabla I, con las placas según la invención, el área de contacto efectiva se eleva del 38,4 %, para una placa de la técnica anterior, hasta el 68,3 % (ejemplo 1). Al mismo tiempo, la presión de contacto máxima se reduce de 12,8 MPa a 6,1 MPa. Manteniendo P1 y R2 constantes, el aumento de R3 (y R4) del 95 % al 100 % tiene un efecto ligeramente negativo en el área de contacto efectiva (que disminuye del 68,3 % al 60,1 %) y en la

presión de contacto máxima (que aumenta de 6,1 a 7,6 MPa). Todos los valores medidos siguen siendo aceptables y mucho mejores de lo que se puede observar con la placa de la técnica anterior.

Tabla II (efecto de R2)

Ejemplos	Técnica anterior	5	6	7	8
R1	100 %	80 %	80 %	80 %	80 %
R2	100 %	90 %	90 %	90 %	90 %
R3	100 %	95 %	97 %	99 %	100 %
Área de contacto efectiva (%)	38,4	60,9	57,1	53,9	52,2
Presión de contacto máxima (MPa)	12,8	7,1	7,7	8,2	8,8

La tabla II se basa en ejemplos similares a los de la tabla I con R2 cambiado al 90 % (en lugar del 80 % de la tabla I). Se pueden observar las mismas tendencias para el efecto de R3 (y R4). Asimismo, se puede observar que elevar R2 del 80 % al 90 % tiene un efecto negativo tanto en el área de contacto efectiva como en la presión de contacto máxima (la conclusión se puede hacer comparando los pares de ejemplos 1-5, 2-6, 3-7, 4-8). Por lo tanto, de acuerdo con la invención, R2 no debería ir más allá del 95 %, preferentemente no más allá del 90 %.

Tabla III (efecto de R1)

Ejemplos	Técnica anterior	9	10	11	12
R1	100 %	90 %	90 %	90 %	90 %
R2	100 %	80 %	80 %	80 %	80 %
R3	100 %	95 %	97 %	99 %	100 %
Área de contacto efectiva (%)	38,4	67,3	64,2	60,7	59,1
Presión máxima de contacto (MPa)	12,8	6,8	6,9	7,7	7,9

La tabla III se basa en ejemplos similares a los de la tabla I con R1 cambiado al 90 % (en lugar del 80 % de la tabla I). Se pueden observar las mismas tendencias para el efecto de R3 (y R4). Asimismo, se puede observar que elevar R1 del 80 % al 90 % tiene un efecto negativo tanto en el área de contacto efectiva como en la presión de contacto máxima (la conclusión se puede hacer comparando los pares de ejemplos 1-9, 2-10, 3-11, 4-12). Por lo tanto, de acuerdo con la invención, R1 no debe ir más allá del 95 %, preferentemente no más allá del 90 %.

En una segunda serie de cálculos de análisis de elementos finitos, para imitar un choque térmico, una condición límite que simula el flujo de calor transmitido por el acero fundido que fluye a través del canal de vertido de la placa se aplica en el sistema al nivel de la pared del canal de vertido. El mismo análisis se realiza con la placa de la técnica anterior mencionada anteriormente, con una placa de válvula de compuerta deslizante refractaria descubierta según la invención (R1=R2=80 %, R3=R4=95 %), con una placa encartuchada aislada (es decir, la combinación de una placa refractaria, argamasa o cemento y una envoltura metálica que rodea la periferia y una parte de una superficie: R1=R2=80 %, R3=R4=95 %) y en una placa encartuchada en una válvula de compuerta deslizante (misma placa). La comparación entre estos modelos permite cuantificar la tensión térmica y la tensión termomecánica. El cálculo se ha repetido en varios ejemplos en donde la superficie externa de conexión es variable. Estos cálculos de análisis de elementos finitos confirman la tendencia observada en la primera serie.

REIVINDICACIONES

1. Placa de válvula de compuerta deslizante (1) para una válvula de compuerta de metal fundido que tiene

- 5 - una superficie superior (2),
- una superficie inferior (3), separada de la superficie superior por un grosor de la placa de la válvula de compuerta deslizante, siendo planas dichas superficies superior e inferior y paralelas entre sí,
- una superficie externa de conexión (4) que conecta la superficie superior (2) a la superficie inferior (3) y
- 10 - un canal de vertido (5) que conecta fluidicamente la superficie superior (2) a la superficie inferior (3), teniendo dicho canal de vertido (5) un eje de simetría de vertido (Xp),
- teniendo las superficies superior e inferior (2, 3) extensiones longitudinales superior e inferior (LOu, LOI), respectivamente, que son paralelas entre sí y perpendiculares a las extensiones latitudinales superior e inferior (LOu, LAI), respectivamente, en donde la extensión longitudinal superior (LOu) es el segmento más largo que conecta dos puntos de un perímetro de la superficie superior e interseca el eje de simetría de vertido (Xp),
- 15 - estando divididas las extensiones longitudinales (LOu, LOI) en dos segmentos (respectivamente, LOu1 y LOu2 y LOI1 y LOI2) que se conectan al nivel del eje de simetría de vertido (Xp), y en donde los segmentos LOu1 y LOI1 están en un primer lado del eje de simetría de vertido y los segmentos LOu2 y LOI2 están en un segundo lado del eje de simetría de vertido;
- 20 - estando divididas las extensiones latitudinales (LAu, LAI) en dos segmentos (respectivamente, LAu1 y LAu2 y LAI1 y LAI2) que se conectan al nivel del eje de simetría de vertido (Xp), y en donde los segmentos LAu1 y LAI1 están en un primer lado del eje de simetría de vertido y los segmentos LAu2 y LAI2 están en un segundo lado del eje de simetría de vertido;
- en donde se definen las siguientes relaciones,
- 25 LOI1/LOu1=R1,
- LOI2/LOu2=R2,
- LAI1/LAu1=R3,
- LAI2/LAu2=R4,
- 30 caracterizada por que,
- R1 está comprendida entre el 50 y el 95 %, preferentemente entre el 57 y el 92 %, más preferentemente, entre el 62,5 y el 90 %,
- R2 está comprendida entre el 50 y el 95 %, preferentemente entre el 57 y el 92 %, más preferentemente, entre el 62,5 y el 90 %,
- 35 R3 es mayor o igual al 75 %, preferentemente mayor o igual al 90 %, más preferentemente mayor o igual al 95 %, y
- R4 es mayor o igual al 75 %, preferentemente mayor o igual al 90 %, más preferentemente mayor o igual al 95 %.

2. Placa de válvula de compuerta deslizante según la reivindicación 1, en donde R3=R4.

40 3. Placa de válvula de compuerta deslizante según la reivindicación 1, en donde la superficie externa de conexión (4) comprende una pluralidad de porciones de superficie (4a, 4b).

45 4. Placa de válvula de compuerta deslizante según la reivindicación 3, en donde la superficie externa de conexión (4) comprende al menos una porción de superficie cilíndrica (4a) y una o más porciones de superficie de transición (4b).

50 5. Placa de válvula de compuerta deslizante según la reivindicación 4, en donde la porción de superficie cilíndrica (4a) conecta la superficie superior (2) a una porción de superficie de transición adyacente (4b) y dicha una o más porciones de superficie de transición (4b) conectan la porción de superficie cilíndrica (4a) a la superficie inferior (3).

55 6. Placa de válvula de compuerta deslizante según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde la superficie externa de conexión comprende una pluralidad de porciones de superficie de transición.

7. Placa de válvula de compuerta deslizante según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde R1 y R2 son 80 %±5 %.

8. Válvula de compuerta deslizante según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde R3 y R4 están comprendidas entre el 98 y el 100 %.

60 9. Placa de válvula de compuerta deslizante según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la placa comprende:

- un elemento refractario con una superficie superior (2) y un canal de vertido (5) que corresponde respectivamente a la superficie superior y al canal de vertido de la placa,
- 65 - un cartucho de metal (7) con una superficie inferior (3M) correspondiente a la superficie inferior (3) de la placa de la válvula de compuerta deslizante, comprendiendo dicha superficie inferior una abertura (15) que rodea el

canal de vertido de la placa de válvula de compuerta deslizante.

- cemento que une el elemento refractario al cartucho de metal.

5 10. Un cartucho metálico (7) para revestir un elemento refractario y formar con este una placa de válvula de compuerta deslizante según la reivindicación 9, comprendiendo dicho cartucho de metal:

10 - una superficie inferior (3M) que es plana y está definida por un perímetro, y que comprende una abertura (15) que tiene un baricentro (xp), de modo que el eje de simetría de vertido (Xp) es el eje normal con respecto a la superficie inferior y pasa por el baricentro (xp);

15 - una superficie periférica (4Ma, 4Mb) que se extiende transversal a la superficie inferior desde el perímetro de dicha superficie inferior hasta un extremo libre que define un reborde (4R) del cartucho de metal, definiendo dichas superficie periférica y superficie inferior una cavidad interna de geometría que se ajusta a la geometría de un elemento refractario que debe adherirse a un cartucho metálico por medio de un cemento, y en donde:

20 - el cartucho de metal tiene un diámetro longitudinal superior (LCu) definido como el segmento más largo, que conecta dos puntos del reborde del cartucho de metal e interseca el eje de simetría de vertido (Xp), y tiene un diámetro latitudinal superior (LDu) que conecta dos puntos del reborde del cartucho de metal e interseca perpendicularmente el diámetro longitudinal superior (LCu) y el eje de simetría de vertido (Xp),

25 - la superficie inferior (3M) tiene un diámetro longitudinal inferior (LCI), que es paralelo al diámetro longitudinal superior (LCu) y tiene un diámetro latitudinal inferior (LDI), que es paralelo al diámetro longitudinal inferior (LDu), intersectando ambos diámetros longitudinal y latitudinal inferiores el eje de simetría de vertido en el baricentro (xp);

30 - estando divididos los diámetros longitudinales superior e inferior (LOu, LCI) en dos segmentos (respectivamente, LCu1 y LOu2 y LCI1 y LOI2) que se conectan al nivel del eje de vertido (Xp), y en donde los segmentos LCu1 y LCI1 están en un primer lado del eje de simetría de vertido y los segmentos LOu2 y LOI2 están en un segundo lado del eje de simetría de vertido;

35 - estando divididos los diámetros latitudinales superior e inferior (LOu, LDI) en dos segmentos (respectivamente, LCu1 y LDu2 y LCI1 y LDI2) que se conectan al nivel del eje de simetría de vertido (Xp), y en donde los segmentos LCu1 y LCI1 están en un primer lado del eje de simetría de vertido y los segmentos LOu2 y LOI2 están en un segundo lado del eje de simetría de vertido;

caracterizada por que, se definen las siguientes relaciones,

40 $Rc1 = LCI1 / LCu1$, está comprendida entre el 50 y el 95 %, preferentemente entre el 57 y el 92 %, más preferentemente, entre el 62,5 y el 90 %, $Rc2 = LCI2 / LCu2$, está comprendida entre el 50 y el 95 %, preferentemente entre el 57 y el 92 %, más preferentemente, entre el 62,5 y el 90 %, $Rc3 = LDI1 / LDu1$, es mayor o igual al 75 %, preferentemente mayor o igual al 90 %, más preferentemente mayor o igual al 95 %, $Rc4 = LDI2 / LDu2$, es mayor o igual al 75 %, preferentemente mayor o igual al 90 %, más preferentemente mayor o igual al 95 %.

50 11. Válvula de compuerta deslizante que comprende un conjunto de placas de válvula de compuerta deslizante primera y segunda montadas en un bastidor, en donde,

- la primera placa de válvula de compuerta deslizante (1L) es según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9;

55 - la segunda placa de válvula de compuerta deslizante (1U) comprende una superficie superior plana (2U) que es plana y tiene un área superior, AU, delimitada por un perímetro que alberga una salida de un canal de vertido (5U) y de la misma geometría que la superficie superior (2L) de la primera placa de válvula de compuerta deslizante, y comprende una superficie inferior (3U), que es plana y está delimitada por un perímetro que alberga una entrada del canal de vertido (5U), siendo paralelas entre sí las superficies planas superior e inferior de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante,

60 - en donde dichas primera y segunda placas de compuerta de válvula deslizante están montadas en un bastidor con sus respectivas superficies superiores en contacto y paralelas entre sí, de manera que,

- la segunda placa de válvula de compuerta deslizante está montada de forma fija en el bastidor,

65 - la primera placa de válvula de compuerta deslizante puede moverse de forma reversible a lo largo de un plano

paralelo a las superficies superiores de la primera y segunda placas de válvula deslizante desde una posición de vertido, en donde el canal de vertido (5U) de la primera placa de compuerta de válvula deslizante (1U) está alineada con el canal de vertido (5L) de la segunda placa de compuerta de válvula deslizante (1L), hasta una posición cerrada, en donde el canal de vertido de la primera placa de compuerta de válvula deslizante (1U) no está en comunicación fluida con el canal de vertido de la segunda placa de compuerta de válvula deslizante (1L),

- comprendiendo dicha válvula de compuerta deslizante, además, varias unidades de empuje distribuidas alrededor, y aplicando una fuerza de empuje sobre la superficie inferior (3L) de la primera placa de válvula de compuerta deslizante (1L), orientada normalmente hacia dicha superficie inferior (3L) de la primera placa de válvula de compuerta deslizante, para presionar la superficie superior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante contra la superficie superior de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante.

12. Válvula de compuerta deslizante según la reivindicación 11, en donde la segunda placa de válvula deslizante (1U) es según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, y es preferentemente idéntica a la primera placa de válvula deslizante (1L).

13. Válvula de compuerta deslizante según la reivindicación 11 o 12, en donde:

- la primera placa de válvula de compuerta deslizante (1L) está soportada por un base (10) montada en un mecanismo deslizante, de modo que la superficie superior (2L) de la primera placa de válvula de compuerta deslizante pueda deslizarse entre la posición de vertido y la posición cerrada, comprendiendo dicha base una superficie inferior,

- las unidades de empuje (11) aplican una fuerza de empuje (F) sobre la superficie inferior de la base, como presionar la superficie superior (2L) de la primera placa de válvula de compuerta deslizante contra la superficie superior (2U) de la segunda placa de válvula de compuerta deslizante (1U), en donde dicha fuerza (F) está orientada normal con respecto a la superficie inferior de la base.

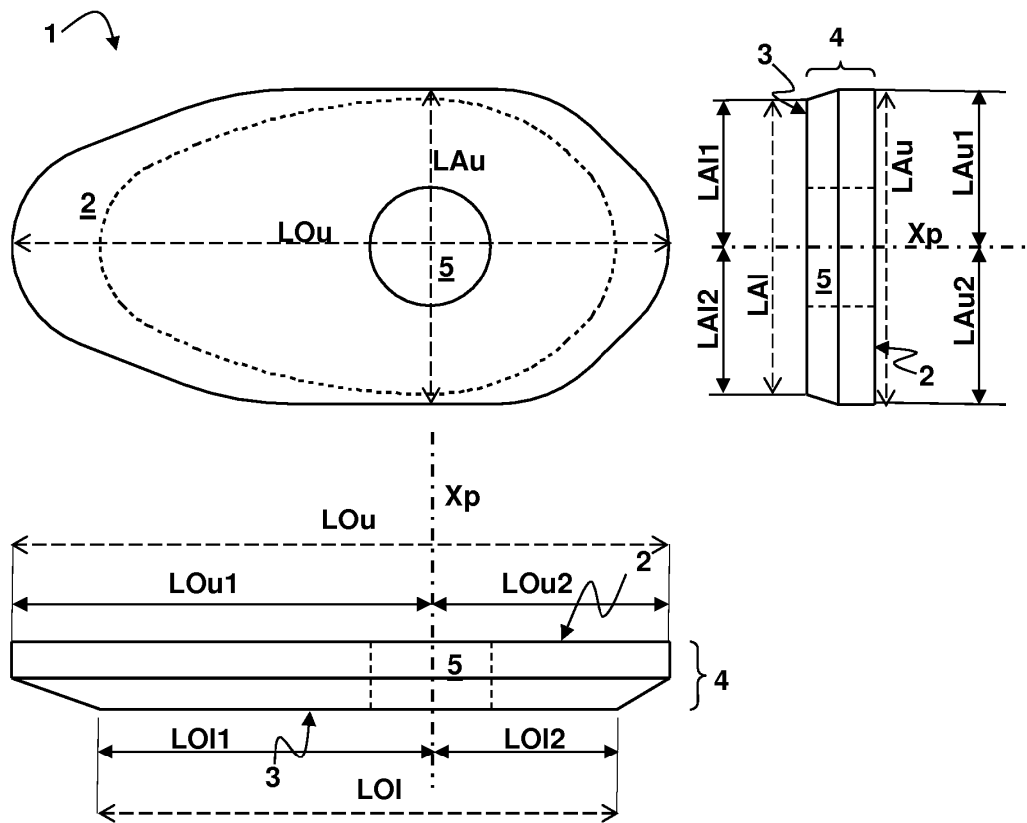
14. Válvula de compuerta deslizante según la reivindicación 13, en donde

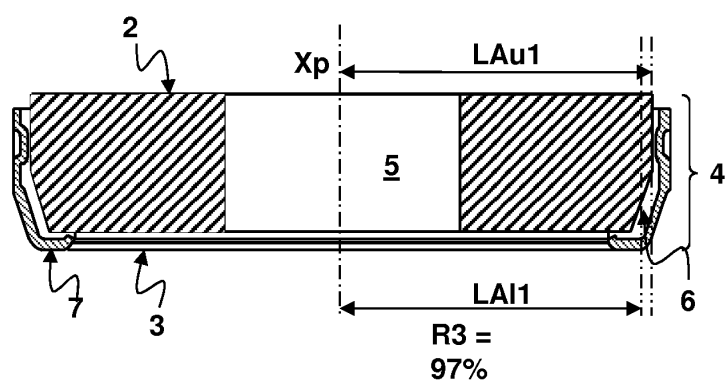
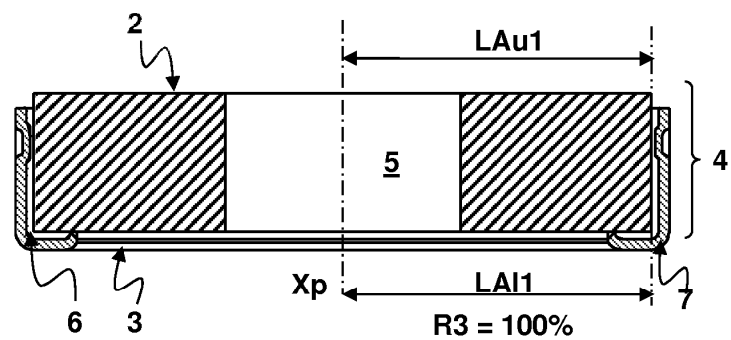
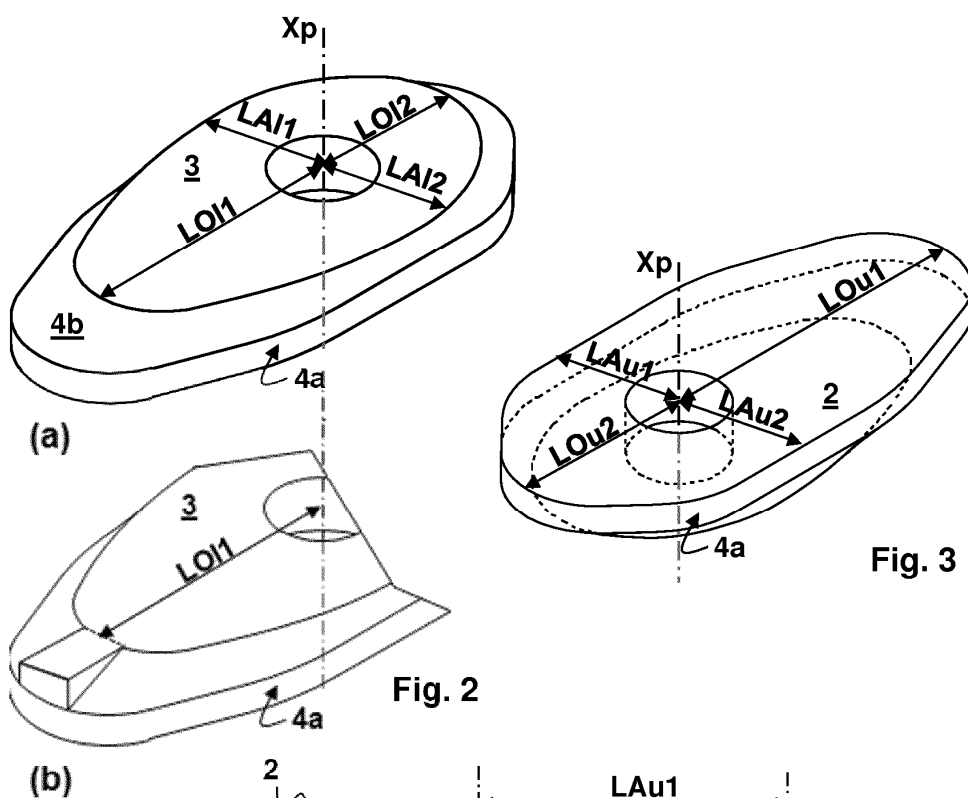
(a) la base comprende una superficie superior paralela y rebajada desde la superficie superior de la primera placa de válvula de compuerta deslizante,

(b) las unidades de empuje son estáticas y se orientan hacia la segunda placa de válvula de compuerta deslizante, independientemente de la posición de la primera placa de válvula de compuerta deslizante,

(c) la superficie inferior de la base está en contacto permanente con al menos algunas de las unidades de empuje, y tiene una geometría que comprende partes achaflanadas, de modo que una unidad de empuje hace contacto con la superficie inferior de la base únicamente en caso de que la proyección en un plano longitudinal (XpL, LOu), definido por el eje de simetría de vertido (XpL), y la extensión longitudinal superior (LOu) de la primera placa de válvula deslizante (1L) del vector de fuerza, que define la fuerza (F) aplicada por dicha unidad de empuje cuando está en contacto con la superficie inferior, intersequen la proyección en dicho plano longitudinal de la primera placa de válvula de compuerta deslizante.

15. Válvula de compuerta deslizante según la reivindicación 14, en donde cuando una unidad de empuje no se orienta hacia la primera placa de válvula de compuerta deslizante, no hace contacto con la superficie inferior de la base, que está achaflanada en dicha porción.





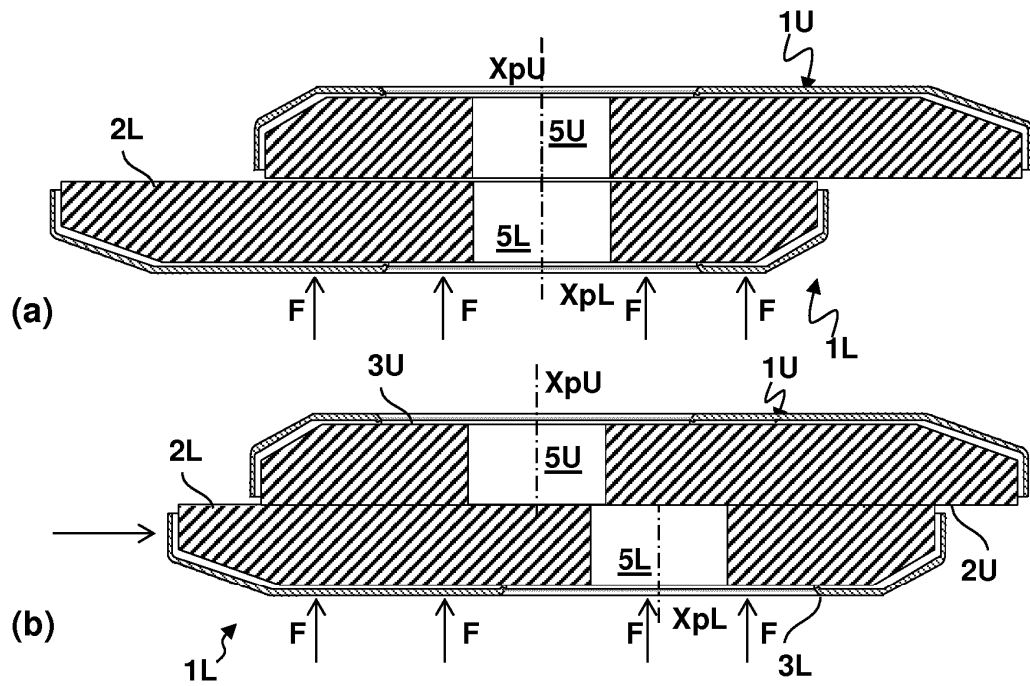


Fig. 6

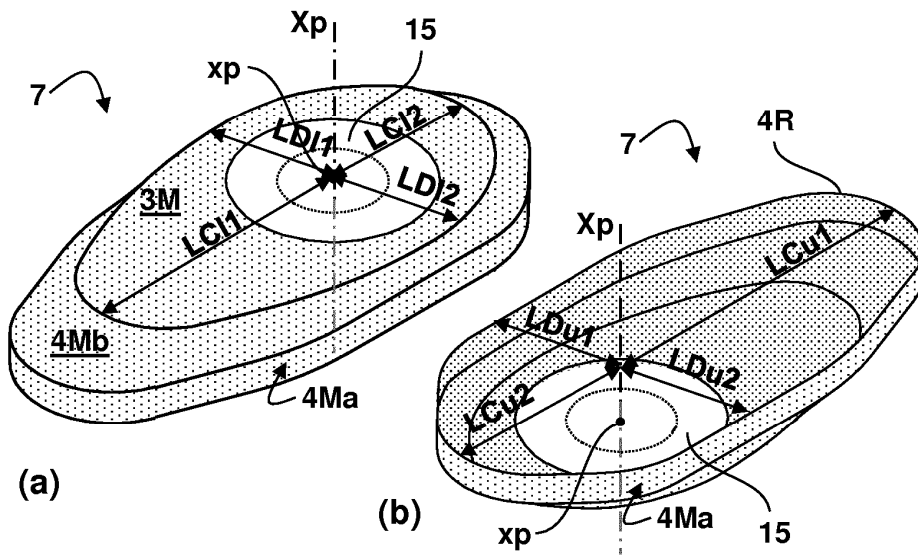


Fig. 7

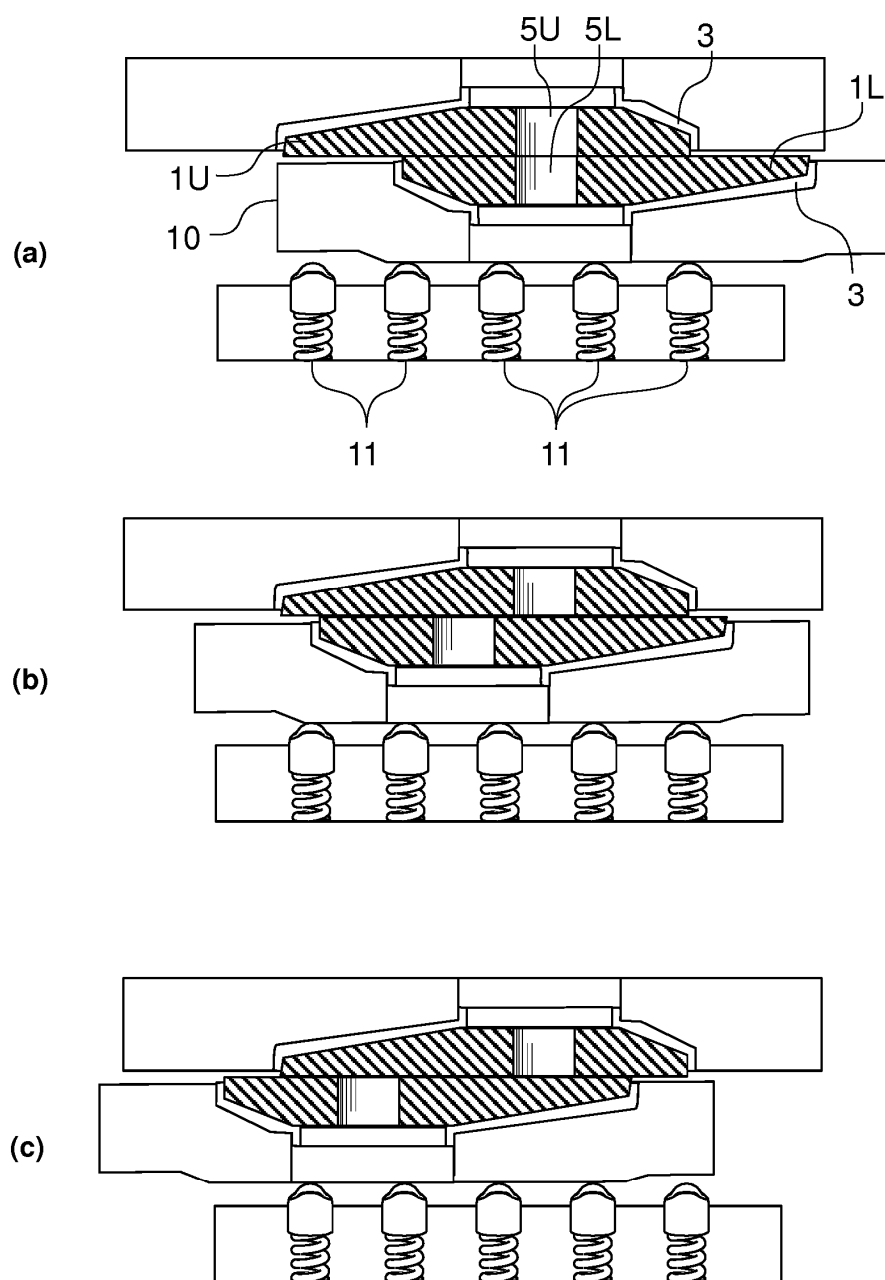


Fig. 8