

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 382**

51 Int. Cl.:

B22D 11/055 (2006.01)

B22D 11/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2013** **E 13763888 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.01.2016** **EP 2741873**

54 Título: **Método y aparato para la colada de una losa de metal**

30 Prioridad:

22.03.2012 US 201261614118 P

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

25.02.2016

73 Titular/es:

NOVELIS, INC. (100.0%)
191 Evans Avenue
Toronto, ON M8Z 1J5, CA

72 Inventor/es:

GATENBY, KEVIN MICHAEL y
LUCE, EDWARD STANLEY

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 561 382 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

Método y aparato para la colada de una losa de metal

5 Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a un método y un aparato para colar metal para formar losas de metal. Más en particular, la invención se refiere a métodos de colada continua y a un aparato en el que el metal se cuele en una cavidad de colada formada entre superficies de colada enfrentadas y separadas que se hacen avanzar en una dirección de colada entre una entrada y una salida de la cavidad de colada.

15 Antecedentes de la técnica

15 Las losas de metal alargadas relativamente delgadas (a veces también denominadas cintas o bandas de colada) se pueden producir por técnicas de colada continua en equipos tales como máquinas de colada de correas gemelas, lingoteras giratorias, máquinas de colada de rodillos gemelos, y similares. Los metales que tienen temperaturas de fusión moderadas o relativamente bajas, por ejemplo el aluminio, magnesio, zinc y aleaciones que tienen estos
20 elementos como ingredientes principales, son especialmente adecuados para este tipo de colada, pero en ocasiones también se podrán colar otros metales en dichos equipos. El calor se elimina del metal en la cavidad de colada por y a través de las superficies de colada, de manera que el metal se enfríe y produzca una losa sólida que tenga un espesor similar a la separación entre las superficies de colada. Generalmente se proporcionan retenes laterales entre las superficies de colada en sus bordes laterales extremos para prevenir la pérdida de metal y para definir los
25 bordes laterales de la cavidad de colada. Un inyector de metal fundido o artesa se utiliza para introducir continuamente metal fundido en la cavidad de colada a través de la entrada, y la losa solidificada se retira continuamente de la cavidad de colada a través de la salida mediante el movimiento de las superficies de colada. Las superficies de colada se recirculan continuamente en el exterior de la cavidad de colada desde la salida hasta la
30 entrada, de modo que estén continuamente disponibles para su uso.

30 Las superficies de colada se enfrían generalmente de manera activa para que puedan eliminar calor del metal en la cavidad de colada. Esto se puede hacer, por ejemplo, mediante la aplicación de un refrigerante, por ejemplo un líquido o posiblemente un gas de refrigeración, en los elementos de recirculación en los que están formadas las
35 superficies de colada, teniendo dichos elementos normalmente buenas propiedades termoconductoras para que el calor pase a través de los mismos desde el metal hasta el refrigerante. En el caso de máquinas de colada de correas gemelas, por ejemplo, se aplica un líquido de refrigeración (generalmente agua que contiene aditivos apropiados) en las superficies posteriores de las correas de recirculación de colada en las zonas en las que las cintas se enfrentan entre sí para formar la cavidad de colada, de modo que el calor sea conducido desde la cavidad de colada a través
40 de las superficies de colada y las correas, y sea eliminado por el refrigerante. Algunos ejemplos de máquinas de colada de correas gemelas de este tipo se describen en la patente Estadounidense 4.061.178, concedida a Sivillotti y otros el 6 de diciembre de 1977; la patente Estadounidense 4.193.440, concedida a Thorburn y otros el 18 de marzo de 1980; y la solicitud de patente n.º 2010/0307713 publicada el 9 de diciembre de 2010 a nombre de Ito y otros. Las divulgaciones de estas patentes se incorporan específicamente en la presente por referencia.

45 Cuando se opera un aparato de este tipo, es habitual mantener un enfriamiento uniforme de las superficies de colada en todos los lugares a lo largo de la cavidad de colada en la dirección de colada, y mantener las superficies de colada en firme contacto con el metal fundido o en solidificación en todos estos lugares a fin de mantener la capacidad de las superficies de colada para eliminar el calor del metal en proceso de colada. Dado que el metal puede contraerse ligeramente a medida que se enfría y se solidifica en su paso por la cavidad de colada, las
50 superficies de colada se pueden hacer converger ligeramente las unas hacia las otras en la dirección de la entrada a la salida para mantener un contacto firme con el metal a lo largo de la cavidad de colada. Sin embargo, cuando se cuele metal de esta manera, la velocidad a la cual se elimina el calor del metal (es decir, el flujo de calor a través de las superficies de colada) es inicialmente elevada debido a la gran diferencia de temperatura entre el metal fundido sometido a la colada y las superficies de colada enfriadas y debido al buen contacto conforme entre el metal fundido
55 y las superficies de colada. A medida que la colada sigue adelante, las superficies exteriores de la losa de metal embrionaria se enfrían más rápidamente que las partes centrales de la losa de metal dado que la igualación de la temperatura dentro del metal lleva su tiempo. A medida que las superficies exteriores de la losa se enfrían, el flujo de calor a través de las superficies de colada disminuye debido a la reducción en el diferencial de temperatura entre las superficies de colada y el metal adyacente. Finalmente, las superficies exteriores del metal comienzan a solidificarse, a pesar de que las partes centrales aún pueden estar fundidas. Es necesario asegurarse de que la cavidad de colada tenga una longitud suficiente (distancia entre la entrada y la salida en la dirección de colada) para permitir la suficiente eliminación de calor antes de descargar la losa colada a través de la salida. En la práctica, la cavidad de colada debe tener una longitud tal que la temperatura de salida de la losa (generalmente medida en la superficie externa) sea lo suficientemente baja para poder someter la losa a una manipulación y procesamiento
60 adicionales sin deformaciones o daños. Por supuesto, la longitud necesaria de la cavidad de colada también está relacionada con la velocidad de rendimiento de metal en tanto a que, para un metal o aleación dados, una menor
65

velocidad de rendimiento de metal permitirá más tiempo para la eliminación de calor, y por lo tanto permitirá que la cavidad de colada sea más corta de lo que sería en caso de una mayor velocidad de rendimiento de metal. En particular, las máquinas de colada de rodillos gemelos emplean una cavidad de colada muy corta que está formada esencialmente por la línea de contacto entre los rodillos.

5 La necesidad de bajas velocidades de rendimiento de metal y / o de cavidades de colada largas resulta en mayores costes de equipos y producción de lo que sería el caso si se aumentaran las velocidades y / o se acortaran las cavidades de colada. Unos mayores tiempos de colada y unas longitudes de cavidad más largas también pueden requerir emplear mayores cantidades de líquido refrigerante. Por lo tanto, existe un deseo de diseñar y operar un
10 aparato de colada de este tipo de tal manera que puedan aumentarse las velocidades de colada y / o acortarse las cavidades de colada adicionalmente.

Sumario de los ejemplos de realización

15 Un ejemplo de realización de la invención proporciona un método de colada continua de una losa de metal mediante (a) la introducción continua de metal fundido en una entrada de una cavidad de colada definida entre superficies de colada separadas y enfrentadas que avanzan en una dirección de colada; (b) la provisión de las superficies de colada con la capacidad para eliminar el calor del metal fundido en la cavidad de colada para hacer que el metal fundido se solidifique y formar de este modo una losa de metal total o parcialmente sólida dentro de la cavidad de
20 colada; (c) la descarga continua de la losa de metal desde la cavidad de colada a través de una salida de la cavidad de colada; y (d) la reducción de la capacidad de al menos una de las superficies de colada para eliminar el calor del metal en una zona de la cavidad separada tanto de la entrada como de la salida y que se extienda transversalmente a la dirección de la colada, reduciendo la capacidad en relación con la capacidad de la al menos una superficie de colada para eliminar el calor de las zonas aguas arriba y aguas abajo inmediatamente adyacentes a la cavidad de
25 colada.

Por el término "reducción de la capacidad de una superficie de colada para eliminar el calor" nos referimos a que se reduce el efecto de enfriamiento de la superficie del metal en la cavidad desde un nivel máximo o normal que de otro modo tendría en el equipo de colada y entorno particulares sino fuera por la reducción. El flujo de calor a través de
30 una superficie de colada en cualquier punto en la cavidad de colada está determinado por factores tales como la conductividad térmica del elemento de colada sobre el que se forma la superficie, el enfriamiento activo aplicado al elemento, por ejemplo, por refrigerante líquido aplicado al lado opuesto del elemento, la diferencia de temperatura entre los medios activos de refrigeración y el metal en la cavidad, y similares. El flujo de calor a través de las superficies de colada varía (es decir, normalmente se reduce de una manera no lineal) a medida que el metal progresa a través de la cavidad de colada en cualquier operación de colada continua. Esto es debido a que el metal se enfría a medida que avanza a través de la cavidad de colada. Sin embargo, la capacidad de las superficies de colada para eliminar el calor de cualquier zona de la cavidad de colada se puede reducir de modo que fluya menos calor fuera de la cavidad de lo que sería el caso en esa zona. Esto se puede hacer, por ejemplo, permitiendo que una superficie de colada se aleje ligeramente del plano central de la cavidad de colada (es decir, un plano situado en
40 el punto medio de la cavidad entre las superficies de colada, y que se extiende generalmente paralelo a las mismas) en una zona en particular, en comparación con otras zonas de la cavidad, especialmente en comparación con las zonas inmediatamente adyacentes en las direcciones aguas arriba y aguas abajo. Cuando esto se hace en una zona en la que el metal tiene una cubierta exterior sólida, la superficie de colada se aleja ligeramente de la superficie del metal y por lo tanto produce un espacio aislante entre el metal y la superficie, que reduce la capacidad de la superficie para eliminar el calor y por lo tanto reduce el flujo de calor a través de la superficie. Otras formas de reducir la capacidad de la superficie para eliminar el calor incluyen aumentar la temperatura del fluido refrigerante usado para enfriar la superficie de colada en la zona de interés, reducir el caudal del refrigerante, o proporcionar aislamiento parcial de la superficie con respecto al refrigerante, por ejemplo mediante la introducción de un gas en el refrigerante líquido o entre el refrigerante líquido y la superficie en la zona de interés. Estas medidas no se llevan a
50 cabo en las zonas inmediatamente adyacentes, por lo que las capacidades de la/s superficie/s en esas otras zonas no se verán afectadas y producirán el flujo de calor "máximo" o "normal" para el equipo de colada y las condiciones en esas zonas.

Las superficies de colada normalmente se proporcionan como pares superficies enfrentadas pero separadas que se mueven de forma conjunta en una dirección de colada. Una o ambas de estas superficies de colada pueden estar provistas de una zona en la que la capacidad de la/s superficie/s para eliminar el calor se vea reducida. Cuando ambas superficies están modificadas de esta manera, las zonas en las que la capacidad está reducida pueden coincidir para ambas superficies (de modo que las zonas se enfrenten mutuamente través de la cavidad) o pueden ser diferentes, por ejemplo, la zona de capacidad reducida de la superficie superior puede estar más lejos a lo largo de la cavidad que la zona de la superficie inferior, o viceversa. Del mismo modo, las zonas pueden tener la misma longitud en la dirección de colada, o diferentes longitudes. Esto depende del efecto deseado a producir, teniendo en cuenta que uno de los efectos deseados es reducir la temperatura de la losa de manera más eficiente (es decir, dentro de una distancia de colada más corta o a velocidades de colada más elevadas) de la que de otro modo sería el caso. Esto se basa en el hallazgo inesperado de que, al reducir temporalmente la capacidad de al menos una de las superficies de colada para eliminar el calor en una zona media de la cavidad de colada, puede mejorarse la eficiencia global de la eliminación de calor. Sin pretender limitar el alcance de la invención a ninguna teoría, se cree

que esto puede ser debido a que la reducción de la capacidad de la superficie de colada para eliminar el calor en una zona permite el aumento de la temperatura de las partes exteriores de la losa (por ejemplo, cuando se calienta desde las partes internas más calientes), y este aumento de la temperatura permite que se produzca una eliminación del calor más eficaz adicionalmente a lo largo de la cavidad de colada, donde las superficies de colada tienen una capacidad normal para eliminar el calor.

Otro ejemplo de realización proporciona un aparato de colada para colar continuamente una losa de metal a partir de metal fundido, que tiene (a) unas superficies de colada enfrentadas y separadas que forman entre las mismas una cavidad de colada y adaptadas para su avance en una dirección de colada desde una entrada hasta una salida de la cavidad de colada; (b) un aparato de alimentación de metal fundido para la introducción de metal fundido en la cavidad de colada a través de la entrada; y (c) un equipo de refrigeración para enfriar las superficies de colada, permitiendo así a las superficies eliminar el calor de la cavidad de colada, para de ese modo solidificar el metal fundido y formar una losa de metal completa o parcialmente sólida dentro de la cavidad. La cavidad de colada tiene una zona de la misma que se extiende transversalmente a la dirección de colada y separada tanto de la entrada como de la salida entre las zonas aguas arriba y aguas abajo inmediatamente adyacentes a la cavidad de colada, en el que se proporcionan medios para reducir la capacidad de al menos una de las superficies de colada para eliminar el calor del metal fundido o la losa de metal en la zona, en comparación con la capacidad de la al menos una superficie de colada para eliminar el calor de la cavidad de colada dentro de las zonas inmediatamente aguas arriba y aguas de la misma.

Cada uno de los elementos de colada alargados pueden estar soportados por una pluralidad de soportes que enganchen las superficies de los lados opuestos de los mismos, ya sea directamente o por medio de películas de refrigerante, y la capacidad de la/s superficie/s de colada para eliminar el calor dentro de la zona puede reducirse moviendo de vuelta los soportes en una dirección de alejamiento con respecto al lado opuesto de los elementos de colada con respecto a las posiciones de los soportes en las otras zonas. En la colada convencional de este tipo, los soportes pueden tener superficies de soporte generalmente planas que enganchen con las superficies laterales opuestas de los elementos de colada, y las superficies de soporte planas de los diversos soportes son generalmente coplanares a lo largo de toda la longitud de la cavidad de colada. En un ejemplo de realización de la invención, las superficies de soporte planas de los soportes para uno de los elementos de colada son coplanares, como se ha indicado anteriormente, excepto por aquellas en la zona de la cavidad de colada en la que la capacidad de la superficie de colada para eliminar el calor se ve reducida. En esta zona, las superficies planas de los soportes están desplazadas con respecto al plano común de los otros soportes (aumentando así su separación con respecto al plano central de la cavidad de colada) por cierta distancia alejada de los lados opuestos del elemento de colada, provocando de esta manera que la superficie de colada en esta zona presione con menos firmeza contra la losa de metal, o que se mueva ligeramente y pierda el contacto con el metal y se aleje adicionalmente del plano central de la cavidad de colada. Todas las superficies planas de los soportes en la zona indicada pueden ser coplanares entre sí o pueden adoptar un perfil escalonado primero en sentido contrario a la superficie lateral opuesta del elemento de colada, y luego hacia la misma, en la dirección de la colada.

Tal como se mencionó anteriormente, la cavidad de colada en los ejemplos de realización tiene una entrada y una salida. La entrada se considera la posición en la que las superficies de colada se sitúan por primera vez generalmente paralelas, o en el punto en el que el metal fundido entra en contacto por primera vez con las superficies de colada, lo que ocurra primero en la operación de colada. La salida se considera generalmente la posición en la que las superficies de colada se mueven y pierden de manera permanente el contacto con el metal fundido, o se ven forzadas a divergir considerablemente con respecto a la losa de metal.

Como se ha mencionado anteriormente, en una operación de colada convencional de la clase a la que puede aplicarse la presente invención, el calor se extrae a través de las superficies de colada a medida que el metal que está siendo colado pasa desde la entrada hasta la salida de la cavidad de colada, tiempo durante el cual cambia de líquido fundido a sólido colado. A medida que el metal se enfría debido a la eliminación del calor, el flujo de calor a través de las superficies de colada tiende a disminuir debido al diferencial de temperatura reducido entre el metal adyacente a las superficies de colada y la temperatura del refrigerante, o debido a otros medios utilizados para extraer calor a través de las superficies. En este tipo de operaciones de colada, existe por lo tanto una reducción "natural" o convencional del flujo de calor y una reducción "natural" de la temperatura del metal a medida que aumenta la distancia entre la entrada y la salida de la cavidad de moldeo. Tales reducciones raramente son lineales en perfil. En realizaciones de la presente invención, esta reducción "natural" del flujo de calor y / o la temperatura del metal se modifica al afectar la capacidad normal o convencional de una o ambas de las superficies de colada para eliminar el calor de una zona particular de la cavidad de colada. En un ejemplo de realización, la capacidad normal o convencional de una superficie de colada para eliminar el calor se determina por el grado o velocidad de enfriamiento aplicado directa o indirectamente a la superficie de colada, y este enfriamiento, por ejemplo en la forma de un refrigerante líquido aplicado a la superficie de colada a través de un elemento de colada (por ejemplo, una correa de colada), normalmente es constante a lo largo de la longitud de la cavidad de colada, por ejemplo se aplica el mismo volumen de refrigerante por unidad de tiempo al revés del elemento de colada a lo largo de la cavidad de colada. Sin embargo, la capacidad de la superficie de colada para eliminar el calor también está determinada por la eficiencia de contacto entre la superficie de colada y el metal que está siendo colado, y esta eficacia se ve reducida significativamente si el metal que está siendo colado pierde el contacto con la superficie de colada después de un

tiempo, por ejemplo, debido a la solidificación y la contracción del metal. Estas son formas en las que la capacidad de las superficies de colada para eliminar el calor se ve limitada de forma natural o convencional durante la colada. Convencionalmente, se toman medidas para mantener uniformes la refrigeración y la eficiencia de contacto en toda la longitud de la cavidad de colada, por ejemplo asegurándose de que las superficies de colada sean perfectamente planas y, si es necesario, haciendo que las superficies de colada converjan ligeramente hacia la salida de la cavidad de colada, de manera que se mantenga la presión de contacto a medida que la losa de metal se enfría y se contrae. En contraste con tales técnicas de moldeo convencionales, y con la limitación natural o convencional de la capacidad de las superficies de colada para eliminar el calor del metal, las realizaciones de la presente invención tratan de cambiar el patrón convencional de eliminación de calor a lo largo de la cavidad de colada proporcionando una zona separada tanto de la entrada como de la salida, en la que la capacidad de la/s superficie/s de colada para eliminar el calor se ve reducida adicionalmente. Esto puede hacerse, por ejemplo, afectando el patrón convencional de enfriamiento o de eficiencia de contacto. Dicho de otra manera, las velocidades de extracción de calor a lo largo de una cavidad de colada en general están destinadas a estar a un máximo en cualquier punto a lo largo de la cavidad, a pesar de que las velocidades puedan variar de un punto a otro debido a los diferenciales de temperatura y a los cambios naturales en la eficiencia de contacto. Las realizaciones de la presente invención proporcionan una zona en la que se reduce el flujo de calor en comparación con el máximo flujo de calor alcanzable en esa zona cuando se lleva a cabo la colada en el mismo equipo de colada bajo las mismas condiciones de colada, pero sin influencia de la presente invención. Una ventaja de esto es un aumento inesperado en la eficiencia general de eliminación de calor del metal que se está colando.

Como se ha mencionado, pueden proporcionarse zonas con una extracción de calor reducida en una o ambas superficies de colada. Si se proporcionan tales zonas en ambas superficies de colada, las zonas pueden tener el mismo tamaño (en la dirección de colada) y estar posicionadas a la misma distancia a lo largo de la cavidad de colada, pero esto no es necesario. De hecho, si la temperatura de la losa no es simétrica sobre su plano central horizontal (lo que a menudo es el caso dada la tendencia de la gravedad a mantener el contacto preferencial del metal con la correa inferior), entonces no hay razón para hacer que la extracción de calor reducida sea simétrica sobre ese mismo plano. Por el contrario, puede resultar más deseable contar con una longitud o posición diferente de la zona de flujo de calor reducida sobre la correa superior en comparación con la correa inferior, por ejemplo para tratar de igualar los efectos de dicha reducción de flujo de calor en ambos lados de la losa de colada.

La/s zona/s de flujo de calor reducido puede/n extender la zona plenamente a lo ancho de la cavidad de colada, o sólo parcialmente a través de la misma. Teóricamente, la velocidad de extracción de calor deberá ser la misma en toda la anchura de la máquina de colada, pero, en la práctica, esto no es así, como se demuestra por la existencia de un perfil de temperatura de salida de losa desigual. Sin embargo, por simplicidad de la operación, sería preferible reducir el flujo de calor uniformemente a través de toda la anchura de la máquina de colada.

Parece que la reducción de la capacidad de las superficies de colada en las zonas indicadas aumenta la temperatura de superficie de la losa en la zona de flujo de calor reducido, y en teoría este aumento de temperatura activa el aumento en el flujo de calor más abajo en la cavidad en la dirección de la colada. Como poco, la temperatura de la superficie podrá simplemente no caer tan rápidamente como lo haría de otro modo (sin modificación del flujo de calor), lo que de nuevo lleva a un aumento del flujo de calor más abajo en la cavidad.

En el caso de una máquina de colada de correas gemelas, la zona de flujo de calor reducido de la/s superficie/s de colada puede producirse mediante el desplazamiento de las toberas de refrigeración de la correa de soporte con respecto al plano central de la cavidad de colada en la zona deseada. Un desplazamiento eficaz de las toberas puede ser tan leve como 0,5 mm, y preferentemente será de aproximadamente 1 mm ($\pm 25\%$). En la práctica, el intervalo efectivo dependerá de la relación física entre las toberas y la correa. Si se desplazan las toberas demasiado, pueden llegar a perder su capacidad de influir en la correa y cambiar su ruta, y por lo tanto de impartir efecto adicional alguno sobre la reducción del flujo de calor. Por otra parte, la estabilidad del movimiento de la correa puede verse afectada debido a la falta de soporte efectivo. El grado en el que se desplazan las toberas normalmente produce un movimiento más pequeño de la superficie de correa con respecto al plano central, por ejemplo un desplazamiento de 1 mm de las toberas puede producir un movimiento de la superficie de la correa de sólo 0,4 a 0,5 mm. En general, el desplazamiento de las toberas deberá ser eficaz para producir una reducción deseable del flujo de calor a través de la superficie de la correa, pero no más de lo necesario para lograr este efecto. Esto puede variar de un diseño de máquina de colada / tobera a otro, y puede determinarse por simple ensayo y experimentación.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describen en más detalle ejemplos de realización de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Fig. 1 es una vista lateral esquemática de una máquina de colada de correas gemelas con la que pueden emplearse ejemplos de realización de la presente invención;

La Fig. 2 es una vista en planta superior parcial de la correa de colada inferior del aparato de la Fig. 1, mostrándose la correa de colada parcialmente retirada para revelar toberas de refrigeración y soporte debajo de

la correa;

La Fig. 3A es una vista lateral de una única tobera de refrigeración y soporte del tipo mostrado en la Fig. 2, y la Fig. 3B es una vista en planta superior de la misma;

5 La Fig. 4 es una vista lateral parcial simplificada de una cavidad de colada del tipo mostrado en la Fig. 1, que incluye toberas de refrigeración y soporte de correa de colada como se muestra en las Figs. 3A y 3B, de acuerdo con una realización de la invención;

10 La Fig. 5 es una representación simplificada de una cavidad de colada que muestra ubicaciones preferidas de zonas con capacidad reducida para extraer el calor del metal colado en la cavidad;

15 La Fig. 6 es un gráfico que muestra las temperaturas de salida en posiciones a través de losas de colada que salen de la cavidad de colada bajo las condiciones de ensayo explicadas en la siguiente sección titulada Ejemplos;

20 La Fig. 7A es un gráfico que muestra los resultados de flujo de calor a través de la correa superior de una máquina de colada de correas gemelas, a varias distancias a lo largo de la cavidad de colada para tiradas de colada, en el que se variaron las posiciones de los soportes de las correas de colada en diferentes zonas de la cavidad de colada, y la Fig. 7B es un gráfico similar que muestra el flujo de calor a través de la correa inferior para las mismas tiradas de colada, bajo las condiciones explicadas en la siguiente sección titulada EJEMPLOS.

Descripción detallada

25 Con referencia a los dibujos adjuntos, en la Fig. 1 se muestra una vista lateral simplificada de una máquina de colada de correas gemelas como un ejemplo de un aparato con el que pueden relacionarse realizaciones de la presente invención. Debe tenerse en cuenta que la siguiente descripción de una máquina de colada de correas gemelas se proporciona sólo a modo de ejemplo, y que las realizaciones de la invención pueden relacionarse con otros tipos de máquinas de colada, por ejemplo lingoteras giratorias, máquinas de colada de rodillos gemelos, y
30 similares.

La máquina de colada de correas gemelas mostrada en la Fig. 1 incluye un par de bandas metálicas termoconductoras, elásticamente flexibles, que forman unas correas 10 y 11 de colada sinfín superior e inferior cada una de las cuales tiene unas superficies 10a y 11a de colada exteriores, respectivamente, y unas superficies 10b y 11b interiores o traseras, respectivamente. Estas correas giran definiendo trayectorias en bucle en las direcciones mostradas por las flechas A y B de modo que, al atravesar una zona en la que las superficies de colada queden situadas cercanas entre sí (es decir, formando una sección opuesta estrechamente espaciada), las superficies 10a y 11a de colada de las correas definen entre las mismas una cavidad 12 de colada que se extienda desde una entrada 13 de metal fundido hasta una salida 14 de descarga losa sólida. La cavidad 12 de colada tiene una altura uniforme a lo largo o se estrecha ligeramente en la dirección desde la entrada 13 a la salida 14. Las correas 10 y 11, respectivamente, están accionadas y giradas en sentido contrario la una de la otra por unos rodillos 15 y 16 de accionamiento grandes, sólo para volver a acercarse una a otra en la entrada 13, después de pasar alrededor de unas estructuras de soporte curvas, mostradas respectivamente con los números 17 y 18. Se proporcionan unas estructuras 19 y 20 de soporte de carro para la respectivas correas 10 y 11, mientras que los rodillos 15 y 16 de accionamiento están soportados y conectados de manera adecuada a unas unidades de motor adecuadas, todo por
45 medios bien conocidos.

El metal fundido 22 se suministra a la cavidad 12 de colada a través de la entrada 13 por cualquier medio adecuado, por ejemplo desde una canaleta o artesa 21 a la que se suministre de manera continua metal fundido desde un horno, o por medio de un inyector de metal fundido, por ejemplo del tipo divulgado en la patente Estadounidense 6.725.904, concedida a Desrosiers y otros el 27 de abril de 2004 (cuya divulgación se incorpora específicamente en el presente documento por referencia). A medida que el metal fundido en la cavidad 12 de colada se mueve junto con las correas, se enfría y solidifica de forma continua, desde el exterior hacia el interior, por su contacto con las superficies enfrentadas 10a y 11a de colada de las correas, de modo que de manera continua se expulsa y retire una losa 23 de colada sólida de longitud indefinida desde la salida 14 de la cavidad de colada. Se proporciona un aparato adicional (no mostrado, a excepción de unos rodillos 24 de arrastre de soporte) para el posterior procesamiento de la losa en formas convencionales.

60 En la zona de la cavidad 12 de colada, las superficies interiores 10b y 11b de las correas de colada, es decir las superficies laterales opuestas a las superficies de colada, se enfrían por contacto con un refrigerante para que pueda eliminarse el calor del metal a través de las superficies 10a y 11a de colada. Unos medios convenientes tanto para soportar como enfriar las superficies interiores de las correas pueden tomar la forma de una serie de "almohadillas" refrigerantes que contengan pasos para el refrigerante a presión, por ejemplo agua, que conduzcan a múltiples toberas de salida dispuestas de manera que cubran la zona de cada almohadilla refrigerante encaráda hacia la superficie interior de cada correa. Hay una ligera separación entre las almohadillas refrigerantes y las superficies interiores adyacentes de las correas provocada por la emisión a presión del refrigerante desde las
65

toberas. En consecuencia, entre las caras de toberas y las superficies interiores de las correas fluyen chorros de refrigerante líquido para crear una acción de enfriamiento eficiente. A continuación se transporta a distancia el refrigerante a través de medios de descarga adecuados. Un ejemplo de toberas adecuadas para este propósito son aquellas que tienen una cara de soporte de correa generalmente plana de contorno hexagonal, por ejemplo como se describe en la Patente Estadounidense 4.193.440, concedida a Thorburn y otros el 18 de marzo de 1980 (cuya descripción se incorpora específicamente en el presente documento por referencia).

Una disposición adecuada de este tipo se muestra en la Fig. 2, que es una vista en planta parcial desde abajo mirando hacia arriba a la correa superior 10 de colada de la Fig. 1 en la zona de la entrada 13 (la correa inferior 11 se ha omitido de esta vista por claridad). La correa 10 se muestra parcialmente retirada para revelar la estructura superior. En la entrada 13, se proporcionan dos toberas 25 de refrigeración y soporte alargadas encima de la cinta 10. Estas toberas están dispuestas transversalmente a la dirección 26 de colada del aparato y cada una está provista de una ranura central 27 estrecha a través de la cual se expulsa el agua de refrigeración a presión para proporcionar refrigeración, soporte y lubricación a la correa suprayacente 11. Las toberas 25 están separadas ligeramente entre sí para formar un espacio estrecho 28 a través del cual puede fluir el agua de refrigeración cuando ha dejado las superficies de tobera. Inmediatamente después de las toberas transversales 25, en la dirección de colada, se encuentra una matriz de toberas hexagonales 30 agrupadas estrechamente en una disposición en forma de panel, pero aún así separadas ligeramente entre sí para proporcionar huecos estrechos 31 necesarios para la eliminación de líquido refrigerante. Esta matriz de toberas forma una almohadilla de refrigeración y soporte para la correa 10. Un ejemplo de una tobera hexagonal 30 individual se muestra con más detalle en la vista lateral de la Fig. 3A y en la vista en planta de la Fig. 3B, junto con la estructura inmediatamente circundante. Estas figuras ilustran una tobera utilizada para soportar y enfriar la correa inferior 11 de colada, aunque las toberas para la correa superior 10 son iguales, excepto como por lo descrito a continuación. La tobera 30 tiene una cara hexagonal 32 horizontal provista, como se muestra en la Fig. 3B, de una ligera depresión circular 33 bombeada hacia dentro, hacia una abertura central 34 que forma el extremo exterior de un taladro interno 35 axial proporcionado para suministrar líquido refrigerante a presión a la cara hexagonal 32. La cara 32 forma la superficie superior de una estructura 36 de cabeza que se estrecha hacia dentro hasta un vástago integral 37 a través de un collar integral 29 en la cabeza del vástago. Un anillo circundante 38 de tope ampliado está situado debajo del collar para enganchar por debajo una placa 39 de tope asegurada a parte de la estructura 20 de soporte de carro adyacente. Esto limita la extensión del movimiento de la tobera 30 hacia la correa 11 de colada suprayacente. El vástago 37 es recibido de manera verticalmente deslizante y giratoria dentro de un paso 40 proporcionado en la estructura 20. El vástago 37 tiene un surco circundante 41 para recibir una junta tórica 42 elastomérica adyacente al extremo inferior del vástago. Un resorte helicoidal 43 de soporte está situado por debajo del vástago 37 de manera que la tobera 30 pueda moverse ligeramente hacia el interior para evitar daños si se ve sometida a una fuerza inusual por parte de la correa 11 durante el funcionamiento, al tiempo que normalmente queda sujeta firmemente contra la placa 39 de tope y por lo tanto a una distancia fija de la correa. Al paso 40 se suministra líquido refrigerante a una presión adecuada desde una extensión estrecha 45, y el refrigerante fluye a presión a través del taladro 35 en la tobera hasta la cara hexagonal 32. La superficie interior 11b de la correa de colada, por tanto, está soportada y enfriada por la tobera 30 y por una fina película de líquido refrigerante que fluye sobre la cara exterior 32 de la tobera.

La Fig. 4 es una vista lateral parcial en sección transversal de una zona media de la cavidad de colada y de las correas de colada de la Fig. 1 empleando el equipo de soporte y refrigeración de la Fig. 2, habiendo sido tomada la sección transversal en un plano vertical orientado en la dirección 26 de colada. La figura está ligeramente simplificada en tanto que muestra todas las toberas 30 alineadas en el mismo plano vertical (es decir, el plano del papel), mientras que, como será evidente a partir de la Fig. 2, en este punto de vista las toberas adyacentes están colocadas de hecho al tresbolillo ligeramente hacia el observador y alejándose del mismo y deberían mostrarse con un ligero solapamiento. La Fig. 2 pone de relieve, por medio de sombreado, dos filas transversales adyacentes de toberas 46 y 47 en una zona 50 de la cavidad de colada. Como se muestra en la Fig. 4, las toberas 30 que forman estas filas 46 y 47 por encima de la cinta 10 de colada tienen unos collares 29 mucho más cortos que las toberas de las otras filas, tanto por encima de la correa 10 de colada como por debajo de la correa 11 de colada. Los collares más cortos hacen que las caras hexagonales 32 de estas toberas estén situadas más lejos del plano convencional de la correa 10 de colada que las caras hexagonales de las otras toberas. A medida que la correa 10 atraviesa estas dos filas, es arrastrada hacia las toberas en esta zona y por lo tanto se ve presionada menos firmemente contra el metal 22 en la cavidad 12 de colada y puede moverse, dependiendo de la flexibilidad de la correa y de otros factores, y alejarse temporalmente del metal tal como se muestra (de manera exagerada) en la figura. Las toberas en el lado aguas abajo de las filas 46 y 47 en la dirección de colada soportan de nuevo totalmente la correa y hacen contacto completo con el metal, como se muestra. Por lo tanto, la zona 50, en la que las caras hexagonales 32 de las toberas están desplazadas ligeramente con respecto al plano 49 de la cavidad de colada, está situada entre dos zonas 51 y 52, respectivamente aguas arriba (más cerca de la entrada 13) y aguas abajo (más cerca de la salida 14) de la cavidad de colada, siendo todas las caras 32 de las toberas generalmente coplanares y estando posicionadas firmemente en contacto con la superficie interior 10b de la correa (excepto por la separación creada por el refrigerante que pasa a presión sobre las superficies de las toberas).

La capacidad de la superficie 10a de colada de la correa para eliminar el calor del metal 22 se ve reducida por el efecto de prensado reducido causado por el desplazamiento de las toberas 30 en la zona 50 en comparación con la de las zonas adyacentes 51 y 52. Se ha observado que el efecto sobre la capacidad de la superficie 10a de colada

para extraer calor del metal en la cavidad de colada se reduce rápidamente a medida que aumenta el desplazamiento con respecto al plano central 49 de la cavidad, pero más allá de cierta distancia de desplazamiento, puede obtenerse poca o ninguna reducción adicional de extracción de calor. Se teoriza que el efecto de enfriamiento de las correas de colada deja de ser evidente una vez que las correas se mueven cierta distancia con respecto al metal. En general, se ha observado que es suficiente desplazar las toberas 30 tan poco como 1 mm, y más preferentemente 0,5 mm, con respecto al plano de las caras de tobera en las zonas adyacentes. Un desplazamiento mínimo también resulta ventajoso porque el movimiento de la correa de colada puede llegar a ser inestable si se desplazan las toberas en mayor grado. En general, todo las caras de tobera restantes se sujetan coplanares en la medida de lo posible, tanto para la correa superior como para la correa inferior de colada, de modo que cada uno de los límites superior e inferior de la cavidad 12 de colada sea esencialmente planar en todas las demás zonas de la cavidad, a pesar de que los límites superior e inferior se pueden hacer converger ligeramente en la dirección aguas abajo para compensar la contracción del metal 22 a medida que se enfría y solidifica.

El desplazamiento de las caras 3 de tobera en las filas 46, 47 reduce la capacidad de la superficie 10a de colada para eliminar calor del metal adyacente 22 dentro de la zona 50, es decir se reduce el flujo de calor a través de la correa 10 con respecto a lo que de otro modo sería en esta zona si se mantuvieran las caras de tobera en el mismo plano que las de las otras toberas. Se teoriza que esta reducción temporal de la capacidad de la superficie 10a de colada para eliminar el calor del metal hace que aumente la temperatura de la superficie exterior adyacente del metal 22, en esta zona y en una zona inmediatamente posterior, dado que el calor puede transferirse desde el centro del metal colado hacia la superficie sin que la superficie 10a de colada elimine inmediatamente el calor. Por lo tanto, cuando esta parte del metal se mueve aguas abajo a la zona adyacente 52, en la que la correa de colada está en contacto firme con la superficie del metal, hay un mayor diferencial de temperatura entre la superficie del metal y la superficie 10a de colada de lo que de otro modo hubiera sido el caso. Este mayor diferencial de temperatura hace que pueda extraerse el calor más eficientemente en la zona 52 aguas abajo de la cavidad de colada de lo que de otro modo hubiera sido el caso. Sorprendentemente, esta reducción y posterior aumento de la velocidad de extracción de calor (es decir el flujo de calor) da como resultado una notable mejora de la eficiencia global del procedimiento de colada en comparación con un procedimiento de colada equivalente llevado a cabo sin desplazamiento de las caras de tobera en ninguna zona de la cavidad de colada. Por consiguiente, la losa de metal sale de la cavidad de colada a una temperatura más baja que en el procedimiento de colada convencional equivalente, lo que significa que puede reducirse la longitud total de la cavidad de colada y / o que puede aumentarse la velocidad de colada para restaurar la temperatura de salida de la losa de metal al mismo valor que en el procedimiento convencional equivalente. Esto puede generar ahorros en la fabricación de equipos, en el tiempo de colada y, posiblemente, en el uso de refrigerante.

Aumentando o disminuyendo el número de filas de toberas que presentan el desplazamiento aumentado, puede variarse el tamaño de la zona 50 (es decir, la distancia que se extiende en la dirección de colada). Del mismo modo, mediante la variación de la elección de las filas particulares en las que se proporciona el desplazamiento, se puede cambiar la posición de la zona 50 a lo largo de la cavidad de colada. Además, al optar por desplazar las toberas adyacentes a la correa superior 10 (como se muestra) y / o a la correa inferior 11, se puede variar el flujo de calor ya sea a través de la superficie superior y / o de la superficie inferior de la losa de metal colada. Se ha observado que en general el tamaño de la zona de desplazamiento (distancia en la dirección de colada) puede ser efectivamente del 10 al 50 % de la longitud total de la cavidad de colada (distancia desde la entrada hasta la salida), y preferentemente del 10 a 20 % de la longitud de la cavidad. En cuanto al posicionamiento de la zona 50, preferentemente no deberá comenzar tan cerca de la entrada a la cavidad que la "corteza" de metal solidificado que se forma sobre las superficies exteriores del metal vuelva a fundirse bajo la influencia del calor proveniente del interior, ya que esto puede hacer que un patrón de tipo ondulado indeseable se forme en la superficie de la losa de metal. Por otro lado, si la zona 50 está situada demasiado cerca de la salida de la cavidad, el efecto de recalentamiento desde el interior de la losa puede ser demasiado leve para recalentar la superficie de la losa en la medida deseada, ya que entonces el metal del interior puede estar muy frío. En general, la zona se encuentra en el 1/2 central de la cavidad, más preferentemente en el 1/5 central de la cavidad. Esto se ilustra en la Fig. 5, que muestra una representación de una cavidad 12 de colada que tiene una longitud "L" con un punto central "C" a medio camino a lo largo de la cavidad en la dirección de colada. La zona 50 con toberas desplazadas está centrada preferentemente en el punto medio "C" y se puede extender entre un quinto de "L" hasta una mitad de "L", como se muestra.

Como se ha señalado, la zona 50 de toberas desplazadas puede proporcionarse sólo para una o para ambas de las correas de colada. Cuando las toberas de ambas correas presentan desplazamientos, pueden estar situadas a la misma distancia a lo largo de la cavidad de colada y presentar las mismas longitudes, o pueden tener diferentes posiciones y / o longitudes. Si la temperatura de la losa no es simétrica sobre su plano central 49 horizontal (lo que a menudo es el caso, dada la tendencia de la gravedad a mantener un contacto más firme del metal con la correa inferior y por lo tanto mayor flujo de calor), no hay razón de peso alguna para hacer que la variación del flujo de calor sea simétrica sobre de este plano. Por el contrario, puede ser mejor variar la posición y la longitud de la zona 50 de desplazamiento para las correas superior e inferior con el fin de alcanzar la misma velocidad de mejora del flujo de calor a cada lado de la losa. Además, la zona 50 de toberas desplazadas puede extenderse completamente a través de la anchura de la cavidad de colada (la dirección transversal a la dirección de colada) o sólo parcialmente a través de la misma. En la práctica, la velocidad de extracción de calor varía a través de la anchura de la cavidad de colada,

por lo que puede hacerse que la zona 50 se extienda sólo parcialmente a través de la cavidad de colada y esté posicionada para igualar el flujo de calor a través de la losa tanto como sea posible. Sin embargo, para facilitar la implementación, resulta preferible hacer que la zona se extienda por completo a lo ancho de la cavidad de colada.

- 5 En el aparato de colada, las toberas pueden estar desplazadas de forma permanente en la zona de 50, o parte de las toberas (por ejemplo, las de las zonas centrales) o todas ellas pueden ser ajustables, para que pueda desplazarse parte de las mismas con respecto a las demás cuando se desee y en el grado deseado de acuerdo con determinadas condiciones de colada o metales en proceso de colada. Proporcionando toberas 30 con collares 29 de diferentes longitudes se consigue un desplazamiento permanente. Puede conseguirse un desplazamiento ajustable, por ejemplo, proporcionando en algunas de las toberas collares telescópicos de longitud ajustable y proveyendo a tales toberas de medios mecánicos o hidráulicos para ajustar las longitudes de tales collares cuando se desee.

15 En el ejemplo de realización anterior, las superficies de colada en la zona 50 están provistas de una capacidad reducida para extraer el calor del metal en la cavidad de colada mediante el desplazamiento de las posiciones de las toberas de soporte y refrigeración, pero puede lograrse de formas alternativas una reducción de la capacidad para extraer el calor. Por ejemplo, puede reducirse o incluso anularse el flujo de refrigerante a través de las toberas en la zona afectada 50, en comparación con el de las otras zonas. Aunque la anulación completa del flujo de refrigerante es posible, en general no es deseable debido al aumento de la fricción entre la correa y la cara de la tobera que podría producirse entonces. Adicionalmente, un cambio en la presión de suministro del refrigerante, o en la presión interna del aparato, puede afectar el grado de elevación de la correa de colada con respecto a la superficie de soporte de la tobera afectada. Otra alternativa consiste en elevar la temperatura del refrigerante en la zona afectada en comparación con la de las otras zonas. Una alternativa adicional es aislar del refrigerante la correa de colada, por ejemplo, mediante la introducción de un gas entre la correa de colada y el refrigerante.

- 25 Los siguientes EJEMPLOS se proporcionan para ilustrar adicionalmente la invención. Sin embargo, no deben ser considerados como limitativos del alcance general de la presente invención en modo alguno.

Ejemplo 1

30 Se llevaron a cabo experimentos en una máquina de colada de correas gemelas a escala de laboratorio (denominada "TB2"). La máquina de colada tenía un diseño general como se muestra en las Figs. 1 y 2, y tenía una cavidad de colada con una longitud similar a las de las máquinas de colada de correas gemelas a escala comercial; sin embargo, la anchura de las correas de colada era más pequeña que la de las máquinas de colada comerciales. La máquina de colada estaba provista de toberas con un diseño especial que permitía ajustar todas las toberas de refrigeración para cambiar su separación de desplazamiento con respecto a la cavidad de colada de manera que pudieran evaluarse los efectos del aumento del desplazamiento en diferentes zonas o para diferentes tamaños de zona. La temperatura de salida de la losa se midió utilizando cinco termopares de contacto espaciados a través de la parte inferior de la losa emergente cerca de la salida de la cavidad de colada. El flujo de calor en la máquina de colada se controló mediante un conjunto termopares de agua de refrigeración.

40 Se realizó un experimento con toberas desplazadas 1 mm en una zona central de la máquina de colada, es decir la segunda y tercera filas de toberas inmediatamente posteriores a las toberas lineales, sobre el carro de la correa superior. Cada fila de toberas hexagonales tenía aproximadamente 3,3 cm de largo (en la dirección de colada). Respetando el intercalado de las filas debido al estrecho agrupamiento, la zona afectada de la máquina de colada fue una banda de aproximadamente 16,2 a 21,6 cm aguas abajo del punto de inyección de metal fundido. Para la comparación, también se llevaron a cabo experimentos en los que se desplazó cada una de las últimas tres filas de toberas de la cavidad de colada 1 mm sobre el carro de la correa superior e inferior, lo que tuvo el efecto de acortar la cavidad de colada aproximadamente 10 cm, dejando una sección de colada paralela (normal) de aproximadamente 50 cm de longitud.

50 La aleación colada en los experimentos tenía una composición nominal de 0,68 % de Si en peso, 0,58 % de Fe en peso, 0,21 % de Cu en peso y 0,77 % de Mn en peso, el resto Al, con un calibre de 10 mm para todos los experimentos. Las correas de colada presentaban superficies granalladas.

- 55 La siguiente Tabla 1 enumera las coladas experimentales en su orden de finalización y las correspondientes configuraciones de toberas.

TABLA 1

COLADA N.º	LOCALIZACIÓN DE TOBERAS DEPRIMIDAS	FLUJO DE CALOR(MW/m ²) INDICADO EN EXTREMO DELANTERO	INTERVALO DE TEMPERATURA ¹ DE SALIDA A 3 m/min (° C)
921	Línea de base	6/7	410-475
922	Línea de base	5,5/7	455-480

COLADA N.º	LOCALIZACIÓN DE TOBERAS DEPRIMIDAS	FLUJO DE CALOR(MW/m ²) INDICADO EN EXTREMO DELANTERO	INTERVALO DE TEMPERATURA ¹ DE SALIDA A 3 m/min (° C)
923	Últimas tres filas, Carro inferior	4,0/3,1	445-500
924	Últimas tres filas, Carro superior	8,4/4,5	420-470
925	Línea de base	3,4/3,0	410-460
926	Línea de base	6,1/4,5	390-440
927	Línea de base	6,7/5,5	425-480
928	Últimas tres filas, Carro inferior	6,7/4,9	455-485
929	Dos filas tras lineales, Carro superior	4,4/3,9	285-350
¹ superficie inferior, antes de rodillo de arrastre			

La Fig. 6 es un gráfico que muestra las temperaturas de salida medidas a través del ancho de la losa en cada caso. En el dibujo, "OS" significa el lado del operador (de la máquina de colada), "CL" significa línea central y "DL" significa unidad de accionamiento (lado de la máquina de colada). Además, "TC" significa termopar, y "TC#1", "TC#2",... etc. se refieren a los termopares agrupados a través de la losa emergente desde el "OS" hasta el "DS".

Como puede observarse en la Tabla 1 y la Fig. 6, el intervalo de temperatura de salida para el experimento en el que las filas de la parte central de la cavidad de colada estaban deprimidas (tirada 929) fue sorprendentemente mucho más bajo que el de cualquiera de los otros experimentos, incluyendo ambas tiradas de línea de base (sin depresión en ninguna de las toberas) y las tiradas en las que estaban deprimidas las toberas de salida. Esta última modificación no pareció tener mucho efecto sobre las temperaturas de salida.

Las Figuras 7A (correa superior) y 7B (correa inferior) de los dibujos adjuntos son gráficos que ilustran los perfiles de flujo de calor de las correas superior e inferior en la longitud completa del centro de la máquina de colada, incluyendo la colada durante la cual las dos primeras filas de toberas hexagonales (aproximadamente un tercio de la distancia a lo largo de la cavidad de colada) estaban deprimidas en el carro superior. Como podría esperarse, el flujo de calor de la correa superior se redujo en la zona en la que las toberas desplazadas del carro de correa superior tiraban de la correa de colada lejos del plano normal de la correa. Sorprendentemente, los flujos de calor en la zona siguiente a aquella en la que las toberas estaban deprimidas aumentaron significativamente, tanto en la correa superior como en la inferior. La Fig. 7A muestra que alrededor de un 60 % de reducción en la eliminación de calor en la zona de las toberas desplazadas llevó a un aumento de aproximadamente tres veces en la eliminación de calor en la zona inmediatamente posterior. Este es un resultado muy sorprendente. El efecto de desplazamiento de las toberas en el extremo de la cavidad de colada tuvo un efecto menos pronunciado.

25 Efecto de Toberas Deprimidas en Forma de Cavidad de Máquina de Colada

En general, se observó que la instalación de las toberas deprimidas (desplazadas 1 mm) cerca del centro de la máquina de colada aumentó el hueco entre las dos correas de colada cerca de 0,4 mm en la zona con las toberas deprimidas, regresando la correa a su elevación normal tras pasar el área con las toberas deprimidas.

En el extremo de salida de la máquina de colada, el efecto de las toberas deprimidas era más pronunciado. En el borde delantero de la zona deprimida, el hueco entre las correas de colada se incrementó en los mismos 0,4-0,5 mm. Sin embargo, dado que las últimas filas de toberas estaban situadas inmediatamente antes de la "interrupción" en el recorrido de las correas (donde las correas normalmente divergen de forma significativa), el cambio en el hueco entre las correas era más pronunciado en la sección aguas abajo que allí donde estas toberas estaban deprimidas. El efecto general fue la disminución de la longitud efectiva de la cavidad de colada como si se hubiera adelantado la interrupción en la trayectoria de las correas de colada.

El efecto sobre el tamaño de la cavidad al deprimir las toberas en la salida del carro superior fue el mismo que al deprimir las toberas en la salida del carro inferior.

Ejemplo 2

Los resultados descritos en el Ejemplo 1 se lograron mediante la modulación del flujo de calor en parte de la máquina de colada ajustando mecánicamente las elevaciones de las toberas en esa zona, para evitar que la correa hiciera contacto con la losa en proceso de colada. Sin embargo, existen otros medios para lograr el mismo resultado

o resultados similares sin recurrir a medios mecánicos, como se ilustra en este Ejemplo hipotético.

5 La máquina de colada anteriormente descrita incluye una pluralidad de toberas de refrigeración por debajo de las
correas de colada que suministran agua a alta presión para enfriar y posicionar las correas de colada. La aplicación
del agua de refrigeración, su presión de suministro y la distribución y presión interna mantenida dentro de la máquina
de colada son parámetros de proceso que determinan la velocidad del agua de refrigeración a través de la cara
interior de cada correa de colada, y por lo tanto la elevación de la correa y la velocidad de extracción de calor. Estos
parámetros se controlan de manera convencional para toda la máquina de colada, ya que no se ha considerado
rentable modificar una máquina existente para operar de una manera tal que parte de la matriz de toberas pudiera
10 operarse con diferentes condiciones de presión / flujo que en el resto de la máquina.

Sin embargo, en este Ejemplo, la máquina de colada convencional se ha modificado para proporcionar distribución
en zonas de la matriz de toberas de refrigeración para al menos una de las correas de colada, es decir se
proporcionan diferentes zonas en las que los parámetros anteriores se controlan de forma independiente. Por lo
tanto, el aparato tiene una parte central de la matriz de refrigeración, similar a la descrita en el ejemplo anterior,
operada sucesivamente con unas condiciones reducidas de presión del agua, flujo del agua y velocidad del agua. El
ajuste de estos parámetros proporciona el efecto de reducir localmente la velocidad de extracción de calor y de
lograr el mismo efecto sobre la temperatura de salida final y la condición de la losa que el obtenido al mover las
toberas en el Ejemplo 1. Las modificaciones a la presión interna de la máquina de colada a nivel local, también
20 lograrán el mismo resultado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para colar de manera continua una losa de metal, que comprende:

- 5 a. introducir de manera continua metal fundido en una entrada (13) de una cavidad (12) de colada definida entre unas superficies de colada enfrentadas y separadas que avanzan en una dirección de la colada;
- b. proporcionar dicha superficies de colada con la capacidad de eliminar el calor de dicho metal fundido en dicha cavidad (12) de colada, para hacer que dicho metal fundido se solidifique y por lo tanto forme una losa de metal completa o parcialmente sólida dentro de la cavidad de colada;
- 10 c. descargar de manera continua dicha losa de metal desde dicha cavidad de colada a través de una salida (14) de dicha cavidad (12) de colada; y
- d. reducir dicha capacidad de al menos una de dichas superficies de colada para eliminar el calor del metal,

caracterizado por que

15 en la etapa d dicha capacidad se reduce en una zona de dicha cavidad (12) separada tanto de dicha entrada (13) como de dicha salida (14) y que se extiende transversalmente a dicha dirección de colada, reduciéndose dicha capacidad con respecto a dicha capacidad de dicha al menos una superficie de colada para eliminar el calor de las zonas aguas arriba y aguas abajo inmediatamente adyacentes a dicha cavidad (12) de colada.

20 2. El método de la reivindicación 1, donde cada una de dichas superficies forma un lado de un elemento termoconductor que también tiene un lado opuesto, y dicha capacidad de dichas superficies de colada para eliminar el calor se proporciona mediante el suministro de un refrigerante líquido a dicho lado opuesto del elemento de refrigeración termoconductor.

25 3. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde dicha capacidad de dicha al menos una superficie de colada para eliminar el calor se reduce en dicha zona al permitir a dicha superficie de colada moverse en dicha zona más lejos de un plano central de dicha cavidad (12) de colada que en dichas zonas inmediatamente adyacentes.

30 4. El método de la reivindicación 2, donde que cada elemento termoconductor está soportado por unos soportes que actúan contra dicho lado opuesto, y donde dicha capacidad de dicha al menos una superficie de colada para eliminar el calor adyacente a dicha zona de dicha cavidad (12) de colada se reduce mediante el desplazamiento de dichos soportes en dicha zona, una distancia con respecto a un plano central de dicha cavidad de colada en relación con dichos soportes en dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo, donde dichos soportes en dicha zona se desplazan preferentemente al menos una distancia de 0,5 mm, más preferentemente 1 mm, ± 25 %, con respecto a dichos soportes en dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo.

35 5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde dicha zona tiene una distancia en dicha dirección de colada de un quinto a una mitad de una longitud de dicha cavidad (12) de colada desde dicha entrada a dicha salida, y donde dicha zona está preferentemente centrada en un punto medio de dicha cavidad (12) de colada entre dicha entrada y dicha salida.

40 6. El método de la reivindicación 2, donde dicha capacidad de dicha superficie de colada para eliminar el calor se reduce mediante

- el aumento de la temperatura de dicho refrigerante líquido suministrado a dicha superficie opuesta de dicho elemento en dicha zona, en comparación con el refrigerante líquido suministrado a dicha superficie opuesta en dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo,
- 50 - la reducción de un caudal de dicho refrigerante líquido suministrado a dicha superficie opuesta de dicho elemento en dicha zona, en comparación con un caudal de dicho refrigerante líquido en dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo, o
- el aislamiento parcial de dicho lado opuesto de dicho elemento con respecto a dicho refrigerante líquido en dicha zona, evitando al mismo tiempo dicho aislamiento en dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo.

55 7. Un aparato de colada para colar continuamente una losa de metal a partir de metal fundido, comprendiendo dicho aparato:

- 60 a. unas superficies de colada enfrentadas y separadas que forman entre las mismas una cavidad (12) de colada y adaptadas para su avance en una dirección de colada desde una entrada (13) hasta una salida (14) de la cavidad (12) de colada;
- b. un aparato de alimentación de metal fundido para la introducción de metal fundido en la cavidad (12) de colada a través de dicha entrada (13); y
- 65 c. un equipo de refrigeración para enfriar dichas superficies de colada, permitiendo así a dichas superficies eliminar el calor de dicha cavidad (12) de colada, para de ese modo solidificar dicho metal fundido y formar una

losa de metal completa o parcialmente sólida dentro de la cavidad, estando dicho aparato **caracterizado por que**

- 5 d. dicha cavidad (12) de colada tiene una zona de la misma que se extiende transversalmente a dicha dirección de colada y está separada tanto de dicha entrada (13) como de dicha salida (14) entre las zonas aguas arriba y aguas abajo inmediatamente adyacentes a la cavidad (12) de colada, donde se proporcionan medios para reducir la capacidad de al menos una de las superficies de colada para eliminar el calor de dicho metal fundido o dicha losa de metal en dicha zona, en comparación con la capacidad de dicha al menos una superficie de colada para eliminar el calor de la cavidad (12) de colada dentro de dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas de la misma.
- 10 8. El aparato de la reivindicación 7, donde cada una de dichas superficies forma un lado de un elemento termoconductor que también tiene un lado opuesto, y dicho equipo de refrigeración suministra un refrigerante líquido a dicho lado opuesto del elemento de refrigeración termoconductor.
- 15 9. El aparato de la reivindicación 8, donde cada elemento termoconductor está soportado por unos soportes que actúan contra dicho lado opuesto, y donde dichos soportes están desplazados en dicha zona una distancia con respecto a un plano central de dicha cavidad (12) de colada en relación con dichos soportes en dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo, permitiendo de esta manera que dicha al menos una superficie de colada se aleje más de dicho plano central en dicha zona que en dichas zonas aguas arriba y aguas abajo
- 20 inmediatamente adyacentes, donde dichos soportes en dicha zona se desplazan preferentemente al menos una distancia de 0,5 mm, más preferentemente 1 mm, $\pm 25\%$, con respecto a dichos soportes en dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo.
- 25 10. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde dicha zona tiene una distancia en dicha dirección de colada de un quinto a una mitad de una longitud de dicha cavidad (12) de colada desde dicha entrada a dicha salida, y donde dicha zona está preferentemente centrada en un punto medio de dicha cavidad (12) de colada entre dicha entrada y dicha salida.
- 30 11. El aparato de la reivindicación 8, donde dicho equipo de refrigeración suministra refrigerante líquido a dicho lado opuesto de dicho elemento en dicha zona a una temperatura que es más alta que la temperatura de dicho refrigerante líquido suministrado a dicha superficie opuesta de dicho elemento en dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo.
- 35 12. El aparato de la reivindicación 8, donde dicho equipo de refrigeración incluye un medio de control del flujo para reducir un caudal de dicho refrigerante líquido suministrado a dicha superficie opuesta de dicho elemento de dicha zona, en comparación con un caudal de dicho refrigerante líquido suministrado a dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo.
- 40 13. El aparato de la reivindicación 8, que incluye unos medios por los que dicho lado opuesto de dicho elemento queda al menos parcialmente aislado de dicho refrigerante líquido en dicha zona, pero no en dichas zonas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo.
- 45 14. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, donde dicha capacidad de cada una de dichas superficies de colada para eliminar calor está reducida, siendo dicha zona con capacidad reducida para una de dichas superficies de colada la misma que una zona para otra de dichas superficies de colada.
- 50 15. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, donde dicha capacidad de cada una de dichas superficies de colada para eliminar calor está reducida, siendo dicha zona con capacidad reducida para una de dichas superficies de colada diferente a una zona para otra de dichas superficies de colada.
- 55 16. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, donde dicho aparato de colada es una máquina de colada de metal de correas gemelas.

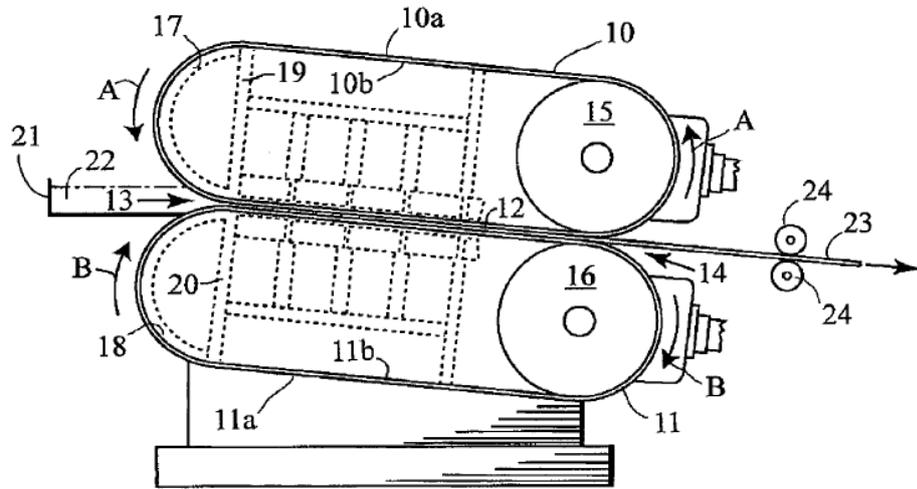


Fig. 1

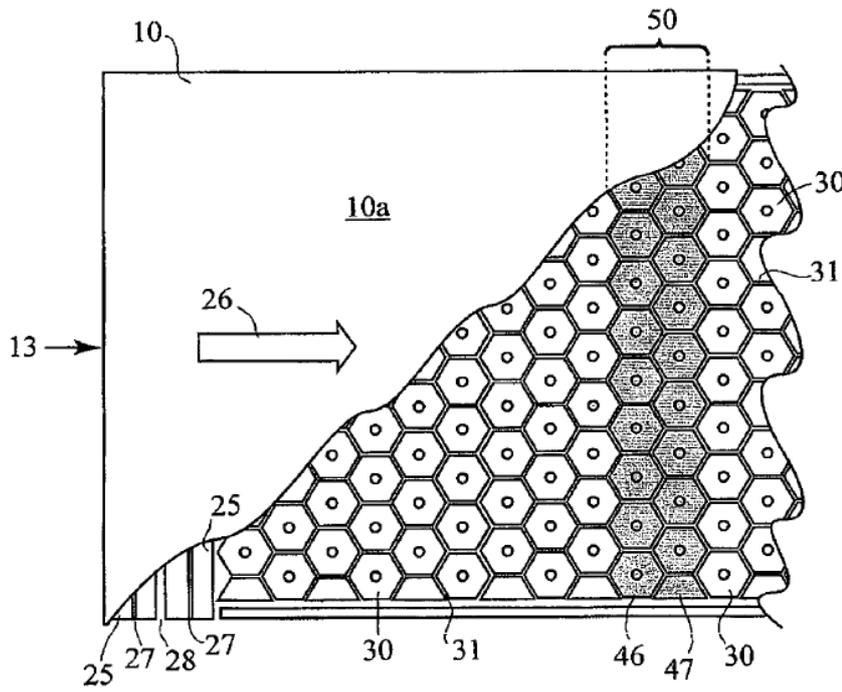


Fig. 2

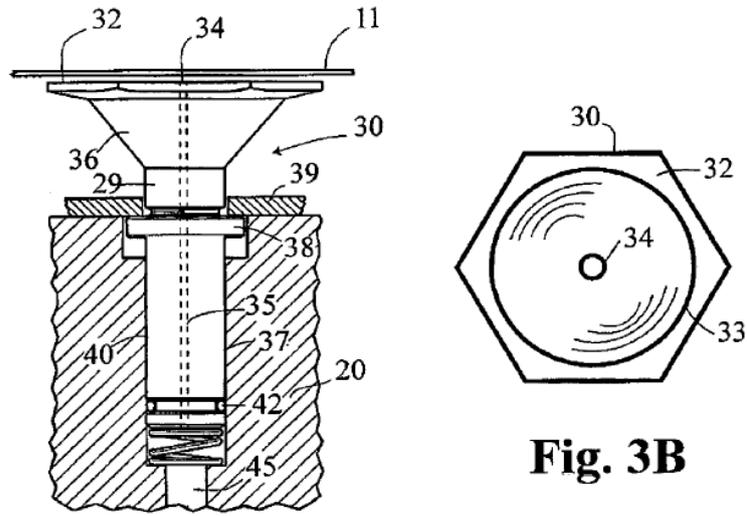


Fig. 3A

Fig. 3B

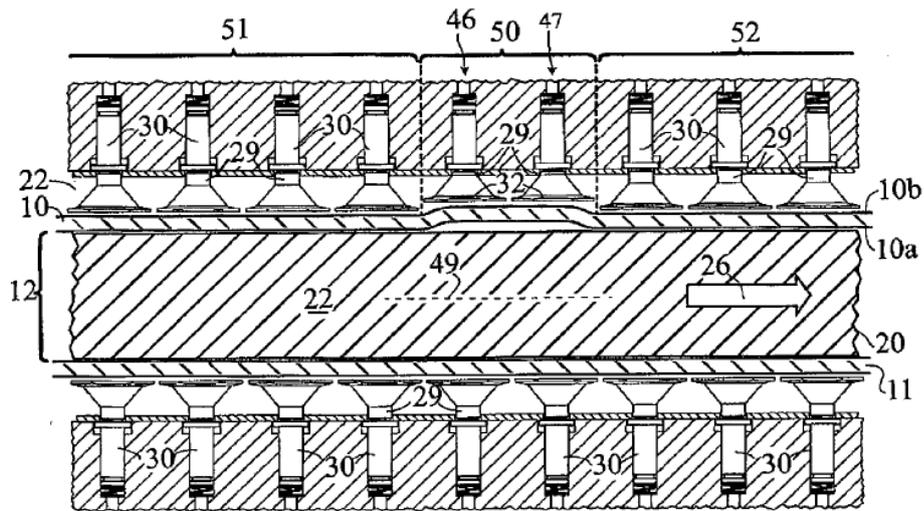


Fig. 4

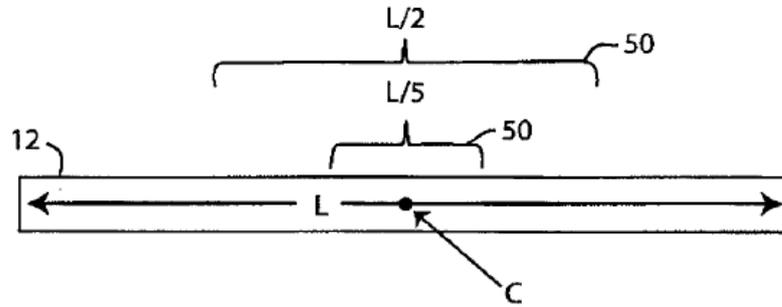


Fig. 5

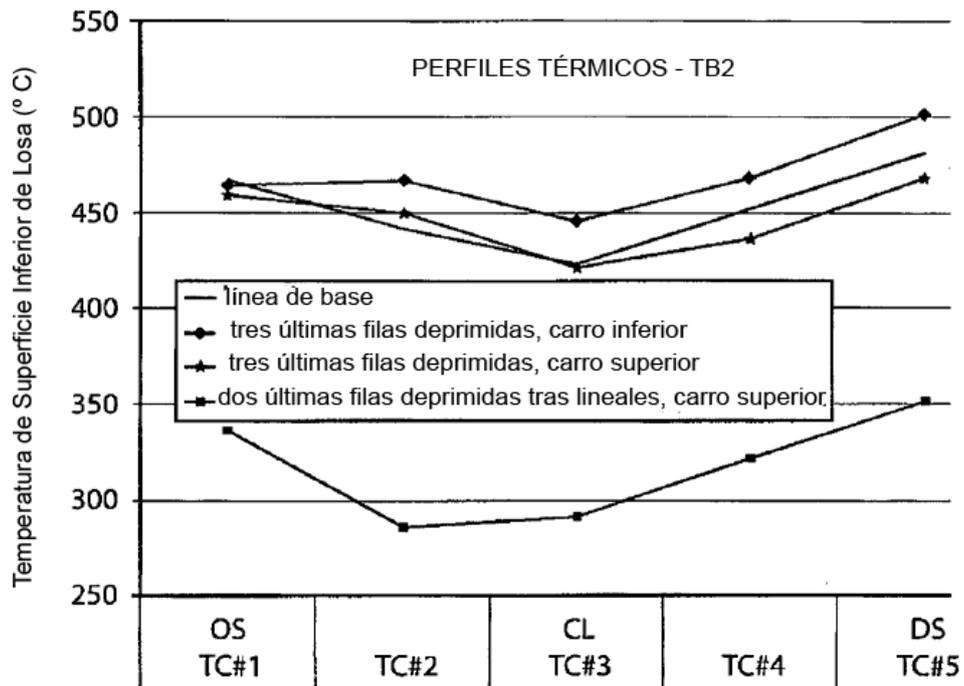


Fig. 6

Fig. 7A

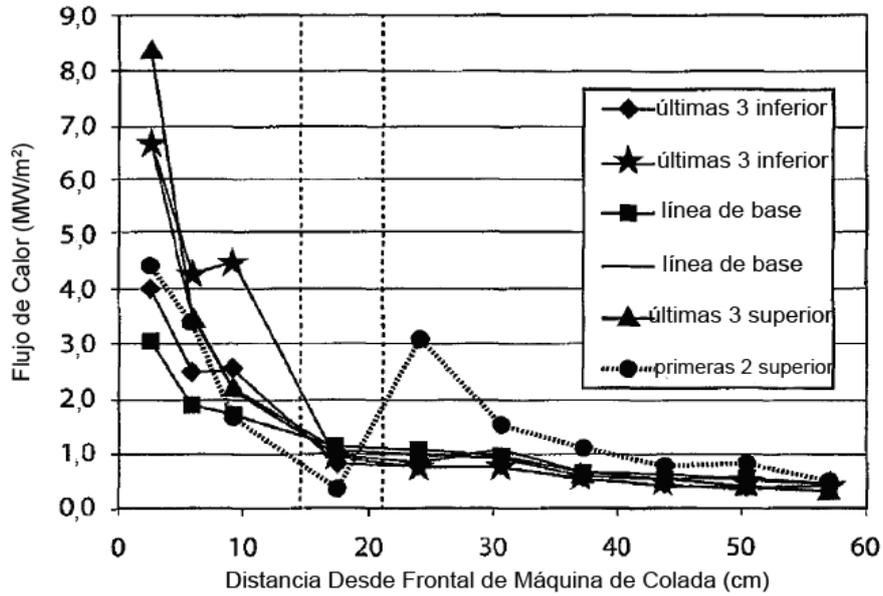


Fig. 7B

