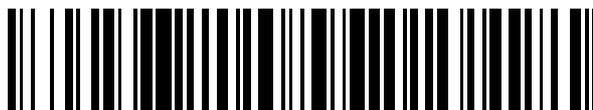


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 849**

51 Int. Cl.:

F27D 3/16 (2006.01)

F27D 3/18 (2006.01)

C21C 5/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.11.2012 PCT/IB2012/056714**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.06.2013 WO13080110**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2012 E 12806161 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016 EP 2786083**

54 Título: **Lanzas refrigeradas de fluido para inyección sumergida superior**

30 Prioridad:

30.11.2011 AU 2011904988

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

27.10.2016

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)
Rauhalanpuisto 9
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**MATUSEWICZ, ROBERT y
REUTER, MARKUS**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 587 849 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

Lanzas refrigeradas de fluido para inyección sumergida superior

5 **Campo de la invención**

Esta invención se refiere a lanzas de inyección sumergida superiores para su uso en operaciones pirometalúrgicas de baño fundido.

10 **Antecedentes de la invención**

La fundición de baño fundido u otras operaciones pirometalúrgicas que requieren la interacción entre el baño y una fuente de gas que contiene oxígeno utilizan varias disposiciones diferentes para el suministro del gas. En general, estas operaciones implican la inyección directa en mata/metal fundido. Esto puede ser por toberas de soplado inferiores como en un tipo de horno Bessemer o toberas de soplado laterales como en un tipo del convertidor Peirce-Smith. Alternativamente, la inyección de gas puede ser por medio de una lanza para proporcionar ya sea el soplado superior o la inyección sumergida. Ejemplos de inyección de lanza de soplado superior son las plantas de fabricación de acero KALDO y BOP en las que el oxígeno puro es soplado desde arriba del baño para producir acero a partir de hierro fundido. Otro ejemplo del proceso de cobre Mitsubishi superior, en el que las lanzas de inyección provocan chorros de inyección de lanza de soplado que contienen oxígeno es provisto por las etapas de conversión de fundición y mata del gas, como aire o aire enriquecido con oxígeno, para incidir y penetrar en la superficie superior del baño, respectivamente para producir y para convertir la mata de cobre. En el caso de la inyección de lanza sumergida, el extremo inferior de la lanza es sumergido de manera que se produce la inyección dentro en lugar de desde arriba de una capa de escoria del baño, para proporcionar la inyección de lanzas sumergidas superiores (TSL), un ejemplo bien conocido de lo que es la tecnología Outotec Ausmelt TSL que se aplica a una amplia gama de procesamiento de metales.

Con ambas formas de inyección desde arriba, es decir, tanto con soplado superior como inyección de TSL, la lanza se somete a intensas temperaturas del baño predominantes. El soplado superior en el proceso de cobre Mitsubishi usa un número de lanzas de acero relativamente pequeñas que tienen una tubería interior de aproximadamente 50 mm de diámetro y una tubería exterior de aproximadamente 100 mm de diámetro. La tubería interior termina aproximadamente al nivel del techo del horno, por encima de la zona de reacción. La tubería exterior, que es giratoria para evitar que se pegue a un collar refrigerado por agua en el techo del horno, se extiende hacia abajo en el espacio de gas del horno para posicionar su extremo inferior sobre 500-800 mm por encima de la superficie superior del baño fundido. La alimentación de partículas producida en el aire es soplada a través de la tubería interior, mientras que el aire enriquecido con oxígeno es soplado a través del anillo entre las tuberías. A pesar de la separación del extremo inferior de la tubería exterior por encima de la superficie del baño, y cualquier refrigeración de la lanza por los gases que pasan a través de ella, la tubería exterior se quema unos 400 mm al día. Por lo tanto, la tubería exterior se reduce lentamente y, cuando se requiera, se unen nuevas secciones a la parte superior de la tubería exterior consumible.

Las lanzas para la inyección de TSL son mucho más grandes que para las de soplado superior, tal como en el proceso Mitsubishi descrito anteriormente. Una lanza de TSL generalmente tiene al menos una tubería interior y una exterior, como se supone a continuación, pero puede tener al menos otra tubería concéntrica con las tuberías interior y exterior. Las lanzas típicas de TSL a gran escala tienen un diámetro exterior de tubería de 200 a 500 mm, o más grande. Además, la lanza es mucho más larga y se extiende hacia abajo a través del techo de un reactor de TSL, que puede ser de aproximadamente 10 a 15 m de altura, de modo que el extremo inferior de la tubería exterior se sumerge a una profundidad de aproximadamente 300 mm o más en una fase de escoria fundida del baño, pero está protegida por una capa de escoria solidificada formada y mantenida en la superficie exterior de la tubería exterior por la acción de refrigeración del flujo de gas inyectado dentro. La tubería interior puede terminar en aproximadamente el mismo nivel que la tubería exterior, o en un nivel superior de hasta aproximadamente 1000 mm por encima del extremo inferior de la tubería exterior. Por lo tanto, puede ser el caso de que el extremo inferior de solo la tubería exterior esté sumergido. En cualquier caso, una paleta helicoidal u otro dispositivo de conformación de flujo pueden ser montados en la superficie exterior de la tubería interior para abarcar el espacio anular entre las tuberías interior y exterior. Las paletas imparten una fuerte acción de remolino a un aire o explosión enriquecida con oxígeno a lo largo del anillo y sirven para mejorar el efecto de refrigeración, así como asegurar que el gas se mezcla bien con el material de combustible y alimentación suministrado a través de la tubería interior con la mezcla que se produce sustancialmente en una cámara de mezcla definida por la tubería exterior, debajo del extremo inferior de la tubería interior en el que la tubería interior termina a una distancia suficiente por encima del extremo inferior de la tubería exterior.

La tubería exterior de la lanza de TSL se desgasta y se quema en su extremo inferior, pero a una velocidad que se reduce considerablemente por el revestimiento de escoria solidificada protectora de lo que sería el caso sin revestimiento. Sin embargo, esto es controlado en un grado sustancial por el modo de funcionamiento con la tecnología TSL. El modo de funcionamiento hace la tecnología viable a pesar de que el extremo inferior de la lanza está sumergido en el entorno altamente reactivo y corrosivo del baño de escoria fundida. La tubería interior de una

lanza de TSL puede ser usada para suministrar materiales de alimentación, tales como concentrado, flujos y reductor para ser inyectado en una capa de escoria del baño, o puede ser usada como combustible. Un gas que contiene oxígeno, tal como aire o aire enriquecido con oxígeno, se suministra a través del anillo entre las tuberías. Antes de que la inyección sumergida dentro de la capa de escoria del baño se comience, la lanza se coloca con su extremo inferior, es decir, el extremo inferior de la tubería exterior, separada a una distancia adecuada por encima de la superficie de la escoria. El gas y el combustible que contienen oxígeno, tal como fueloil, carbón fino o gas de hidrocarburo, son suministrados a la lanza y una mezcla de oxígeno/combustible resultante se dispara para generar un chorro de llama que incide sobre la escoria. Esto hace que la escoria salpique para formar, en la tubería de lanza exterior, la capa de escoria que se solidifica por la corriente de gas que pasa a través de la lanza para proporcionar el revestimiento de escoria sólida mencionado anteriormente. La lanza entonces es capaz de ser reducida para lograr la inyección dentro de la escoria, con el paso continuo de gas que contiene oxígeno a través de la lanza que mantiene la menor parte de la lanza a una temperatura a la que se mantiene el revestimiento de escoria solidificada y protege la tubería exterior.

Con una nueva lanza de TSL, las posiciones relativas de los extremos inferiores de las tuberías exterior e interior, es decir, la distancia del extremo inferior de la tubería interior se fija de nuevo, en todo caso, desde el extremo inferior de la tubería exterior, es una longitud óptima para una ventana de funcionamiento pirometalúrgico particular, determinada durante el diseño. La longitud óptima puede ser diferente para diferentes usos de la tecnología TSL. Así, en una operación por lotes de dos etapas para la conversión de mata de cobre a cobre blíster con la transferencia de oxígeno a través de la escoria a mate, una operación continua de una sola etapa para la conversión de mata de cobre a cobre blíster, un proceso para la reducción de una escoria que contiene plomo, o un proceso para la fundición de un material de alimentación de óxido de hierro para la producción de arrabio, todos tienen diferente longitud de cámara de mezcla óptima respectiva. Sin embargo, en cada caso, la longitud de la cámara de mezcla cae progresivamente por debajo de la óptima para la operación pirometalúrgica mientras el extremo inferior de la tubería exterior lentamente se desgasta y se quema. Del mismo modo, si hay desplazamiento cero entre los extremos de las tuberías exterior e interior, el extremo inferior de la tubería interior puede quedar expuesto a la escoria, con ella también siendo desgastada y sometida a quemado. Por lo tanto, a intervalos, el extremo inferior de al menos la tubería exterior necesita ser cortado para proporcionar un borde limpio al que está soldado un trozo de tubería de diámetro apropiado, para restablecer las posiciones relativas óptimas de los extremos inferiores de tubería para optimizar las condiciones de fundición.

La velocidad a la que el extremo inferior de la tubería exterior se desgasta y se quema varía con la operación pirometalúrgica de baño fundido que se realice. Los factores que determinan esa velocidad incluyen la velocidad de procesamiento de alimentación, la temperatura de funcionamiento, la fluidez del baño y de la química, las velocidades de flujos de lanza, etc. En algunos casos, la velocidad de desgaste por corrosión y quemado es relativamente alta y puede ser tal que en el peor de los casos varias horas de tiempo de funcionamiento se pueden perder en un día debido a la necesidad de interrumpir el proceso para retirar una lanza desgastada del funcionamiento y reemplazarla con otra, mientras se repara la lanza desgastada retirada de servicio. Tales interrupciones pueden ocurrir varias veces en un día con cada parada sumada a tiempo de no procesamiento. Mientras que la tecnología TSL ofrece beneficios significativos, incluido el ahorro de costes, frente a otras tecnologías, cualquier pérdida de tiempo de funcionamiento para la sustitución de lanzas conlleva una penalización de costes significativa.

Tanto con el soplado superior como las lanzas de TSL, ha habido propuestas para la refrigeración por fluido para proteger la lanza de las altas temperaturas que se encuentran en los procesos pirometalúrgicos. Ejemplos de lanzas refrigeradas por fluido para soplado superior se divulgan en las patentes de EE.UU.:

3223398 de Bertram et al,

50 3269829 de Belkin,

3321139 de De San Martin,

3338570 de Zimmer,

55 3411716 de Stephan et al,

3488044 de Pastor,

60 3730505 de Ramacciotti et al

3802681 de Pfeifer,

3828850 de McMinn et al,

65 3876190 de Johnstone et al,

3889933 de Jaquay,

4097030 de Desaar,

5

4396182 de Schaffar et al,

4541617 de Okane et al, y

10

6565800 de Dunne.

Todas estas referencias, con la excepción de 3223 398 de Bertram et al y 3.269.829 de Belkin, utilizan tuberías exteriores concéntricas dispuestas para permitir que el fluido fluya hasta la punta de salida de la lanza a lo largo de un paso de suministro y vuelva desde la punta a lo largo de una paso de retorno, aunque Bertram et al usa una variante en la que tal flujo se limita a una porción de boquilla de la lanza. Aunque Belkin proporciona agua refrigerada, esta pasa a través de salidas a lo largo de la longitud de una tubería interior para mezclarse con oxígeno suministrado a lo largo de un paso anular entre la tubería interior y la tubería exterior, de manera que se inyecta como vapor con el oxígeno. El calentamiento y la evaporación del agua proporcionan la refrigeración de la lanza de Belkin, mientras que la corriente generada e inyectada se dice que devuelve el calor al baño.

15

20

Las patentes de EE.UU. 3521872 de Themelis, 4023676 de Bennett et al y 4326701 de Hayden, Jr. et al pretenden divulgar lanzas para inyección sumergida. La propuesta de Themelis es similar a la del documento US 3269829 de Belkin. Cada uno usa una lanza enfriada añadiendo agua al flujo de gas y confiando en la evaporación en la corriente inyectada, una disposición que no es la misma que la refrigeración de la lanza con agua a través de la transferencia de calor en un sistema cerrado. Sin embargo, la disposición de Themelis no tiene una tubería interior y el gas y el agua se suministran a lo largo de un solo tubería en la que se vaporiza el agua. La propuesta de Bennett et al, aunque hace referencia a una lanza, es más parecida a una tobera en que inyecta, por debajo de la superficie del metal ferroso fundido, a través de la pared periférica de un horno en el que está contenido el metal fundido. En la propuesta de Bennett et al, tuberías concéntricas para la inyección se extienden dentro de un manguito de cerámica, mientras que el agua refrigerada es circulada a través de tuberías recubierta por la cerámica. En el caso de Hayden, Jr. et al, el suministro de un fluido de refrigeración se realiza sólo en una extensión superior de la lanza, mientras que la extensión inferior del extremo de salida sumergible comprende una solo tubería recubierta de un cemento refractario.

25

30

35

Las limitaciones de las propuestas de la técnica anterior son señaladas por Themelis. La discusión está en relación con el refinado de cobre por inyección de oxígeno. Mientras que el cobre tiene un punto de fusión de unos 1085°C, Themelis señala que el refinado se lleva a cabo a una temperatura sobrecalentada de aproximadamente 1140°C a 1195°C. A estas temperaturas lanzas de los mejores aceros inoxidables o de aleación tienen muy poca fuerza. Por lo tanto, incluso lanzas de soplado utilizan típicamente la refrigeración por fluido circulada o, en el caso de las lanzas sumergidas de Bennett y Hayden, Jr, et al, un revestimiento refractario o cerámico. El avance del documento US 3269829 de Belkin, y la mejora sobre Belkin provista por Themelis, es utilizar la refrigeración de gran alcance capaz de ser lograda por la evaporación del agua mezclada dentro del gas inyectado. En cada caso, la evaporación ha de lograrse dentro, y enfriar la lanza. La mejora de Themelis sobre Belkin está en la atomización del agua de refrigeración antes de su suministro a la lanza, evitando los riesgos de fallo estructural de la lanza y de una explosión causada por la inyección de agua líquida dentro del metal fundido.

40

45

La patente de EE.UU. 6565800 de Dunne divulga una lanza de inyección de sólidos para la inyección de material en partículas sólidas en material fundido, usando un portador no reactivo. Esto es, la lanza es simplemente para su uso en el transporte de material en partículas en la masa fundida, en vez de como un dispositivo que permite la mezcla de los materiales y la combustión. La lanza tiene un tubo de núcleo central a través del cual es soplado el material en partículas y, en contacto térmico directo con la superficie exterior del tubo de núcleo, una funda de doble pared a través de la cual refrigerante tal como agua es capaz de ser distribuido. La funda se extiende a lo largo de una parte de la longitud del tubo de núcleo para dejar una longitud de proyección del tubo de núcleo en el extremo de salida de la lanza. La lanza tiene una longitud de al menos 1,5 metros y a partir de los dibujos realistas, es evidente que el diámetro exterior de la funda es del orden de alrededor de 12 cm, con el diámetro interior del tubo de núcleo del orden de alrededor de 4 cm. La funda comprende longitudes sucesivas soldadas entre sí, con las principales longitudes de acero y la sección de extremo más cerca del extremo de salida de la lanza siendo de cobre o de una aleación de cobre. El extremo de salida que sobresale de la tubería interior es de acero inoxidable que, para facilitar la sustitución, es conectado a la longitud principal de la tubería interior mediante aplicación de rosca de tornillo.

50

55

60

La lanza del documento US 6565800 de Dunne se dice que es adecuada para su uso en el proceso de Hismelt para la producción de metal ferroso fundido, con la lanza que permite la inyección de material de alimentación de óxido de hierro y el reductor carbonoso. En este contexto, la lanza está expuesta a condiciones hostiles, incluidas temperaturas de funcionamiento del orden de 1400°C. Sin embargo, como se indica anteriormente con referencia a Themelis, el cobre tiene un punto de fusión de aproximadamente 1085°C, e incluso a temperaturas de aproximadamente 1140°C a 1195°C, los aceros inoxidables tienen muy poca fuerza. Tal vez la propuesta de Dunne

65

es adecuada para su uso en el contexto del proceso de Hismelt, dada la alta proporción de aproximadamente 8: 1 en el corte transversal de funda refrigerada en el corte transversal del tubo de núcleo, y los pequeños cortes transversales generales involucrados. La lanza de Dunne no es una lanza de TSL, ni es adecuada para su uso en la tecnología TSL.

5 Ejemplos de lanzas para su uso en los procesos pirometalúrgicos basados en la tecnología TSL son proporcionados por las patentes de EE.UU. 4251271 y 5251879, ambas de Floyd y la patente de EE.UU. 5308043 de Floyd et al. Como se explicó anteriormente, la escoria es salpicada inicialmente mediante el uso de la lanza de soplado sobre una capa de escoria fundida para lograr un revestimiento protector de escoria sobre la lanza que se solidifica mediante gas soplado a alta velocidad del que genera el salpicado. El revestimiento de escoria sólida se mantiene a pesar de que la lanza entonces es bajada para sumergir el extremo de salida inferior en la capa de escoria para permitir la inyección de lanza sumergida superior requerida dentro de la escoria. Las lanzas de las patentes de EE.UU. 4251271 y 5251879, ambas de Floyd, funcionan de esta manera con la refrigeración para mantener que la capa de escoria sólida sea la única por gas inyectado en el caso de la patente de EE.UU. 4251271 y por ese gas más gas soplado a través de una tubería de cubierta en el caso de la patente de EE.UU. 5251879. Sin embargo, con la patente de EE.UU. 5308043 de Floyd et al la refrigeración, adicional a la proporcionada por el gas inyectado y el gas soplado a través de una tubería de cubierta, es proporcionada por fluido de refrigeración distribuido a través de los pasos anulares definidos por las tres tuberías exteriores de la lanza. Esto se hace posible mediante la provisión de una punta anular de acero de aleación sólido que, en el extremo de salida de la lanza, se une a las tres tuberías más exteriores y más interiores alrededor de la circunferencia de la lanza. La punta anular es enfriada por gas inyectado y también por el fluido refrigerante que fluye a través de una cara de extremo superior de la punta. La forma sólida de la punta anular, y su fabricación a partir de una aleación de acero, dan lugar a que la punta tenga un buen nivel de resistencia al desgaste y quemado. La disposición es tal que una vida de funcionamiento práctica es capaz de ser lograda con la lanza antes de que sea necesario remplazar la punta con el fin de protegerse contra un riesgo de fallo de la lanza permitiendo al fluido de refrigeración que se descargue dentro del baño fundido.

La presente invención se refiere a una lanza de inyección sumergida superior refrigerada por fluido mejorada para su uso en operaciones de TSL. La lanza de la presente invención proporciona una opción alternativa a la lanza de la patente de EE.UU. 5308043 de Floyd et al, pero, al menos en formas preferidas, puede proporcionar ventajas sobre la lanza de esa patente.

El documento WO-A-2006/042363 muestra un aparato para la inyección de material en partículas sólidas en un recipiente, que comprende un tubo transportador central que está montado dentro de un alojamiento de lanza. El alojamiento de lanza a su vez incluye una funda de refrigeración anular que rodea el tubo transportador. En su uso, el agua de refrigeración de lanza fluye hacia adelante por la lanza a través de un paso de flujo de agua anular interior y después hacia fuera y hacia atrás por un paso de extremo anular delantero y por un paso anular exterior a través del cual fluye hacia atrás a lo largo de la lanza y se marcha a través de una salida. Esto asegura que el agua más fresca está en relación de transferencia de calor con el material de sólidos entrante pretendiendo con esto una refrigeración eficaz tanto del material de sólidos que se inyecta a través de un núcleo central de la lanza, así como del extremo delantero y de las superficies exteriores de la lanza.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona una lanza de inyección sumergible superior accionable para su uso en una inyección de lanza sumergida superior dentro de una capa de escoria de un baño fundido en un proceso pirometalúrgico, en el que la lanza tiene una carcasa exterior de tres tuberías de lanza sustancialmente concéntricas que comprende una tubería más exterior, más interior e intermedia, la lanza incluyendo al menos una tubería de lanza adicional dispuesta sustancialmente concéntrica dentro de la carcasa, la carcasa incluyendo además una pared de extremo anular en un extremo de salida de la lanza, que une un extremo respectivo de las tuberías de lanza más interior y más exterior de la carcasa en un extremo de salida de la lanza y está separada de un extremo de salida de la tubería de lanza intermedia de la carcasa; donde, en una ubicación remota desde el extremo de salida, tal como adyacente a un extremo superior o de entrada, la lanza tiene una estructura por la que es suspendible de manera que cuelga verticalmente, y la carcasa se adapta por lo que el fluido refrigerante es capaz de ser distribuido a través de la carcasa, por el flujo entre la tubería de lanza intermedia y una de las tuberías de lanza más interior y más exterior al extremo de salida y luego de vuelta a lo largo de la lanza, lejos del extremo de salida, por el flujo entre la tubería de lanza intermedia y la otra de las tuberías de lanza más exterior y más interior, la separación entre la pared de extremo y el extremo de salida de la tubería intermedia proporciona una restricción al flujo de fluido refrigerante capaz de funcionar para causar un aumento en la velocidad de flujo de fluido de refrigerante entre la pared de extremo y el extremo de salida de la tubería intermedia; donde al menos una tubería adicional de lanza define un orificio central y tiene un extremo de salida separado del extremo de salida de la carcasa exterior, donde una cámara de mezcla se define por la carcasa exterior entre los extremos de salida de la carcasa exterior y al menos una tubería adicional, y al menos una tubería de lanza más está separada de la tubería de lanza más interior de la carcasa para definir entre ellas un paso anular, por el que el material combustible que pasa a lo largo del orificio y el oxígeno que contiene gas que pasa a lo largo del paso anular son capaces de formar una mezcla de combustible en la cámara de mezcla y adyacente al extremo de salida de la lanza para la combustión de la mezcla en que se inyecta dentro de la capa de escoria.

La lanza de TSL de la invención necesariamente es de grandes dimensiones. Además, en una ubicación remota desde el extremo de salida, tal como adyacente a un extremo superior o de entrada, la lanza tiene una estructura por la que es suspendible con el fin de colgar hacia abajo verticalmente dentro de un reactor de TSL. La lanza tiene una longitud mínima de aproximadamente 7,5 metros, como para un pequeño reactor de TSL de propósito especial. La lanza puede ser de hasta aproximadamente 25 metros de longitud, o incluso mayor, para un gran reactor de TSL de propósito especial. Más generalmente, la lanza varía de aproximadamente 10 a 20 metros de longitud. Estas dimensiones se refieren a la longitud total de la lanza hasta el extremo de salida definido por la pared de extremo de la carcasa. Al menos una tubería de lanza adicional puede extenderse al extremo de salida y por lo tanto tener una longitud total similar. Sin embargo, al menos una tubería de lanza adicional puede terminar una distancia corta, hacia el interior del extremo de salida, por ejemplo de hasta aproximadamente 1000 mm. La lanza tiene típicamente un diámetro grande, tal como el establecido por un diámetro interior para la carcasa de aproximadamente desde 100 a 650 mm, preferentemente de aproximadamente 200 a 6500 mm, y un diámetro total de 150 a 700 mm, preferentemente de aproximadamente 250 a 550 mm.

La pared de extremo está separada del extremo de salida de la tubería de lanza intermedia de la carcasa. Sin embargo, la separación entre ese extremo de salida y la pared de extremo es tal que proporciona una constricción al flujo del fluido refrigerante que provoca un aumento en la velocidad de flujo de fluido de refrigerante a través y entre la pared de extremo y el extremo de salida de la tubería de lanza intermedia. La disposición puede ser tal que el flujo de fluido refrigerante a través de la pared de extremo esté en forma de una película relativamente delgada o una corriente, con la película o corriente preferentemente accionable para suprimir la turbulencia en el fluido refrigerante. Para mejorar tal flujo, el extremo de la tubería de lanza intermedia de la carcasa puede ser conformada adecuadamente. Por lo tanto, en una disposición, el extremo de la tubería de lanza intermedia puede definir un reborde periférico que tiene una superficie radialmente curvada, convexa que está orientada hacia la pared de extremo. Con tal reborde, la pared de extremo puede ser de una forma cóncava complementaria. Por ejemplo, en cortes transversales radicales, el reborde puede ser de forma bulbosa o nariz de toro, o puede tener forma de lágrima, o de forma redondeada similar, mientras la pared de extremo puede tener una forma semitoroide cóncava. Con estas formas convexas y cóncavas opuestas, la constricción entre el extremo de salida de la tubería de lanza intermedia y la pared de extremo es capaz de ser de un grado sustancial radialmente de la lanza (es decir, en planos que contienen el eje longitudinal de la lanza). Esto permite una relación de aumento de superficie a superficie de contacto entre el fluido refrigerante y cada uno de los rebordes y la pared de extremo, por el flujo de masa por unidad del fluido refrigerante, en relación con el flujo de fluido refrigerante a lo largo de la lanza hasta la constricción, y por lo tanto proporciona la extracción de energía de calor mejorada desde el extremo de salida de la lanza.

En una disposición, el reborde en el extremo de salida de la tubería de lanza intermedia tiene forma de lágrima, o sustancialmente circular, en cortes transversales (es decir, en planos que contienen el eje longitudinal de la lanza). En tales casos, la forma semitoroide cóncava de la pared de extremo, por lo que la pared de extremo es de forma complementaria al reborde, puede ser sustancialmente semicircular en los cortes transversales en los planos. Como consecuencia de ello, el reborde y la pared de extremo son capaces de ser estrechamente adyacentes a fin de proporcionar una constricción de la vía de flujo de fluido refrigerante que es capaz de extenderse a través de un ángulo de hasta aproximadamente 180°, tal como de 90° a 180°, a través del cual la trayectoria de flujo de fluido refrigerante cambia de flujo hacia el extremo de salida de la lanza para fluir fuera del extremo de salida. Inevitablemente el flujo cambia a través de un ángulo de aproximadamente 180°, simplemente debido a un cambio en la dirección. Sin embargo, a pesar de que una disposición en la que la tubería de lanza intermedia no proporciona una constricción de flujo, la provisión de la constricción limita el flujo a una película relativamente delgada o una corriente que barre de forma arqueada desde la superficie exterior de la tubería de lanza más interior de la carcasa a la superficie interior de la tubería de lanza más exterior de la carcasa.

La constricción puede continuar desde el reborde, entre la superficie exterior de la tubería de lanza intermedia y la superficie interior de la tubería de lanza más exterior. La constricción puede extenderse sobre al menos la longitud axial del conjunto de punta de lanza reemplazable, y resulta de la tubería de lanza intermedia siendo de espesor mayor sobre dicha longitud axial con respecto al espesor de las tuberías de lanza más interior y más exterior. En tal caso, la constricción entre las tuberías de lanza intermedia y más exterior puede ser circunferencialmente continua o puede ser discontinua. En este último caso, la superficie exterior de la tubería de lanza intermedia puede definir las nervaduras que se extienden lejos del extremo de salida. Las nervaduras pueden apoyarse contra la superficie interior de la tubería de lanza más exterior, con el flujo constreñido capaz de ocurrir entre las nervaduras sucesivas. Alternativamente, las nervaduras pueden estar espaciadas ligeramente desde la superficie interior de la tubería de lanza más exterior, con el flujo constreñido capaz de producirse entre las nervaduras y la tubería de lanza más exterior, y el flujo no constreñido o menos constreñido capaz de producirse entre las nervaduras sucesivas. Las nervaduras pueden extenderse paralelas al eje de la lanza o helicoidalmente alrededor de ese eje.

La conformación del extremo de salida de la tubería de lanza intermedia, para proporcionar una constricción adecuada en el flujo de fluido refrigerante, puede ser menos pronunciada que la que resulta de la provisión de un reborde. Durante al menos la longitud axial del conjunto de punta de lanza reemplazable, la tubería de lanza intermedia puede ser de un grosor incrementado con relación a las tuberías de lanza más interior y más exterior, como se detalló anteriormente. La conformación puede comprender un redondeo desde el extremo de la tubería de

lanza intermedia en el extremo de salida, alrededor de la superficie exterior de la longitud espesada. La constricción puede extenderse a través de ese borde de la tubería de lanza intermedia a la superficie exterior de la longitud espesada. Esa superficie exterior puede ser circunferencialmente continua o circunferencialmente discontinua tal como mediante la provisión de nervaduras paralelas al eje de la lanza o que se extiende helicoidalmente alrededor de ese eje, como se detalló anteriormente. Por lo tanto, la constricción es capaz de extenderse a través de un ángulo de al menos 90°, con la curvatura de la pared de extremo capaz de ayudar a que el ángulo sea de más de 90°, tal como hasta aproximadamente 120°.

En un segundo aspecto, la lanza de la presente invención tiene una cubierta a través de la cual se extiende la lanza. La cubierta tiene tres tuberías de cubierta sustancialmente concéntricas de las cuales una tubería de cubierta más interior tiene un diámetro interior que es mayor que una tubería de lanza más exterior de la lanza de TSL. En un extremo de salida de la cubierta, hay una pared de extremo anular que une el extremo de salida respectivo de las tuberías de cubierta más exteriores y más interiores y está separada del extremo de salida de las tuberías de cubierta intermedias. La disposición es tal que el fluido refrigerante es capaz de ser distribuido a través de la cubierta, tal como a lo largo de la cubierta al extremo de salida por el flujo entre las tuberías de cubierta más interior e intermedia y luego de vuelta a lo largo de la cubierta, lejos del extremo de salida, por el flujo entre las tuberías de cubierta intermedia y más exterior, o lo contrario de esta disposición de flujo. La pared de extremo, y una parte menor adyacente de la longitud de cada una de las tres tuberías de cubierta, pueden comprender una cubierta reemplazable. Por lo tanto, un conjunto de punta de cubierta quemado o desgastado es capaz de ser cortado de gran parte de la longitud de cada una de las tres tuberías de cubierta para permitir que un conjunto nuevo o reparado de punta de cubierta sea soldado en su lugar.

La pared de extremo está separada del extremo de salida de la tubería de cubierta intermedia. Sin embargo, la separación entre ese extremo de salida y la pared de extremo es tal que proporciona una constricción al flujo del fluido refrigerante que provoca un aumento en la velocidad de flujo de fluido refrigerante a través y entre la pared de extremo y el extremo de salida de la tubería de cubierta intermedia. La disposición puede ser tal que el flujo de fluido refrigerante a través de la pared de extremo esté en forma de una película relativamente delgada o una corriente, con la película o corriente preferentemente accionable para suprimir la turbulencia en el fluido refrigerante. Para mejorar tal flujo, el extremo de la tubería de cubierta intermedia puede conformarse adecuadamente. Por lo tanto, en una disposición, el extremo de la tubería de cubierta intermedia puede definir un reborde que tiene una superficie convexa radialmente curvada que está orientada hacia la pared de extremo. Con tal reborde, la pared de extremo puede ser de una forma cóncava complementaria. Por ejemplo, el reborde puede tener forma de lágrima, o de forma similar, mientras que la pared de extremo puede tener una forma cóncava semitoroide. Con tales formas convexas y cóncavas opuestas, la constricción entre el extremo de salida de la tubería de cubierta intermedia y la pared de extremo es capaz de ser de un grado sustancial radialmente de la cubierta (es decir, en planos que contienen el eje longitudinal de la cubierta). Esto permite una relación aumentada de la superficie a la superficie de contacto entre el fluido refrigerante y cada una de los rebordes y la pared de extremo, por el flujo de masa por unidad del fluido refrigerante, en relación con el fluido refrigerante a lo largo de la cubierta hasta la constricción, y por lo tanto proporciona la extracción de energía de calor mejorada desde el extremo de salida de la cubierta. En una disposición, el reborde en el extremo de salida de la tubería de cubierta intermedia tiene forma de lágrima, o sustancialmente circular, en cortes transversales (es decir, en planos que contienen el eje longitudinal de la cubierta). En tales casos, la forma semitoroide cóncava de la pared de extremo, por la que la pared de extremo es de forma complementaria al reborde, puede ser sustancialmente semicircular en los cortes transversales en los planos. Como consecuencia de ello, el reborde y la pared de extremo son capaces de ser estrechamente adyacentes a fin de proporcionar una constricción de la vía de flujo de fluido refrigerante que es capaz de extenderse a través de un ángulo de hasta aproximadamente 180°, tal como de 90° a 180°, a través del cual la vía de flujo de fluido refrigerante cambia de flujo hacia el extremo de salida de la cubierta para fluir lejos del extremo de salida. A diferencia de una disposición en la que la tubería de revestimiento intermedia no proporciona una constricción de flujo, la disposición de la constricción limita el flujo a una película relativamente delgada o una corriente que barre de forma arqueada de la superficie exterior de la tubería de cubierta más interior a la superficie interior de la tubería de cubierta más exterior.

En paralelo con la lanza de la presente invención, la constricción puede continuar desde el reborde, entre la superficie exterior de la tubería de cubierta intermedia y la superficie interior de la tubería de cubierta más exterior. La constricción puede extenderse al menos a lo largo de la longitud axial del conjunto de punta de cubierta reemplazable, y resulta de la tubería siendo cubierta intermedia de espesor mayor sobre dicha longitud axial con respecto al espesor de las tuberías de cubierta más interior y más exterior. En tal caso, la constricción entre las tuberías de cubierta intermedia y más exterior puede ser circunferencialmente continua o puede ser discontinua. En este último caso, la superficie exterior de la tubería de cubierta intermedia puede definir las nervaduras que se extienden lejos del extremo de salida. Las nervaduras pueden apoyarse contra la superficie interior de la tubería de cubierta más exterior, con el flujo constreñido capaz de ocurrir entre las nervaduras sucesivas. Alternativamente, las nervaduras pueden estar separadas ligeramente desde la superficie interior de la tubería de cubierta más exterior, con el flujo constreñido capaz de producirse entre las nervaduras y la tubería de cubierta más exterior, y el flujo no constreñido o menos constreñido capaz de producirse entre las nervaduras sucesivas. Las nervaduras pueden extenderse paralelamente al eje de la cubierta o helicoidalmente alrededor de ese eje.

La conformación del extremo de salida de la tubería de cubierta intermedia, para proporcionar una constricción adecuada en el flujo de fluido refrigerante, puede ser menos pronunciada que la que resulta de la provisión de un reborde. Durante al menos la longitud axial del conjunto de punta de cubierta reemplazable, la tubería de cubierta intermedia puede ser de un espesor mayor con relación a las tuberías de cubierta más interior y más exterior, como se detalló anteriormente. La conformación puede comprender un redondeo del extremo de la tubería de cubierta intermedia en el extremo de salida, alrededor de la superficie exterior de la longitud espesada. La constricción puede extenderse a través de que el borde de la tubería de cubierta intermedia a la superficie exterior de la longitud espesada. Esta superficie exterior puede ser circunferencialmente continua o circunferencialmente discontinua tal como mediante la provisión de nervaduras paralelas al eje de cubierta o que se extienden helicoidalmente alrededor de ese eje, como se detalló anteriormente. Por lo tanto, la constricción es capaz de extenderse a través de un ángulo de al menos 90°, con la curvatura de la pared de extremo capaz de ayudar en que ángulo sea de más de 90°, tal como hasta aproximadamente 120°.

En un tercer aspecto, la presente invención proporciona una lanza de acuerdo con el primer aspecto, en combinación con una cubierta de acuerdo con el segundo aspecto, con la lanza y la cubierta estando en un conjunto en el que la lanza se extiende a través de la cubierta para definir un paso anular entre la más exterior de una de las tres tuberías de lanza de la carcasa de la lanza y la tubería de cubierta más interior, con la salida de la cubierta dispuesta intermedia de los extremos de la lanza y que se abre hacia el extremo de salida de la lanza.

Un conjunto de punta de acuerdo con la presente invención tiene miembros de manguito interior y exterior concéntricos que, en un extremo del conjunto de punta, se unen entre sí por la pared de extremo anular. El conjunto de punta también tiene un miembro de manguito intermedio que comprende un deflector que está situado entre los miembros de manguito interior y exterior, adyacente a la pared de extremo. El deflector tiene al menos una porción de superficie de la misma que coopera con al menos parte de una superficie opuesta, de al menos una de la pared de extremo y los miembros de manguito interior y exterior, para controlar la velocidad de flujo del fluido refrigerante entre los mismos para lograr la extracción de energía de calor desde el conjunto.

Los miembros de manguito interior y exterior y la pared de extremo por la que se unen se pueden formar integralmente a comprender un único componente del conjunto de punta. Para este fin, pueden formarse a partir de una única pieza de un metal adecuado, tal como una palanquilla. Se requiere que el conjunto de punta facilite la refrigeración, y los miembros de manguito interior y exterior y la pared de extremo, por tanto, son preferentemente de un material adecuado. En muchos casos, los materiales de alta conductividad térmica son apropiados, por ejemplo, el cobre o una aleación de cobre.

El deflector también puede ser de un material de alta conductividad térmica, tal como cobre o una aleación de cobre. Sin embargo, la conductividad térmica del deflector es menos importante, ya que, en uso, es tocado por el refrigerante fluido por sustancialmente la totalidad de su área de superficie. La temperatura del deflector por lo tanto no se elevará por encima de la del refrigerante fluido. Por lo tanto, el material del que está hecho el deflector puede ser elegido por otras razones, como el coste, la fuerza y la facilidad de fabricación. El deflector puede, por ejemplo, estar hecho de un acero adecuado, tal como un acero inoxidable. El deflector puede estar formado de una pieza de material adecuado, o puede ser fundida y, si es necesario, sometida al acabado de superficie, al menos en las zonas en la que su superficie ha de cooperar para controlar la velocidad del flujo de fluido refrigerante.

En el conjunto de punta, el deflector se mantiene en una posición requerida, en relación con los miembros de manguito interior y exterior y la pared de extremo, estando conectado en relación con los miembros y la pared. Para este fin, el deflector puede estar asegurado a la pared de extremo, a uno de los miembros de manguito interior y exterior, o a una extensión anular de uno de los miembros de manguito. Como cuestión práctica, es más conveniente proporcionar la fijación a un miembro de manguito, o a una extensión de un miembro de manguito. Sin embargo, en cada caso, la fijación es preferentemente tal que permite el flujo de fluido entre el deflector y el miembro, la extensión o la pared a la que está asegurada. Para este propósito, la fijación se proporciona en una pluralidad de lugares separados circunferencialmente. Más convenientemente la fijación es mediante un dispositivo de aleta, de bloque o de bloqueo respectivo en cada ubicación que está unida, tal como por soldadura, al deflector y al miembro, la extensión o la pared a la que se fija el deflector. Sin embargo, en una disposición alternativa, con el conjunto de punta conectado como parte de una lanza, el deflector puede ser longitudinalmente ajustable para permitir la variación en el nivel al que la constricción es capaz de reducir la velocidad de flujo de fluido de refrigerante. Tal ajuste puede, por ejemplo, ser posible por la tubería de lanza intermedia, a la que está conectado el deflector, siendo ajustable longitudinalmente con relación a las tuberías más interior y más exterior de la lanza.

En una disposición adecuada, el deflector está fijado de manera que las superficies periféricas y exteriores son estrechamente adyacentes a la superficie periférica interior opuesta del miembro de manguito exterior y a la superficie interior de la pared de extremo, respectivamente. Adicionalmente, con el deflector tan asegurado, parte de su superficie periférica interior adyacente a su superficie de extremo puede ser estrechamente adyacente a una parte de la superficie periférica exterior opuesta del miembro de manguito interior. Las superficies opuestas respectivas pueden estar sustancialmente uniformemente separadas. La separación es preferentemente menor que la separación entre la parte de la superficie periférica interior del deflector que está separada de la superficie de extremo y la superficie periférica exterior opuesta del miembro de manguito interior. La disposición es tal que el

- fluido refrigerante es capaz de fluir a través del conjunto de punta, pasando entre el deflector y el miembro de manguito interior hacia la pared de extremo, a través de la pared de extremo y luego entre el deflector separado de la superficie de extremo y el miembro de manguito exterior lejos de la pared de extremo. Con tal flujo, el fluido refrigerante que pasa entre las superficies opuestas estrechamente adyacentes es obligado a aumentar en el flujo de velocidad relativa a fluir a través de un mayor espaciamiento entre el deflector y el miembro de manguito interior. Sin embargo, hay que señalar que el flujo del fluido refrigerante puede estar en dirección inversa a la indicada, con la disposición entre el deflector y los miembros de manguito interior y exterior también cambiada correspondientemente.
- La superficie periférica exterior del deflector puede ser de corte transversal circular sustancialmente uniforme donde está estrechamente adyacente a la superficie interior opuesta del miembro de manguito exterior. Puede haber en consecuencia un paso sustancialmente uniforme de corte transversal anular entre esas superficies estrechamente adyacentes, diseñado para conseguir un flujo y velocidad adecuados con el fin de promover la transferencia de calor que asegura la temperatura de la superficie de los restos de material de punta por debajo de una temperatura a la que se produce el daño. Por ejemplo, la separación entre esas superficies puede ser de aproximadamente 1 a 25 mm y más preferentemente de 1 a 10 mm y esto variará de acuerdo con el fluido usado y la velocidad de eliminación de calor necesitada. Sin embargo, en disposiciones alternativas, la superficie exterior del deflector puede ser otra que la de corte transversal sustancialmente circular.
- En una primera disposición alternativa, la superficie exterior del deflector puede ser "entallada", de manera que la separación entre las superficies opuestas aumenta en una dirección opuesta de la superficie de extremo del deflector. En otras alternativas, la superficie exterior del deflector puede tener una formación de ranura o nervadura helicoidal de uno o varios pasos que actúa para generar un flujo helicoidal de fluido refrigerante. En otra alternativa, la superficie exterior del deflector puede tener nervaduras y ranuras que se extienden en una dirección opuesta de la superficie de extremo del deflector.
- El conjunto de punta puede ser provisto únicamente en el extremo de salida de una lanza. Alternativamente, con una lanza de cubierta, un conjunto de punta puede definir el extremo de descarga de una o ambas lanzas y su cubierta.
- Cada una de las lanzas y la cubierta es de forma alargada, con la carcasa de la lanza y la cubierta siendo de construcción similar. La cubierta, por supuesto, tiene mayor diámetro, mientras que también tiene una longitud menor, que la carcasa de la lanza. Sin embargo, cada una de la cubierta y la carcasa de la lanza tiene tres tuberías concéntricas, que comprenden tuberías exterior e interior y una tubería intermedia. Además, cada una de la cubierta y la carcasa puede tener un conjunto de punta provisto en su extremo de descarga. Para facilitar la descripción adicional, las tuberías concéntricas, tanto de la cubierta como de la carcasa de la lanza se conoce con el término "carcasa".
- Cuando un conjunto de punta define el extremo de descarga de una carcasa (de una cubierta o lanza), las tuberías interior y exterior de la carcasa están unidas en relación extremo a extremo con el miembro de manguito interior y exterior, respectivamente, del conjunto de punta. Además, la tubería intermedia de la carcasa está acoplada al deflector del conjunto de punta.
- Como se indicó anteriormente, los miembros de manguito interior y exterior y la pared de extremo del conjunto de punta pueden ser de un material de alta conductividad térmica, tal como cobre o una aleación de cobre. Sin embargo, las tuberías de una carcasa no necesitan tener una conductividad térmica tan alta. Por tanto, pueden estar hechas de un material elegido para cumplir otros criterios, tales como el coste y/o la fuerza. En una disposición conveniente, las tuberías interior e intermedia son de acero inoxidable, tal como 316L, con la tubería exterior de un acero de carbono. Con la tubería exterior, la exposición a altas temperaturas y gases de proceso en lugar de al fluido refrigerante, tal como agua, es más probable que sea el factor determinante de su vida útil eficaz, mientras que la resistencia a la corrosión por el fluido refrigerante es el factor relevante para las tuberías interior e intermedia.
- Las tuberías interior y exterior preferentemente se unen con los miembros de manguito interior y exterior del conjunto de punta por soldadura. Cada tubería puede ser soldada directamente al miembro de manguito respectivo. Sin embargo, para al menos una tubería y el miembro de manguito respectivo, pero preferentemente para cada tubería y su miembro de manguito, cada uno de la tubería y el miembro de manguito puede ser soldado a un tubo de extensión provisto entre ellos. Al menos, por ejemplo, donde se proporciona una soldadura entre cobre o una aleación de cobre y un miembro de acero, un consumible de bronce de aluminio se usa preferentemente en la formación de la soldadura. La manera en la que la tubería intermedia de la carcasa y el deflector del conjunto de punta cooperan puede ser similar.
- Con cada una de la lanza y la cubierta de la presente invención, la velocidad de flujo de masa de refrigerante puede ser inferior a la que se requeriría si no fuera por la constricción. Por lo tanto, las bombas de salida inferior se pueden usar para un fluido refrigerante dado. Una velocidad de flujo de masa adecuada variará con el refrigerante fluido elegido. La velocidad de flujo de masa de fluido refrigerante para una lanza y fluido refrigerante dados se establece por la capacidad de refrigeración requerida para un proceso pirometalúrgico dado. Por lo tanto, la velocidad de flujo de masa puede variar de manera bastante substancial. En una forma preferida de la invención, el flujo de fluido

refrigerante está vinculado a la temperatura de salida del fluido refrigerante. La lanza, por tanto, puede estar provista de un sensor para monitorizar esa temperatura. La disposición preferentemente es tal que la energía usada para hacer circular el fluido de refrigeración se minimiza, basándose en la demanda de eliminación de calor en el momento.

5 Con el uso de agua como refrigerante fluido, la velocidad de flujo de masa puede estar en el intervalo de 500 a 2000 l/min para la lanza y un flujo similar para la cubierta, dependiendo tanto del fluido usado como de la aplicación. De nuevo con agua como fluido refrigerante, la constricción es preferentemente tal como para dar como resultado un flujo de fluido a través de la constricción que es mayor que la velocidad de flujo aguas arriba de la constricción por un factor de alrededor de 6 a 20. De nuevo, para el agua como el fluido refrigerante, la constricción de la cubierta da lugar preferentemente en un aumento de la velocidad de flujo del mismo orden que para la lanza.

Descripción detallada de la invención

15 Con el fin de que la invención pueda comprenderse más fácilmente, ahora la referencia está dirigida a los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es una representación esquemática de una forma de una lanza de acuerdo con la presente invención;

20 la figura 2 es una vista en corte de la parte inferior de un conjunto de lanza de cubierta de acuerdo con la presente invención; y

las figuras 3 a 7 muestran respectivas vistas en perspectiva de formas alternativas para un componente del conjunto de lanza de cubierta de la figura 2.

25 La figura 1 ilustra esquemáticamente una lanza L de TSL de acuerdo con una realización de la presente invención. La lanza L tiene cuatro tuberías concéntricas P1 a P4 de las cuales las tuberías P1 a P3 forman la parte principal de una carcasa S que también incluye una pared W de extremo anular. En la disposición ilustrada la lanza L permite inyección sumergida superior dentro de la capa de escoria de una bañera fundida, para un proceso pirometalúrgico requerido, mediante la inyección de combustible por el orificio de la tubería P4 y la inyección de aire y/u oxígeno a través del paso anular A entre las tuberías P3 y P4. Como se muestra, la tubería P4 termina por encima del, extremo E de salida inferior de la lanza L, para proporcionar una cámara M de mezcla en la que el combustible y el aire y/u oxígeno son capaces de mezclarse para la combustión del combustible. La relación de combustible a oxígeno se controla con el fin de generar el oxidante requerido, la reducción o condiciones neutras dentro de la escoria. Cualquier combustible que no se quema se inyecta dentro de la escoria para formar parte de los requisitos reductores cuando sean necesarias condiciones reductoras.

40 La pared de extremo W de la carcasa S se une a los extremos de las tuberías P1 y P3 alrededor de la circunferencia completa de las tuberías P1 y P3 en el extremo E de salida de la lanza L. Además, el extremo inferior de la tubería P2 está separado de la pared W de extremo. Como se muestra, el fluido refrigerante es capaz de ser distribuido a través de la carcasa S. En la figura 1, el líquido refrigerante se muestra como que es suministrado entre las tuberías P2 y P3 para fluir alrededor del extremo inferior de la tubería P2 y volver entre las tuberías P1 y P2. Sin embargo, lo contrario de este flujo se puede usar si un menor nivel de extracción de energía de calor de la tubería P1, en particular, es apropiado.

45 Excepto en el extremo inferior E de la lanza L, la carcasa S tiene un corte transversal horizontal sustancialmente constante en la orientación en uso normal mostrada. Sin embargo, en el extremo E, una constricción C es proporcionada por la forma del extremo inferior de la tubería P2 y su cooperación con la tubería P3 y la pared W de extremo. Como se muestra, el extremo inferior de la tubería P2 lleva un reborde B ampliado que tiene sustancialmente la forma de un toro de modo que tenga forma de lágrima, o sustancialmente circular, en cortes transversales radiales (es decir, en planos que contienen el eje longitudinal X de la lanza L). Asimismo, la superficie de la pared W de extremo anular de la carcasa S que está orientada hacia el reborde B es de forma semitoroide cóncava complementaria y el reborde B está posicionado de modo que su superficie convexa inferior es estrechamente adyacente, pero no en contacto con la superficie cóncava de la pared W de extremo. La disposición es tal que la velocidad de flujo del fluido refrigerante es sustancialmente constante en el flujo hacia abajo entre las tuberías P2 y P3 hasta que llega a la superficie convexa superior del reborde B, después de lo cual la velocidad de flujo aumenta progresivamente. El aumento se produce en el flujo a través de un ángulo de aproximadamente 90°, alrededor de la parte superior del reborde B, a un máximo alrededor de la mitad inferior del reborde en el flujo entre el reborde B y la pared W de extremo. La velocidad de flujo máxima se mantiene en el flujo de fluido refrigerante a través de un ángulo de aproximadamente 180°, alrededor de la mitad inferior del reborde B. A partir de entonces la velocidad de flujo disminuye cuando el fluido refrigerante pasa sobre la mitad superior del reborde B hasta que se reduce a un mínimo en el flujo entre las tuberías P1 y P2. La constricción C se define principalmente por el espacio entre la mitad inferior del reborde B y la pared W de extremo, pero la constricción C comienza con el 90° del flujo en la tubería P3 alrededor de la superficie superior del reborde B.

65 El aumento en la velocidad de flujo de fluido refrigerante dentro de la constricción C aumenta la relación de

superficie a superficie de contacto, entre el fluido refrigerante y cada uno del reborde B y la pared W de extremo, la velocidad de flujo de masa por unidad del fluido refrigerante. Como consecuencia, la extracción de energía de calor desde el extremo E de salida de la lanza L es mejorada. Esto es particularmente beneficioso cuando el quemado y el desgaste en el extremo inferior sumergido de la lanza L tienden a ser mayores y establece el intervalo de tiempo entre paradas para la reparación de lanza.

La vista en corte de la figura 2 muestra un conjunto 10 de lanza cubierta en una orientación en uso. Como se muestra, el conjunto 10 incluye una pluralidad de miembros tubulares concéntricos. Estos consisten en miembros de una cubierta anular 12, y los miembros de una lanza 14 que se extiende a través de la cubierta 12 para definir un paso anular 16 entre los mismos. La figura 2 muestra sólo la parte inferior del conjunto 10. Sin embargo, como es evidente a partir de la figura 2, la lanza 14 es más larga que la cubierta 12 y sobresale más allá de la cubierta 12 en el extremo inferior de conjunto 10. La medida en que la lanza 14 se proyecta más allá de la cubierta 12 no es evidente a partir de la figura 2, debido a una sección de la lanza 14 por debajo de la cubierta 12 que se omite en la orientación en uso mostrada.

Los miembros tubulares de la lanza 14 incluyen una tubería más interior 18, y una carcasa exterior 20 alrededor de la tubería 18 que termina en un conjunto 22 de punta anular en el extremo inferior de la carcasa 20. La tubería 18 es más corta que la lanza 14 de manera que se extiende y termina dentro del conjunto 22 de punta anular. La tubería 18 define un paso central 24. También un paso anular 26 se define entre la tubería 18 y la carcasa 20. La disposición es tal que el combustible carbonoso y el gas que contiene oxígeno son capaces de ser pasados por debajo de la presión a lo largo de los pasos respectivos 24 y 26, y se mezcla en una cámara 27 de mezcla en el extremo de la tubería 18, dentro del conjunto 22, para la combustión del combustible y generación de una región de combustión que se extiende desde la cámara 27 y más allá del conjunto 22.

La carcasa 20 de la lanza 14 está formada por una tubería interior 28, una tubería exterior 30 y una tubería intermedia 32, y una pared 40 de extremo anular que une los extremos de las tuberías 28 y 30 alrededor de la circunferencia completa de conjunto 22 de punta. Un paso anular 42 está definido entre las tuberías intermedias 32 de la tubería interior 28 de la carcasa 20. Además, un paso anular 44 está definido entre la tubería exterior 30 de tubería intermedia 32 de la carcasa 20. Los pasos 42 y 44 están en comunicación debido a la separación entre la pared de extremo 40 y el extremo adyacente de la tubería intermedia 32. De este modo, el fluido refrigerante es capaz de ser pasado a lo largo del paso 42, a través de la carcasa 20 y su conjunto 22 y después de vuelta por el paso 44.

La tubería intermedia 32 de conjunto 22 de punta tiene una superficie exterior cilíndrica que estrechamente adyacente a la tubería exterior 30. De este modo, el paso 44 es relativamente estrecho en su extensión radial, por lo menos dentro del conjunto 22, pero preferentemente también a lo largo de toda la extensión de la carcasa 20. Aunque varía con el diámetro de la lanza, la separación entre las tuberías intermedia y exterior 32 y 30 dentro del conjunto 22, pero preferentemente también a lo largo de toda la extensión de la carcasa 20, puede ser de aproximadamente 5 mm a 10 mm, tal como aproximadamente 8 mm, y ligeramente superior a una corta distancia por encima de la pared inferior en el extremo inferior de la tubería intermedia 32. Por el contrario, el paso 42 es relativamente ancho, tal como entre 15 a 30 mm entre la tubería interior e intermedia 28 y 32 de la carcasa 20. Sin embargo, la superficie periférica interior de la tubería intermedia 32 dentro del conjunto 22 de punta se estrecha de forma troncocónica con el fin de aumentar en grosor y disminuir en diámetro interior en una dirección que se extiende hacia la pared 40 de extremo. Como consecuencia, la extensión radial del paso 42 disminuye progresivamente dentro del conjunto 22. La disminución es, preferentemente, en una extensión radial del paso 42 que es similar a la del paso 44. Además, el espacio entre la pared 40 de extremo y el extremo adyacente de la tubería 38 es similar a la extensión radial del paso 44. De este modo, el fluido refrigerante suministrado a presión a lo largo del paso 42 provoca que aumente progresivamente en velocidad en su flujo entre las tuberías 28 y 32, y para fluir a una alta velocidad de flujo a través de la pared 40 de extremo y a lo largo del paso 44. Por consiguiente, el fluido refrigerante es capaz de lograr un alto nivel de la extracción de energía de calor de las superficies exteriores de la lanza 14, en su carcasa 20 y el conjunto 22 de punta y, por lo tanto, proteger contra el efecto de las altas temperaturas a las que la lanza se expone en uso.

El extremo de la lanza 14 que define el conjunto 22 de punta es la región más expuesta al desgaste y quemado. La disposición es tal que los extremos inferiores de las tuberías 28, 30 y 32 pueden ser cortados y un conjunto 22 de punta de reemplazo instalado, tal como por soldadura. La longitud de corte y reemplazo puede variar, por ejemplo en relación con la profundidad a la que se sumerge la salida de la lanza 14.

La tubería intermedia 32 de la lanza 14 se puede mantener en una relación fija con las tuberías 28 y 30, y con la pared 40 de extremo. Esto puede conseguirse por cualquier disposición conveniente. Una relación fija conserva la trayectoria de flujo para el fluido de refrigeración a lo largo del paso 42 y luego de vuelta a lo largo del paso 44 de modo que una velocidad requerida de la extracción de energía de calor por el fluido refrigerante es capaz de ser mantenida, en caso necesario mediante la variación de la velocidad de suministro de fluido de refrigeración al paso 42. Establecer y mantener la relación fija puede asegurarse mediante unas abolladuras pequeñas o de otra forma adecuada espaciada proporcionada en diversos lugares de la superficie superior de la pared 40 o la cara del extremo de la tubería 32. Tales espaciadores también puede ayudar a evitar el desarrollo injustificado de vibraciones

en la lanza 14.

Volviendo ahora a la cubierta 12, se observará que, aparte de grandes diámetros respectivos de las tuberías de las que se forma y la longitud de la cubierta 12, su construcción es la misma que la de la carcasa 20 y su conjunto 22 de punta. Por consiguiente, los componentes de la cubierta 12 tienen el mismo número de referencia que el usado para la carcasa 20 y su conjunto 22, más 100. Por lo tanto, una descripción adicional de la cubierta 12, por tanto, no es necesaria, más allá de señalar que tiene una carcasa 120 y un conjunto 122 de punta.

Con el uso de conjunto 10 de lanza, la superficie exterior de la lanza 14 hasta la cubierta 12 está provista de un revestimiento de escoria solidificada, como se describe anteriormente, mientras que tal revestimiento también se puede formar en la extensión inferior de la superficie exterior de la cubierta 12. Después de esto, el extremo inferior de la lanza 14 se sumerge a una profundidad requerida en un baño de escoria de la que se forma el revestimiento, pero con la extensión inferior de la cubierta 12 espaciada por encima del baño. Las reacciones pirometalúrgicas llevadas a cabo en un reactor que contiene el baño de escoria por lo general resultan en gases combustibles, principalmente monóxido de carbono e hidrógeno, evolucionando desde la escoria al espacio del reactor sobre el baño. Si es necesario, estos gases se pueden someter a post-combustión desde la cual la energía de calor es capaz de ser recuperada por la escoria. Para esto, el gas que contiene oxígeno puede ser suministrado al espacio del reactor siendo suministrado y emitiéndose desde el extremo inferior del paso 16.

La refrigeración principal de la cubierta 12 es por el líquido refrigerante que circula a lo largo del paso 142 y de vuelta a lo largo del paso 144, aunque alguna refrigeración adicional se logra mediante el gas inyectado a través del paso 16, por encima de la superficie del baño de escoria. Con la lanza 14, refrigeración sustancial es capaz de ser alcanzado por el gas a alta velocidad, inyectado subsónico a través del paso 26, mientras que la refrigeración sustancial adicional se logra por el líquido refrigerante que circula a lo largo del paso 42 y de vuelta a lo largo del paso 44. El equilibrio entre las dos acciones de refrigeración para la lanza 14 se puede variar cambiando la velocidad de flujo de masa a la que se hace circular el fluido refrigerante. Una vez más un mayor flujo de fluido refrigerante, en relación con la velocidad de flujo en el paso 42, causada por una constricción proporcionada por la extensión estrecha del paso 44 (al menos dentro del conjunto 22) mejora la extracción de energía de calor desde el conjunto 22 y la extensión inferior de la carcasa 20. Como consecuencia, la vida útil de la lanza aumenta por una reducción resultante en el desgaste y quemado, particularmente en el conjunto 22.

La disposición con lanza L de la figura 1 y la lanza 10 de la figura 2 es tal que el fluido refrigerante es capaz de ser distribuido a través de la carcasa de la lanza, como a lo largo de la carcasa en el extremo de salida por el flujo entre las tuberías de lanza más interior e intermedia de la carcasa y luego de vuelta a lo largo de la lanza, lejos del extremo de salida, por el flujo entre las tuberías intermedia y más exterior de lanza de la carcasa, o lo contrario de esta disposición de flujo. La respectiva pared W, 40 de extremo y una parte menor adyacente de la longitud de cada una de las tres tuberías de lanza de la carcasa S, 20, comprende un conjunto de punta de lanza reemplazable, por el que un conjunto de punta de lanza de quemado o desgastado es capaz de ser cortado de una parte principal de la longitud de cada una de las tres tuberías de lanza para permitir un conjunto de punta de lanza nuevo o reparado para ser soldado en su lugar. La pared W, 40 de extremo de la carcasa S, 20 está en y define el extremo de salida de la lanza. Además, al menos una tubería P4, 18 de lanza adicional define un orificio central 24, y al menos otra tubería P4, 18 de lanza está separada de la tubería de lanza más interior de la carcasa S, 20 para definir entre ellas un paso anular A, 42, por el que los materiales que pasan a lo largo del orificio y el paso son capaces de mezclarse adyacentes al extremo de salida de la lanza que se inyecta dentro de la capa de escoria.

La lanza L, 10 de TSL necesariamente es de grandes dimensiones. Además, en una ubicación remota desde el extremo de salida, tal como adyacente a un extremo superior o de entrada, la lanza tiene una estructura (no mostrada) mediante la cual es suspendible con el fin de colgar hacia abajo verticalmente dentro de un reactor de TSL. La lanza L, 10 tiene una longitud mínima de unos 7,5 metros, pero puede ser de hasta unos 20 metros de longitud, o incluso mayor, para un reactor de TSL grande de propósito especial. Más generalmente, la lanza varía de aproximadamente 10 a 15 metros de longitud. Estas dimensiones se refieren a la longitud total de la lanza hasta el extremo de salida definido por la pared de extremo de la carcasa. Al menos una tubería P4, 18 de lanza puede extenderse hasta el extremo de salida y por lo tanto tener una longitud total similar, pero, como se muestra, puede poner fin a una corta distancia, hacia el interior del extremo de salida, como por ejemplo hasta aproximadamente 1000 mm. La lanza tiene típicamente un diámetro grande, tal como se establece por un diámetro interior para la carcasa desde aproximadamente 100 a 650 mm, preferentemente de aproximadamente 200 a 500 mm, y un diámetro total desde 150 a 700 mm, preferentemente de aproximadamente 250 a 550 mm.

Cada una de las figuras 3 a 7 ilustra esquemáticamente una forma respectivo alternativa para el deflector que comprende la tubería 38 del conjunto 22 de punta de la lanza 14 y/o la tubería 138 de la cubierta 12, aunque el deflector empleado en la lanza 14 no necesita ser del mismo tipo que el usado en la cubierta 12. La tubería 60 de la figura 3 se diferencia de la tubería 38 o la tubería 138 de la figura 2. Cada una de las tuberías 38 y 138 tiene una superficie exterior cilíndrica que está a una distancia sustancialmente constante desde la tubería exterior 36, 136 respectiva, de manera que una velocidad de flujo de fluido refrigerante sustancialmente constante se mantiene entre las mismas en el paso 44. Por el contrario, el exterior superficie de la tubería 60 está perfilado de manera que, fluyendo hacia arriba en el paso 44, una velocidad de flujo de fluido progresivamente decreciente se habilita después

de la disminución de la velocidad de flujo resultante del diámetro exterior mayor en el extremo inferior de la tubería 60. Sometida a la disminución que no procede por debajo de un nivel que proporcione la eliminación de la energía de calor requerida de la tubería exterior 36 y/o 136, una buena eliminación de la energía desde el extremo inferior de conjunto 22 y/o 122 de punta es capaz de ser alcanzada.

5 Las respectivas tuberías 62 y 64 de las figuras 4 y 5 también se diferencian en la superficie exterior de la disposición de tuberías 38, 138. Aunque las tuberías 62 y 64 muestran formas respectivas, logran un resultado similar. En el caso de la tubería 62, una espiral elevada, reborde o cresta 63 se extiende en una formación helicoidal alrededor de la superficie exterior cilíndrica y puede ser continua o intermitente, tal como cuando se emplea una disposición de paleta. Por el contrario, la superficie exterior de la tubería 64 tiene una ranura helicoidal 65 formada en la misma. En cada caso, el fluido refrigerante es obligado a fluir de forma helicoidal en el paso 44 y/o 144, al menos dentro del conjunto 22 y/o 122 de punta. El reborde o cresta 63 alrededor de la tubería 62 se muestra como que es de corte transversal redondeado y puede ser proporcionado por cable soldado por puntos a la tubería 62. Sin embargo, el reborde o cresta 63 puede tener otras formas de corte transversal, mientras que la ranura 65 del tubo 64 puede tener una forma de corte transversal distinta de la forma rectangular que se muestra.

20 La tubería 66 de la figura 6 es similar en forma general a las tuberías 38 y 138. Sin embargo, se diferencia en que tiene una serie circunferencial de orificios 67 a través de la misma adyacente a su extremo inferior. El fluido refrigerante es capaz de pasar a través de los agujeros 67, además del paso de flujo alrededor del extremo inferior de la tubería 66. Por lo tanto, la energía de calor es capaz de ser eliminada de manera más eficaz desde el extremo inferior de una lanza 14 y/o 114 provista con una tubería 66.

25 La tubería 68 de la figura 7 es provista en su superficie exterior con una serie de canales o ranuras longitudinales 69, dando como resultado crestas longitudinales 70. En este caso, el grado de aumento de la velocidad de flujo de fluido refrigerante es menor que si las ranuras 69 no se hubiesen formado. Es decir, la velocidad de flujo depende del radio medio de la superficie exterior de la tubería 68.

30 Las respectivas tuberías 38 y 138 de la disposición de la figura 2, y las respectivas tuberías 60, 62, 64, 66 y 68 de las figuras 3 a 7, se pueden producir de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, las tuberías pueden ser mecanizadas o forjadas a partir de una palanquilla de un metal adecuado, o por colada de una forma sustancialmente final de metal adecuado.

35 El fluido refrigerante puede ser de cualquier líquido o gas adecuado. Se prefiere un agente de refrigeración líquido, y refrigerantes líquidos capaces de ser usados incluyen agua, líquidos iónicos y los materiales poliméricos adecuados, incluyendo compuestos orgánicos de silicio tales como siloxanos. Los ejemplos de polímeros de silicona específicos capaces de ser usados incluyen los fluidos de transferencia de calor disponibles bajo la marca registrada SYLTHERM, propiedad de la Dow Corning Corporation.

REIVINDICACIONES

- 1.- Una lanza de inyección sumergible superior accionable para su uso en una inyección de lanza sumergida superior dentro de una capa de escoria de un baño fundido en un proceso pirometalúrgico, en el que la lanza tiene una carcasa exterior de tres tuberías de lanza sustancialmente concéntricas que comprende una tubería más exterior, más interior e intermedia, la lanza incluyendo al menos una tubería de lanza adicional dispuesta sustancialmente concéntrica dentro de la carcasa, la carcasa incluyendo además una pared de extremo anular en un extremo de salida de la lanza, que une un extremo respectivo de las tuberías de lanza más exterior y más interior de la carcasa en un extremo de salida de la lanza y está separada de un extremo de salida de la tubería de lanza intermedia de la carcasa, la pared de extremo y una parte menor adyacente de la longitud de cada una de las tres tuberías de la carcasa comprenden un conjunto de punta de lanza reemplazable capaz de ser cortado de una parte principal de la longitud de las tres tuberías de la carcasa para permitir el reemplazo de las mismas; donde, en una ubicación remota desde el extremo de salida, tal como adyacente a un extremo superior o de entrada, la lanza tiene una estructura por la que es suspendible de manera que cuelga hacia abajo verticalmente, y la carcasa se adapta por lo que el fluido refrigerante es capaz de ser distribuido a través de la carcasa, por el flujo entre la tubería de lanza intermedia y una de las tuberías de lanza más interior y más exterior al extremo de salida y luego de vuelta a lo largo de la lanza, lejos del extremo de salida, por el flujo entre la tubería de lanza intermedia y el otro de las tuberías de lanza más interior y más exterior, la separación entre la pared de extremo y el extremo de salida de la tubería intermedia proporciona una constricción al flujo de fluido refrigerante capaz de funcionar para causar un aumento de la velocidad de flujo de fluido refrigerante entre la pared de extremo y el extremo de salida de la tubería intermedia; donde al menos una tubería de lanza adicional define un orificio central y tiene un extremo de salida separado del extremo de salida de la carcasa exterior, caracterizada porque una cámara de mezcla se define por la carcasa exterior entre los extremos de salida de la carcasa exterior y de al menos otra tubería, y al menos una tubería de lanza más está separada de la tubería de lanza más interior de la carcasa para definir entre ellas un paso anular, por el que el material combustible pasa a lo largo del orificio y el oxígeno que contiene gas que pasa a lo largo del paso anular son capaces de formar una mezcla de combustible en la cámara de mezcla y adyacente al extremo de salida de la lanza para la combustión de la mezcla que está siendo inyectada dentro de la capa de escoria.
- 2.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 1, en la que la constricción es accionable para proporcionar un flujo de fluido refrigerante a través de la pared de extremo en forma de una película delgada o corriente con relación al flujo antes y después de la constricción.
- 3.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que el extremo de la tubería de lanza intermedia hay definido un reborde que tiene una superficie convexa radialmente curvada que está orientada hacia la pared de extremo, por ejemplo, debido a que el reborde es una lágrima, o de forma redondeada similar, con el extremo de forma cóncava complementaria, tal como una forma semitoroide cóncava, por ejemplo sustancialmente semicircular en planos que contienen un eje para la lanza.
- 4.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 3, en la que la constricción entre el extremo de salida de la tubería intermedia y la pared de extremo es de grado sustancial radialmente de la lanza en planos que contienen un eje para la lanza, como con el reborde y la pared de extremo que proporcionan la constricción a través de un ángulo de hasta aproximadamente 180°, tal como de 90° a 180°.
- 5.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en la que la constricción continúa desde el reborde, entre la superficie exterior de la tubería de lanza intermedia y una superficie interior de la tubería más exterior, sobre al menos parte de la longitud de la lanza a lo largo de la que la tubería intermedia es de un mayor espesor de pared.
- 6.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que la constricción se define al menos en parte a partir de un redondeo del extremo de la tubería intermedia y entre la superficie exterior de la tubería intermedia y la superficie interior de la tubería más exterior, sobre al menos parte de la longitud de la lanza a lo largo de la que la tubería intermedia tiene un mayor espesor de pared, tal como con la constricción que se extiende a través de un ángulo de al menos 90°, tal como hasta aproximadamente 120°.
- 7.- La lanza de inyección sumergible superior de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la lanza incluye una cubierta anular dispuesta concéntricamente alrededor de una extensión superior de la carcasa separada del extremo de salida.
- 8.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 7, en la que la cubierta tiene una carcasa exterior de tres tuberías de cubierta sustancialmente concéntricas que comprenden una tubería más exterior, más interior e intermedia, y que incluye además una pared de extremo anular en un extremo de salida de la cubierta que se une a un extremo de salida respectivo de las tuberías de cubierta más exterior y más interior de la carcasa y está separada de un extremo de salida de la tubería de cubierta intermedia de la carcasa, por lo que el fluido refrigerante es capaz de ser distribuido a través de la carcasa, como a lo largo de la carcasa del extremo de salida por el flujo entre las tuberías de cubierta más interior e intermedia y luego de vuelta a lo largo de la cubierta, lejos del extremo de salida,

por el flujo entre las tuberías de cubierta intermedia y más exterior, o lo contrario de este flujo, y en el que el espacio entre la pared de extremo y el extremo de salida de la tubería intermedia proporciona una constricción al flujo de fluido refrigerante capaz de funcionar para causar un aumento en la velocidad de flujo de fluido refrigerante entre la pared de extremo y el extremo de salida de la tubería intermedia.

5 9.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 8, en la que la constricción de la cubierta es capaz de funcionar para proporcionar un flujo de fluido refrigerante a través de la pared de extremo de la cubierta en forma de una película delgada o corriente con relación al flujo antes y después de la constricción.

10 10.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en la que el extremo de la tubería de cubierta intermedia se define un reborde que tiene una superficie convexa radialmente curvada que está orientada hacia la pared de extremo, por ejemplo, debido a que la cabeza es de lágrima, o de forma redondeada similar, con el extremo de la forma cóncava complementaria, tal como de una forma semitoroide cóncava, por ejemplo sustancialmente semicircular en planos que contienen un eje para la cubierta.

15 11.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 10, en la que la constricción entre el extremo de salida de la tubería de cubierta intermedia y la pared de extremo es de grado sustancial radialmente de la cubierta en planos que contienen un eje para la cubierta, tales como con el reborde y la pared de extremo están cerca de proporcionar la constricción a través de un ángulo de hasta aproximadamente 180°, tal como de 90° a 180°.

20 12.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en la que la constricción continúa desde el reborde, entre la superficie exterior de la tubería de cubierta intermedia y una superficie interior de la tubería de cubierta más exterior, sobre al menos parte de la longitud de la cubierta a lo largo de la que la tubería intermedia es de un mayor espesor de pared.

25 13.- La lanza de inyección sumergible superior de la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en la que la constricción se define al menos en parte a partir de un redondeo del extremo de la tubería de cubierta intermedia y entre la superficie exterior de la tubería de cubierta intermedia y la superficie interior de la tubería de cubierta más exterior, sobre al menos parte de la longitud de la cubierta a lo largo de la que la tubería intermedia tiene un mayor espesor de pared, tal como con la constricción que se extiende a través de un ángulo de al menos 90°, tal como hasta aproximadamente 120°.

30 14.- La lanza de inyección sumergible superior de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que los resultados de constricción en una velocidad de flujo de fluido refrigerante a través de la misma que es mayor que la velocidad de flujo aguas arriba de la constricción por un factor de aproximadamente 6 a 20.

35 15.- La lanza de inyección sumergible superior de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 ó 14, en la que la lanza es de aproximadamente 7,5 a aproximadamente 25 metros de longitud, como de 10 a 20.

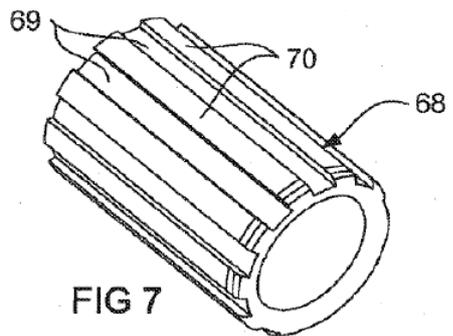
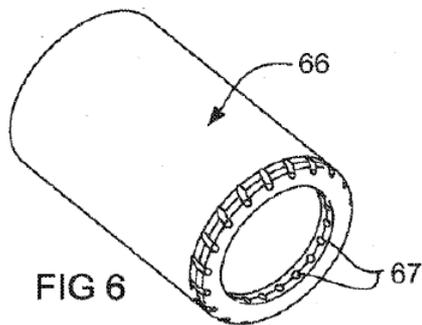
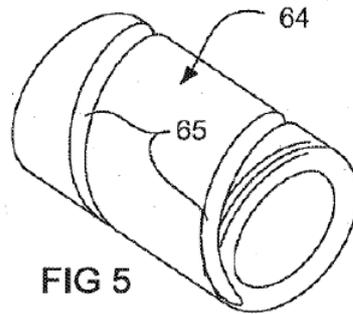
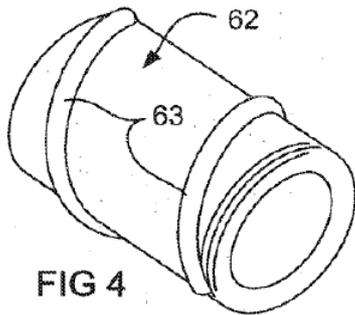
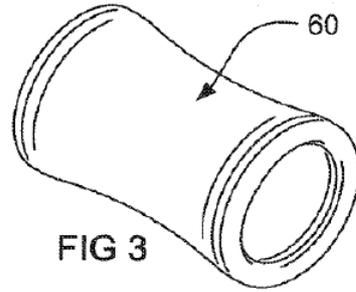
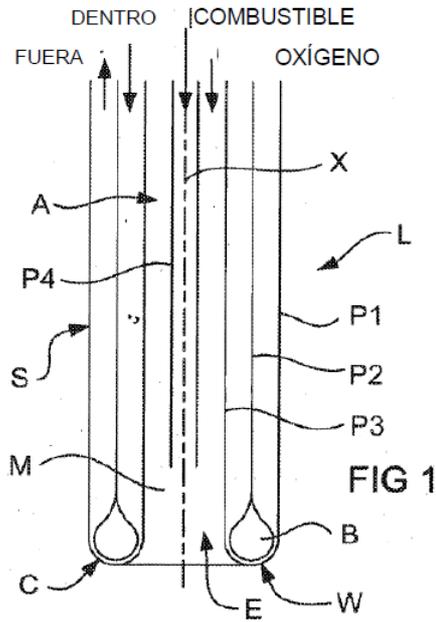
40 16.- La lanza de inyección sumergible superior de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, 14 ó 15, en la que la cubierta de la lanza tiene un diámetro interior de aproximadamente 100 mm a 650 mm, tal como de aproximadamente 200 mm a 500 mm y un diámetro exterior de 150 mm a 700 mm, por ejemplo de 250 mm a 550 mm.

45 17.- La lanza de inyección sumergible superior de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 ó 14 a 17, en la que la tubería de lanza se extiende más al extremo de salida de la lanza.

50 18.- La lanza de inyección sumergible superior de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 ó 14 a 17, en la que la tubería de lanza adicional termina dentro de la carcasa hasta 1000 mm desde el extremo de salida.

19.- La lanza de inyección sumergible superior de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, ó 14 a 18, en la que la lanza incluye una cubierta anular dispuesta concéntricamente alrededor de una extensión superior de la carcasa y separada del extremo superior, y en la que la cubierta está de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13.

REFRIGERACIÓN



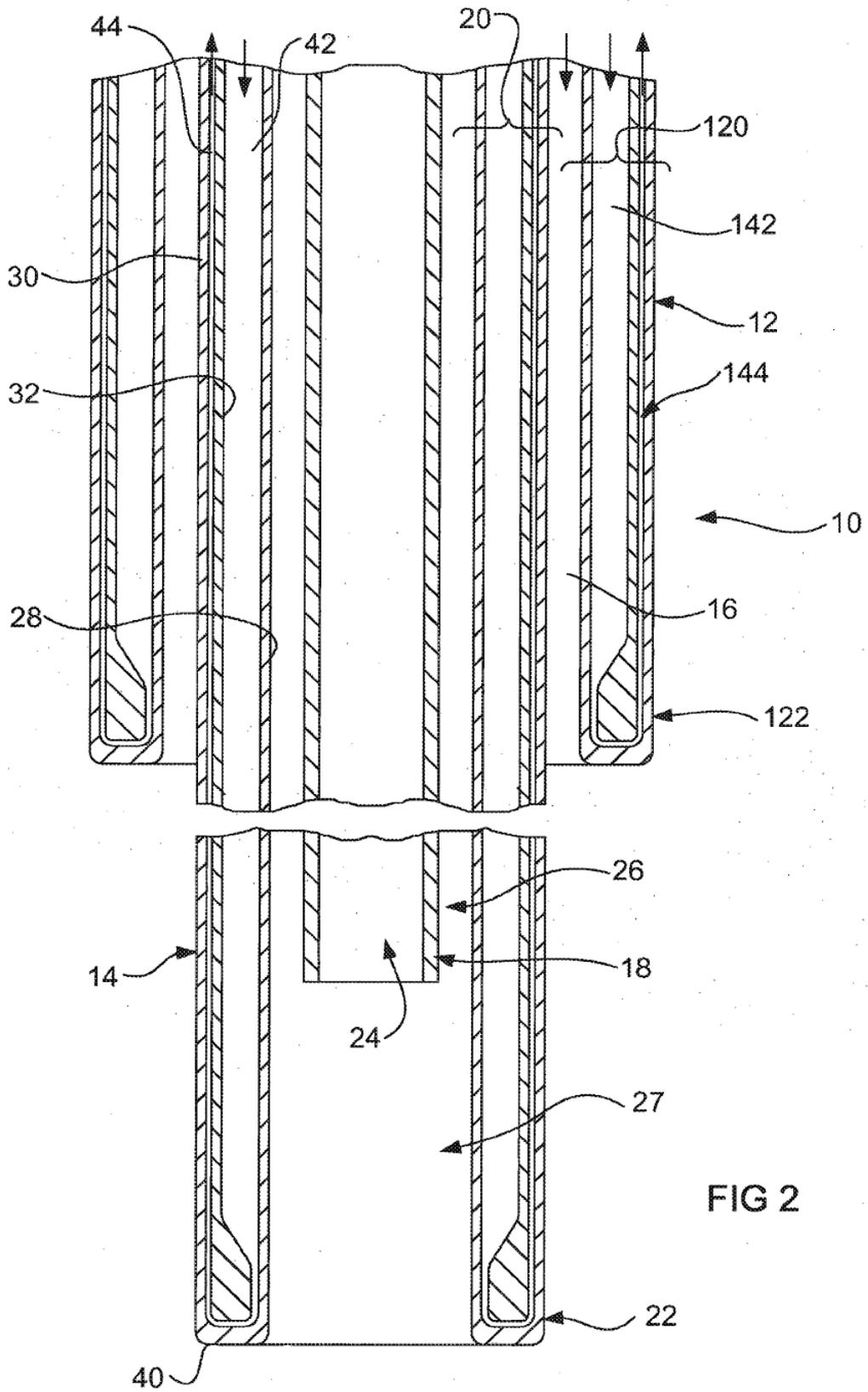


FIG 2