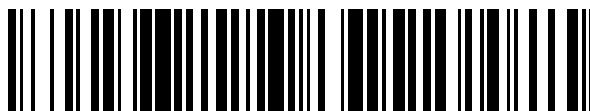


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 790 630**

51 Int. Cl.:

F16L 58/18 (2006.01)
F16L 57/00 (2006.01)
F16L 58/08 (2006.01)
F16L 58/14 (2006.01)
F16L 59/147 (2006.01)
F16L 59/20 (2006.01)
F16L 13/02 (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2012 E 12176983 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 2548996**

54 Título: **Protección contra la formación de polvo metálico para conjuntos de tubos soldados**

30 Prioridad:

18.07.2011 US 201161508814 P
05.08.2011 US 201113204110

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.10.2020

73 Titular/es:

AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC. (100.0%)
7201 Hamilton Boulevard
Allentown, PA 18195-1501, US

72 Inventor/es:

DORSCH, LARRY THOMAS;
LICHT, WILLIAM ROBERT y
KERSTETTER, DAVID R.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 790 630 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

Protección contra la formación de polvo metálico para conjuntos de tubos soldados

5 Antecedentes

La presente invención se refiere a un método para proteger un conjunto de tubos soldados contra la formación de polvo metálico y a un conjunto de tubos soldados adecuado para realizar el método. La presente invención es útil para transportar gases comprendiendo monóxido de carbono a temperaturas superiores a 425°C, evitando al mismo tiempo la formación de polvo metálico del conjunto de tubos soldados.

La corrosión por formación de polvo metálico es un problema significativo para procesos industriales en los que gases comprendiendo monóxido de carbono son transportados a una temperatura elevada. En estas condiciones, el gas reacciona con el tubo de metal. La reacción puede producir un picado rápido o el deterioro general de la aleación del tubo. El carbono se difunde al metal a menudo con recorridos de difusión preferentes a lo largo de los límites de grano. El carbono puede hacer que los granos se separen de la masa como un metal en polvo rico en carbono. Este mecanismo de corrosión también se conoce como carburización catastrófica.

Muchos procesos industriales usan o producen gases conteniendo monóxido de carbono. La producción de estos gases se hace generalmente a temperatura elevada. Los ejemplos incluyen producción de hidrógeno o gas de síntesis por reformado con vapor, reformado autotérmico, oxidación parcial y gasificación. Hacia abajo de estas unidades de producción, los tubos pueden estar sujetos a corrosión por formación de polvo metálico. El gas de síntesis, también llamado singas, es una mezcla de hidrógeno y monóxido de carbono.

Se han propuesto varias soluciones para reducir la formación de polvo metálico, incluyendo el uso de recubrimientos superficiales que aumentan la resistencia a la corrosión de los tubos. Por ejemplo, las superficies interiores de los tubos pueden estar aluminizadas para limitar la formación de polvo metálico.

La aluminización efectiva se lleva a cabo generalmente por deposición química al vapor a temperatura alta que da lugar a una capa de difusión rica en aluminio en la superficie del material recubierto. Los componentes fabricados pueden ser aluminizados de esta forma, pero hay algunos problemas. Un problema es que el tamaño del componente a aluminizar queda limitado por el tamaño del horno y la retorta en la que el componente se ha de colocar. Hornos y retortas más grandes son teóricamente posibles, pero controlar la uniformidad de la temperatura necesaria para lograr un recubrimiento efectivo cada vez es más difícil y en último término da lugar a una limitación práctica. Otro problema es que los componentes se distorsionan debido a la exposición a temperatura alta que puede limitar el tamaño y la complejidad de los componentes prefabricados. Así, hay que hacer el montaje final del equipo in situ.

El montaje del equipo por soldadura de conexiones de tubo presenta problemas cuando el tubo y/o el equipo ha sido recubierto para proteger contra la formación de polvo metálico. Esto es debido a que la soldadura destruye la protección de la zona soldada y afecta adversamente a la protección de la zona adyacente.

La industria desea métodos para evitar la formación de polvo metálico de conjuntos de tubos soldados.

La industria desea métodos para evitar la formación de polvo metálico de conjuntos de tubos soldados que pueden ser aplicados in situ.

La industria desea conjuntos de tubos soldados protegidos contra la formación de polvo metálico.

La industria desea conjuntos de tubos soldados protegidos contra la formación de polvo metálico que se pueden construir in situ.

Un conjunto de tubos soldados según el preámbulo de la reivindicación 1 y un método para proteger un conjunto de tubos soldados según el preámbulo de la reivindicación 12 son conocidos por WO 2004/082824 A1.

US 3 965 555 A describe un conjunto de tubos soldados comprendiendo dos tubos y un recubrimiento interior para proteger los tubos contra la erosión. Los tubos están unidos por medio de una junta soldada. Para reducir la transferencia de calor al recubrimiento termodegradable, se coloca un material aislante entre la junta soldada y el recubrimiento interior.

US 4 640 532 A describe un conjunto de tubos soldados comprendiendo tubos soldados a acopladores. Los tubos y los acopladores están cubiertos con protectores. Un material aislante está dispuesto en una ranura debajo de la junta soldada.

También se conocen conjuntos de tubos y métodos para unir tubos por EP 0 366 299 A2, WO 2005/01719 A1, WO 2010/049667 A1, US 2005/005983 A1, US 2 895 747 A y US 3 575 445 A.

Breve resumen

5 La solución para una mejor protección contra la formación de polvo metálico para conjuntos de tubos soldados se logra con el conjunto de tubos soldados según la reivindicación 1 y el método según la reivindicación 12. Las reivindicaciones dependientes 2-11 y 13-15 proporcionan realizaciones preferidas.

El uno o varios retenes de la reivindicación 5 pueden ser en concreto de metal.

10 El aro de refuerzo de la reivindicación 6 puede ser en concreto de metal.

En el conjunto de tubos soldados según la reivindicación 3, el material de soldadura puede ser tolerante a aluminio.

15 En el conjunto de tubos soldados según la reivindicación 8, el material aislante puede estar encerrado al menos parcialmente por un segmento del primer tubo y un segmento del segundo tubo.

20 En el conjunto de tubos soldados según la reivindicación 10, la primera parte de extremo del primer retén puede estar unida al primer tubo por una segunda junta soldada estanca a los fluidos y la primera parte de extremo del segundo retén puede estar unida al segundo tubo por una tercera junta soldada estanca a los fluidos.

El primer aislamiento térmico puede estar encamisado.

El segundo aislamiento térmico puede estar encamisado.

25 **Breve descripción de varias vistas de los dibujos**

La figura 1 ilustra un conjunto de tubos soldados con retenes en contacto.

30 La figura 2 ilustra un conjunto de tubos soldados con retenes solapados.

La figura 3 ilustra un conjunto de tubos soldados con extremos de tubo modificados.

Descripción detallada

35 Los artículos "un/uno/una" en el sentido en que se usan en este documento significan uno o varios cuando se aplican a cualquier característica en las realizaciones de la presente invención descrita en la memoria descriptiva y las reivindicaciones. El uso de "un/uno/una" no limita el significado a una sola característica a no ser que tal límite se indique específicamente. Los artículos "el/la/los/las" ante sustantivos en singular o plural o expresiones sustantivas indican una característica especificada concreta o características especificadas concretas y pueden tener una connotación singular o plural dependiendo del contexto en el que se usen. El adjetivo "cualquier" significa uno, algunos o todos de forma indiscriminada de cualquier cantidad. El término "y/o" colocado entre una primera entidad y una segunda entidad quiere decir una de la primera entidad, (2) la segunda entidad, y (3) la primera entidad y la segunda entidad. El término "y/o" colocado entre las dos últimas entidades de una lista de 3 o más entidades significa al menos una de las entidades de la lista.

45 La presente invención se refiere a un método para proteger un conjunto de tubos soldados contra la formación de polvo metálico y a un conjunto de tubos soldados adecuado para realizar el método. El conjunto de tubos soldados comprende dos tubos, material de soldadura y un material aislante que aísla el material de soldadura de cualquier gas caliente transportado a través del conjunto de tubos soldados. La presente invención es especialmente útil para transportar gases comprendiendo monóxido de carbono a temperaturas superiores a 425°C, evitando al mismo tiempo la formación de polvo metálico del conjunto de tubos soldados.

50 Se transporta gas caliente comprendiendo CO a través del conjunto de tubos soldados comprendiendo un primer tubo y un segundo tubo, estando conectados el primer tubo y el segundo tubo por una junta soldada. Cada uno del primer tubo y el segundo tubo tiene un lado exterior y un lado interior opuesto al lado exterior. Cada uno del lado interior del primer tubo y el lado interior del segundo tubo tiene una barrera a la penetración de carbono (explicada más adelante).

60 Dado que los gases comprendiendo monóxido de carbono son transportados a temperaturas superiores a 425°C, es deseable por lo general aislar térmicamente el sistema de tubos para minimizar las pérdidas de energía del sistema de tubos.

65 El método comprende aislar térmicamente el lado exterior del primer tubo lejos de la junta soldada y exponer térmicamente una zona del lado exterior del primer tubo adyacente a la junta soldada.

"Aislar térmicamente" y "exponer térmicamente" quieren decir que el calor se quita a una tasa más rápida del lado exterior térmicamente expuesto del tubo adyacente a la junta soldada que del lado exterior térmicamente aislado del tubo lejos de la junta soldada. El tubo puede estar térmicamente aislado proporcionándole cualquier forma de aislamiento térmico.

5 El método también comprende aislar térmicamente el lado exterior del segundo tubo lejos de la junta soldada y exponer térmicamente una zona del lado exterior del segundo tubo adyacente a la junta soldada.

10 El método también comprende exponer térmicamente la superficie exterior de la junta soldada.

El método también comprende aislar térmicamente la junta soldada opuesta a la superficie exterior expuesta, una parte del lado interior del primer tubo adyacente a la junta soldada, y una parte del lado interior del segundo tubo adyacente a la junta soldada con un material aislante. El material aislante puede ser un material aislante flexible.

15 Según el método, en combinación, el material aislante que aísla térmicamente la junta soldada, la parte del lado interior del primer tubo y la parte del lado interior del segundo tubo, la zona expuesta del lado exterior del primer tubo, la zona expuesta del lado exterior del segundo tubo y la superficie exterior expuesta de la junta soldada son suficientes para mantener una temperatura de la superficie exterior de la junta soldada por debajo de 400°C, o por debajo de 350°C o por debajo de 300°C. Los expertos pueden determinar fácilmente combinaciones adecuadas de material aislante y zona superficial exterior no aislada requeridas para mantener la temperatura de la junta soldada por debajo de la temperatura deseada (400°C, 350°C o 300°C) para varios rangos esperados de temperatura para el gas transportado y las condiciones ambientales esperadas.

20 La temperatura de la superficie exterior de la junta soldada puede ser medida por cualquier técnica adecuada, por ejemplo, con un termómetro de infrarrojos o termopar de contacto.

25 El método puede comprender además blindar el material aislante contra el gas caliente que es transportado a través de los tubos.

30 El método se puede llevar a cabo con los conjuntos de tubos soldados ilustrados en las figuras. La presente invención también se refiere al conjunto de tubos soldados.

El conjunto de tubos soldados se describe con referencia a las figuras, donde números de referencia análogos hacen referencia a elementos análogos en las varias realizaciones.

35 El conjunto de tubos soldados 1 comprende:

un primer tubo 10 que tiene un lado exterior 12 y un lado interior 14 opuesto al lado exterior 12, teniendo el lado interior del primer tubo 10 una barrera a la penetración de carbono;

40 un segundo tubo 20 que tiene un lado exterior 22 y un lado interior 24 opuesto al lado exterior, teniendo el lado interior del segundo tubo 20 una barrera a la penetración de carbono;

45 un material de soldadura que forma una junta soldada estanca a los fluidos 30 que conecta un extremo 16 del primer tubo 10 a un extremo 26 del segundo tubo 20; y

un material aislante 50 en relación espaciada fija a la junta soldada 30, estando colocado el material aislante para reducir la transferencia de calor desde cualquier fluido que pasa a través del primer tubo 10 y el segundo tubo 20 a la junta soldada 30.

50 En el sentido en que se usa en este documento, un material aislante es cualquier material que reduce la transferencia de calor y tiene una conductividad térmica en masa menor de 5 W/mK. El material aislante puede tener una conductividad térmica en masa de menos de 1 W/mK.

55 El material aislante puede ser flexible. En el sentido en que se usa en este documento, flexible quiere decir no rígido y capaz de adaptarse a la contracción y la expansión de su entorno sin fallar de forma catastrófica. Los ejemplos de materiales flexibles incluyen aislamiento en forma de mantas, borras, módulos, fieltro, papel y fibra suelta (a granel). Estos materiales pueden ser fibra de cerámica, espumas o aislamiento microporoso. Estos materiales también pueden ser adhesivos o masillas y pueden ser cualquier combinación de los anteriores o pueden incluir componentes bastante rígidos tales como formas o placas formadas al vacío y capas flexibles. Los principales fabricantes de tales productos incluyen Thermal Ceramics and ANH Refractories. El material aislante puede ser una cerámica comprendiendo uno o varios de SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, ZrO y Cr₂O₃.

60 Los expertos en la técnica pueden seleccionar un material aislante adecuado en base a su conductividad térmica en masa, peso, plasticidad, y/u otras propiedades relevantes. El grosor requerido del material aislante puede ser calculado por los expertos en la técnica en base, por ejemplo, a la temperatura esperada y las propiedades del gas

transportado en el tubo, el rango esperado de condiciones ambientales, y la temperatura deseada de la junta soldada.

En el sentido en que se usa en este documento, un tubo es cualquier conducto o cuerpo hueco para transportar un fluido. El tubo puede tener una sección transversal circular o cualquier otra sección transversal adecuada. Se prevé generalmente que el tubo tenga una sección transversal redonda, pero se espera un cierto grado de ovalidad. El tubo puede ser producido por vaciado, extrusión, laminado y soldadura de hoja plana, o por otros métodos conocidos. El tubo puede ser recto, en forma de codo, en forma de T, u otra forma adecuada. La sección transversal del tubo puede aumentar o disminuir a lo largo de su longitud.

El primer tubo 10 y el segundo tubo 20 se pueden construir a partir de cualquier metal o aleación adecuada para el servicio en el que se emplea. Los expertos en la técnica pueden seleccionar fácilmente de entre varios metales y aleaciones en base a la disponibilidad, el costo, la resistencia, la compatibilidad química, etc. El primer tubo y el segundo tubo se pueden construir a partir de aceros inoxidables tales como 304, 316 o 347. El primer tubo y el segundo tubo se pueden construir de aleaciones de grado más alto tales como aleación 800 o 617 o de aleaciones de grado más bajo tales como los materiales ASTM A335 P11 o P22.

En el sentido en que se usa en este documento, un material de soldadura es cualquier material adecuado para formar una junta soldada, tal como alambre de soldadura. Dado que el artículo "un/uno/una" quiere decir uno o varios cuando se aplica a cualquier característica, uno o varios materiales de soldadura pueden ser usados para formar la junta soldada estanca a los fluidos. Puede usarse cualquier material de soldadura adecuado que sea apropiado para la aleación del tubo y los requisitos de resistencia. Puede haber limitaciones adicionales en la elección del material de soldadura si el recubrimiento barrera se incorpora a la soldadura. Dado que este método protege la soldadura y el material del tubo adyacente contra la formación de polvo metálico, el recubrimiento no tiene que extenderse por todo el bisel de soldadura.

El lado interior del primer tubo puede estar aluminizado para formar la barrera a la penetración de carbono del primer tubo, y el lado interior del segundo tubo puede estar aluminizado para formar la barrera a la penetración de carbono del segundo tubo.

La superficie aluminizada se puede formar por cualquier técnica de aluminización conocida. La aluminización para formar una superficie aluminizada incluye técnicas de deposición química al vapor, pulverización en frío, pulverización por plasma, pulverización a la llama y pulverización de arco.

La barrera a la penetración de carbono del primer tubo puede ser un primer recubrimiento de difusión y la barrera a la penetración de carbono del segundo tubo puede ser un segundo recubrimiento de difusión. El primer recubrimiento de difusión y el segundo recubrimiento de difusión pueden ser el mismo tipo de recubrimiento de difusión. Los recubrimientos de difusión pueden comprender aluminio.

En el sentido en que se define en este documento, y en consonancia con la Designación ASTM B 875-96 (nuevamente aprobada en 2008), un recubrimiento de difusión es uno producido haciendo que un elemento reaccione con la superficie, o se difunda a ella, o ambos, de un sustrato metálico, alterando así químicamente la superficie del sustrato.

Un recubrimiento de difusión también puede denominarse una capa de aleación de difusión. El recubrimiento de difusión se puede formar por deposición química al vapor u otro proceso conocido. Por ejemplo, Endurance Technologies ofrece EndurAlon™, un proceso de aleación de difusión que difunde moléculas de aluminio directamente a un material de sustrato.

Se puede usar cualquier barrera adecuada a la penetración de carbono. La barrera puede comprender uno o varios de cromo, silicio, aluminio, titanio, estaño e itrio.

La barrera a la penetración de carbono puede ser degradada o estropeada en la zona afectada por calor cerca de la junta soldada a causa de la soldadura y/o la preparación para la soldadura. La barrera a la penetración de carbono del primer tubo puede cubrir una parte del lado interior del primer tubo no cubierta por el material aislante. La barrera a la penetración de carbono del segundo tubo puede cubrir una parte del lado interior del segundo tubo no cubierta por el material aislante.

El conjunto de tubos soldados puede comprender además un aro de refuerzo 40 próximo a la junta soldada 30, teniendo el aro de refuerzo 40 una cara donde la cara contacta una parte del lado interior 14 del primer tubo 10 y también contacta una parte del lado interior 24 del segundo tubo 20. Cualquier aro de refuerzo adecuado puede ser usado. El aro de refuerzo puede ser de metal y construirse de cualquier metal adecuado conocido en la técnica. El aro de refuerzo, si se usa, se coloca para facilitar la formación de la junta soldada sin porosidad.

El conjunto de tubos soldados puede comprender además uno o varios retenes 60, 70 que sujetan el material aislante 50 en posición. El uno o varios retenes 60, 70 pueden ser de metal. El uno o varios retenes también pueden

actuar como un blindaje o barrera para impedir que el gas de proceso entre en contacto con el material aislante, el aro de refuerzo y/o el material de soldadura. El uno o varios retenes pueden ayudar a evitar la erosión y/o la abrasión del material aislante. El material aislante está encerrado al menos parcialmente por el uno o varios retenes, un segmento del primer tubo, un segmento del segundo tubo, y el aro de refuerzo opcional, si está presente.

5 El uno o varios retenes pueden colocarse para blindar o proporcionar una barrera a las zonas afectadas por calor del primer tubo y el segundo tubo adyacentes a la junta soldada. La sección de tubo adyacente a la junta soldada se calienta durante la soldadura y se denomina la zona afectada por calor. La zona afectada por calor, o parte de ella, se limpia a menudo antes de la operación de soldadura. El calentamiento y/o la limpieza pueden afectar a las propiedades de la superficie del tubo en la zona afectada por calor. Por ejemplo, si el tubo está recubierto o aluminizado, el calentamiento y/o la limpieza pueden afectar adversamente al recubrimiento o a las propiedades superficiales dando lugar a reducida protección contra la formación de polvo metálico. La apropiada colocación del aislamiento proporciona el efecto técnico que evita cualquier efecto adverso de las propiedades superficiales degradadas debido al calentamiento y/o limpieza antes de la soldadura.

15 Cuando la barrera a la penetración de carbono comprende aluminio, el material de soldadura es preferiblemente tolerante al aluminio. Un material de soldadura tolerante al aluminio es cualquier material de soldadura que, cuando se interfunde con aluminio, no se fisura durante el servicio. Los materiales de soldadura adecuados incluyen y pueden seleccionarse a partir de uno o varios de Inconel® 53MD, Inconel® 52, Inconel® 52M, Inconel® 152, Inconel®72, Inconel®72M, Inconel® 117 e Inconel®617.

20 En el caso de que los retenes 60 y 70 no actúen como un blindaje o barrera para impedir que el gas de proceso contacte el material aislante, el aro de refuerzo opcional, y/o el material de soldadura, el conjunto de tubos soldados puede comprender además un blindaje separado (no representado en las figuras). El blindaje, si lo hay, está en relación espaciada fija a la junta soldada. El material aislante está encerrado al menos parcialmente por un segmento del primer tubo, un segmento del segundo tubo, el aro de refuerzo opcional, si lo hay, y el blindaje, si lo hay.

25 Para facilitar el mantenimiento de la superficie exterior de la junta soldada por debajo de 400°C, el lado exterior 12 del segmento de tubo 10 puede no estar aislado, el lado exterior 22 del segmento de tubo 20 puede no estar aislado, y la superficie exterior de la junta soldada 30 puede no estar aislada. La superficie exterior de la junta soldada es la superficie orientada en dirección contraria al material aislante 50.

30 Para reducir las pérdidas de calor del conjunto de tubos soldados, el conjunto de tubos soldados puede comprender además un aislamiento térmico 80 dispuesto para aislar térmicamente el lado exterior 12 del primer tubo 10 lejos de la junta soldada 30 y un aislamiento térmico 90 dispuesto para aislar térmicamente el lado exterior 22 del segundo tubo 20 lejos de la junta soldada 30. El aislamiento térmico puede ser manta de fibra de cerámica, un producto del tipo de silicato de calcio, u otro aislamiento térmico adecuado conocido en la técnica.

35 El aislamiento térmico 80 y el aislamiento térmico 90 pueden estar encamisados. La camisa puede ser una lámina de acero inoxidable o aluminio de calibre fino enrollada alrededor del aislamiento para proteger el aislamiento contra la intemperie.

40 La combinación de tener aislamiento térmico en el primer tubo 10 y el segundo tubo 20 lejos de la junta soldada, y de tener un material aislante 50 colocado para reducir la transferencia de calor desde cualquier fluido que pase a través de los tubos a la junta soldada 30, mientras el lado exterior 12 de un segmento de tubo 10 adyacente a la junta soldada 30 no está aislado (es decir, la zona expuesta del primer tubo), el lado exterior 22 del segundo tubo 20 adyacente a la junta soldada 30 no está aislado (es decir, la zona expuesta del segundo tubo), y la superficie exterior de la junta soldada no está aislada (es decir, la superficie exterior expuesta de la junta soldada) puede proporcionar el requisito del método que consiste en mantener la temperatura de la superficie exterior de la junta soldada por debajo de 400°C.

45 El intervalo entre el aislamiento 80 en el lado exterior del tubo 10 y el aislamiento 90 en el lado exterior del tubo 20 puede tener una longitud del orden de 50 mm a 1000 mm.

50 La longitud del material aislante 50 puede ser del rango de 50 mm a 1000 mm. La longitud corresponde a la dimensión longitudinal de los tubos.

55 Las zonas aisladas interior y exterior pueden solaparse o puede haber un intervalo entre las dos.

60 La figura 1 representa un conjunto de tubos soldados donde los retenes están en contacto. El primer retén 60 sujeta una primera parte del material aislante 50 y el segundo retén 70 sujeta una segunda parte del material aislante 50. El primer retén 60 tiene una primera parte de extremo 62 y una segunda parte de extremo 64. La primera parte de extremo 62 del primer retén 60 está unida al primer tubo 10. El segundo retén 70 tiene una primera parte de extremo 72 y una segunda parte de extremo 74. La primera parte de extremo 72 del segundo retén 70 está unida al segundo

tubo 20. La segunda parte de extremo 64 del primer retén 60 apoya contra la segunda parte de extremo 74 del segundo retén 70.

La figura 2 representa un conjunto de tubos soldados donde los retenes están solapados. El primer retén 60 sujeta una primera parte del material aislante 50 y el segundo retén 70 sujeta una segunda parte del material aislante 50. El primer retén 60 tiene una primera parte de extremo 62 y una segunda parte de extremo 64. La primera parte de extremo 62 del primer retén 60 está unida al primer tubo 10. El segundo retén 70 tiene una primera parte de extremo 72 y una segunda parte de extremo 74. La primera parte de extremo 72 del segundo retén 70 está unida al segundo tubo 20. La segunda parte de extremo 64 del primer retén 60 solapa la segunda parte de extremo 74 del segundo retén 70.

La figura 3 representa un conjunto de tubos soldados con extremos de tubo modificados. La figura 3 representa los retenes solapados 60 y 70, sin embargo, los extremos de tubo modificados también se pueden usar con retenes en contacto. Los extremos de tubo pueden estar abocinados o modificados de otro modo como se representa, de modo que el aislamiento interno no obstruya el flujo del gas en los tubos.

En cualquiera de los conjuntos de tubos soldados representados en las figuras, el primer retén 60 puede estar unido al primer tubo 10 por varias soldaduras por puntos, una soldadura de filete de circunferencia completa, encaje a presión, o cualquier medio de montaje adecuado.

Una soldadura de filete de circunferencia completa proporciona el beneficio de formar una junta estanca para impedir que el gas de proceso llegue detrás de los retenes y expulse el material aislante del retén. Dado que las soldaduras de filete internas que unen los retenes están expuestas al gas de proceso a la temperatura del gas de proceso, las soldaduras de filete internas estarán sometidas a formación de polvo metálico. El retén puede estar instalado con una soldadura de filete de circunferencia completa y aluminizado junto con el interior del tubo para protegerlo contra la formación de polvo metálico. Alternativamente estas soldaduras pueden protegerse manteniendo la temperatura de estas soldaduras por debajo de su temperatura de formación de polvo metálico proporcionando una combinación de aislamiento interior y exterior que da lugar a temperaturas más frías y a bajas tasas de formación de polvo metálico. Los retenes pueden ser "cilindros" plenos de modo que, hasta que no esté completamente deteriorada la soldadura de filete interna, el retén no pueda ser quitado hacia abajo de la junta soldada. Además, el material aislante puede estar herméticamente empaquetado entre los retenes y los tubos de modo que el gas de proceso no fluya a través del material aislante ajustadamente empaquetado, dado que el gas de proceso tenderá a seguir el recorrido de menor resistencia al flujo.

De acuerdo con la soldadura de filete de circunferencia completa, la primera parte de extremo 62 del primer retén puede estar unida al primer tubo 10 por una junta soldada estanca a los fluidos 66 y la primera parte de extremo 72 del segundo retén 70 puede estar unida al segundo tubo 20 por una junta soldada estanca a los fluidos 76.

Como se representa en la figura 1 y la figura 2, el primer retén 60 puede tener una parte de pared 68 que converge hacia dentro de la primera parte de extremo 62 del primer retén 60.

Como se representa en la figura 1 y la figura 2, el segundo retén 70 puede tener una parte de pared 78 que diverge hacia fuera hacia el primer extremo del segundo retén 70.

Ejemplos

Se fabricó y comprobó un conjunto de tubos soldados que se asemejaba estrechamente a la figura 2. El diámetro del tubo era de aproximadamente 35 cm. El material aislante en el interior del tubo era aislamiento de fibra de cerámica con un grosor de aproximadamente 2 cm. La longitud de la zona internamente aislada era aproximadamente 20 cm.

Las temperaturas de la superficie exterior de los tubos se midieron usando un termómetro de infrarrojos en la soldadura no aislada, una zona no aislada ligeramente hacia arriba de la soldadura, y una zona no aislada ligeramente hacia abajo de la soldadura. La temperatura se midió en 4 posiciones alrededor de la circunferencia: la posición de las 12 horas (superior), la posición de las 3 horas, la posición de las seis horas y la posición de las 9 horas.

La Tabla 1 expone las temperaturas medidas de un primer conjunto de tubos soldados. Las temperaturas del gas que fluía a través del conjunto de tubos soldados era aproximadamente 570°C.

Los resultados demuestran que la temperatura del tubo, en particular la temperatura de la soldadura, puede mantenerse por debajo de 400°C.

Tabla 1

Posición	T	T	T
	Hacia abajo (°C)	Soldadura (°C)	Hacia arriba (°C)

ES 2 790 630 T3

Las 12 horas	307	163	240
Las 3 horas	306	169	267
Las 6 horas	317	143	281
Las 9 horas	243	131	242

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de tubos soldados comprendiendo:

5 un primer tubo (10) que tiene un lado exterior y un lado interior opuesto al lado exterior, teniendo el lado interior del primer tubo una barrera a la penetración de carbono;

un segundo tubo (20) que tiene un lado exterior y un lado interior opuesto al lado exterior, teniendo el lado interior del segundo tubo una barrera a la penetración de carbono;

10 estando contruidos el primer tubo (10) y el segundo tubo (20) a partir de un metal o aleación;

un material de soldadura que forma una junta soldada estanca a los fluidos (30) que conecta un extremo (16) de un segmento del primer tubo (10) a un extremo (26) de un segmento del segundo tubo (20); y

15 un material aislante (50) en relación espaciada fija a la junta soldada (30), estando colocado el material aislante para reducir la transferencia de calor desde cualquier fluido que pasa a través del primer tubo (10) y el segundo tubo (20) a la junta soldada (30);

20 donde el lado exterior del segmento del primer tubo (10) no está aislado, el lado exterior del segmento del segundo tubo (20) no está aislado, y una superficie exterior de la junta soldada (30) no está aislada; **caracterizado porque**

el material aislante (50) está encerrado al menos parcialmente por el segmento del primer tubo (10) y el segmento del segundo tubo (20);

25 un primer aislamiento térmico (80) está dispuesto para aislar térmicamente el lado exterior del primer tubo (10) lejos de la junta soldada (30); y

30 un segundo aislamiento térmico (90) está dispuesto para aislar térmicamente el lado exterior del segundo tubo (20) lejos de la junta soldada (30).

2. El conjunto de tubos soldados según la reivindicación 1, donde el material aislante es flexible.

3. El conjunto de tubos soldados de la reivindicación 1 o la reivindicación 2 y una de las características siguientes:

35 (i) el lado interior del primer tubo (10) está aluminizado para formar la barrera a la penetración de carbono del primer tubo, y el lado interior del segundo tubo (20) está aluminizado para formar la barrera a la penetración de carbono del segundo tubo;

40 (ii) la barrera a la penetración de carbono del primer tubo (10) es un primer recubrimiento de difusión y la barrera a la penetración de carbono del segundo tubo (20) es un segundo recubrimiento de difusión, comprendiendo preferiblemente el primer recubrimiento de difusión aluminio y comprendiendo preferiblemente el segundo recubrimiento de difusión aluminio;

45 (iii) la barrera a la penetración de carbono del primer tubo (10) está formada por un material depositado por deposición química al vapor y la barrera a la penetración de carbono del segundo tubo (20) está formada por un material depositado por deposición química al vapor.

50 4. El conjunto de tubos soldados de alguna de las reivindicaciones precedentes, donde el material aislante (50) es una fibra de cerámica,

comprendiendo preferiblemente uno o varios de SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, ZrO, y Cr₂O₃, o una espuma o un aislamiento microporoso.

55 5. El conjunto de tubos soldados de alguna de las reivindicaciones precedentes comprendiendo además:

uno o varios retenes (60, 70) que sujetan el material aislante (50) en posición.

60 6. El conjunto de tubos soldados de alguna de las reivindicaciones precedentes comprendiendo además:

un aro de refuerzo (40) próximo a la junta soldada (30), teniendo el aro de refuerzo una cara donde la cara contacta una parte del lado interior del primer tubo (10) y también contacta una parte del lado interior del segundo tubo (20).

65 7. El conjunto de tubos soldados de alguna de las reivindicaciones precedentes, donde el material de soldadura se selecciona de al menos uno de Inconel® 53MD, Inconel® 52, Inconel® 52M, Inconel® 152, Inconel® 72, Inconel®

72M, Inconel® 117 e Inconel® 617, y donde el material de soldadura es diferente de la aleación del primer tubo (10) y diferente de la aleación del segundo tubo (20).

8. El conjunto de tubos soldados de alguna de las reivindicaciones precedentes comprendiendo además:

un blindaje en relación espaciada fija a la junta soldada (30), donde el material aislante (50) está encerrado al menos parcialmente por el aro de refuerzo (40), si lo hay, y el blindaje.

9. El conjunto de tubos soldados de alguna de las reivindicaciones precedentes, donde el material aislante (50) está encerrado al menos parcialmente por el único o los varios retenes (60, 70), si los hay, y el aro de refuerzo (40), si lo hay.

10. El conjunto de tubos soldados de la reivindicación 5 o la reivindicación 9, donde el uno o varios retenes comprenden un primer retén (60) que sujeta una primera parte del material aislante (50), y un segundo retén (70) que sujeta una segunda parte del material aislante (50),

donde el primer retén (60) tiene una primera parte de extremo y una segunda parte de extremo, estando unida la primera parte de extremo del primer retén al primer tubo (10), preferiblemente por una segunda junta soldada estanca a los fluidos,

donde el segundo retén (70) tiene una primera parte de extremo y una segunda parte de extremo, estando unida la primera parte de extremo del segundo retén al segundo tubo (20), preferiblemente por una tercera junta soldada estanca a los fluidos, y

donde la segunda parte de extremo del primer retén (60) apoya contra o solapa la segunda parte de extremo del segundo retén (70).

11. El conjunto de tubos soldados de la reivindicación 10 y al menos una de las características siguientes:

(i) el primer retén (60) tiene una parte de pared que converge hacia dentro de la primera parte de extremo del primer retén;

(ii) el segundo retén (70) tiene una parte de pared que diverge hacia fuera hacia el primer extremo del segundo retén.

12. Un método para proteger un conjunto de tubos soldados contra la formación de polvo metálico al transportar un gas comprendiendo CO a una temperatura superior a 425°C a través de un primer tubo (10) y un segundo tubo (20), estando conectados el primer tubo y el segundo tubo por una junta soldada (30), teniendo el primer tubo un lado exterior y un lado interior opuesto al lado exterior, teniendo el lado interior del primer tubo una barrera a la penetración de carbono, teniendo el segundo tubo un lado exterior y un lado interior opuesto al lado exterior, teniendo el lado interior del segundo tubo una barrera a la penetración de carbono, teniendo la junta soldada una superficie exterior, comprendiendo el método:

exponer térmicamente la superficie exterior de la junta soldada; y

caracterizado por

aislar térmicamente el lado exterior del primer tubo lejos de la junta soldada y exponer térmicamente una zona del lado exterior del primer tubo adyacente a la junta soldada;

aislar térmicamente el lado exterior del segundo tubo lejos de la junta soldada y exponer térmicamente una zona del lado exterior del segundo tubo adyacente a la junta soldada;

aislar térmicamente la junta soldada opuesta a la superficie exterior expuesta, una parte del lado interior del primer tubo adyacente a la junta soldada, y una parte del lado interior del segundo tubo adyacente a la junta soldada con un material aislante (50);

donde, en combinación, el material aislante, la zona expuesta del lado exterior del primer tubo, la zona expuesta del lado exterior del segundo tubo, y la superficie exterior expuesta de la junta soldada son suficientes para mantener una temperatura de la superficie exterior de la junta soldada por debajo de 400°C.

13. El método de la reivindicación 12 comprendiendo además:

proteger el material aislante contra el gas.

14. El método de la reivindicación 12 o la reivindicación 13, donde el material aislante es flexible.

15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, donde

5 (i) el lado interior del primer tubo (10) está aluminizado para formar la barrera a la penetración de carbono del primer tubo, y el lado interior del segundo tubo (20) está aluminizado para formar la barrera a la penetración de carbono del segundo tubo;

10 (ii) la barrera a la penetración de carbono del primer tubo (10) es un primer recubrimiento de difusión y la barrera a la penetración de carbono del segundo tubo (20) es un segundo recubrimiento de difusión, comprendiendo preferiblemente el primer recubrimiento de difusión aluminio y comprendiendo preferiblemente el segundo recubrimiento de difusión aluminio;

15 (iii) la barrera a la penetración de carbono del primer tubo (10) se forma por deposición química al vapor y la barrera a la penetración de carbono del segundo tubo (20) se forma por deposición química al vapor.

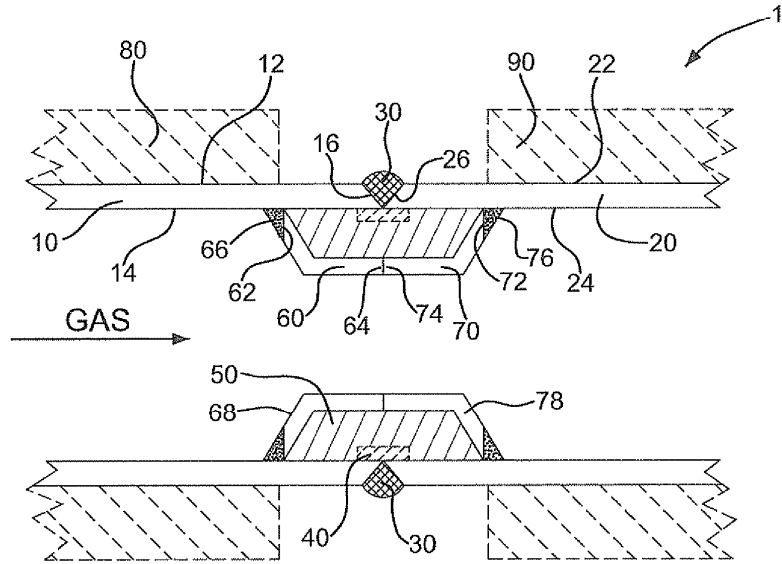


FIG. 1

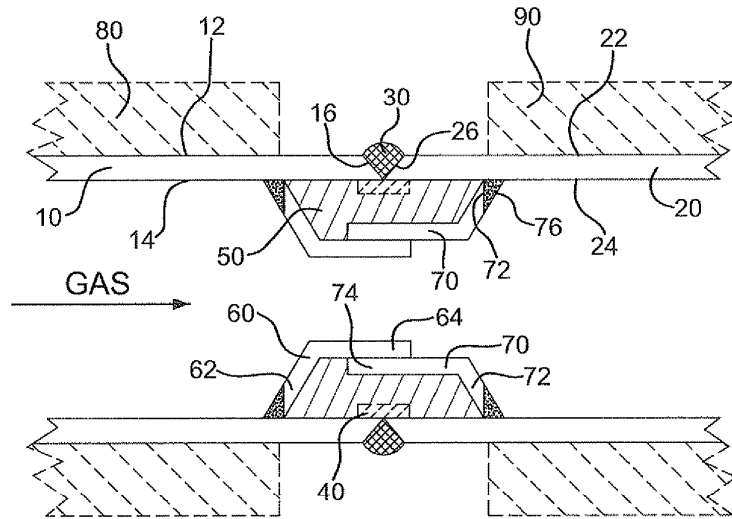


FIG. 2

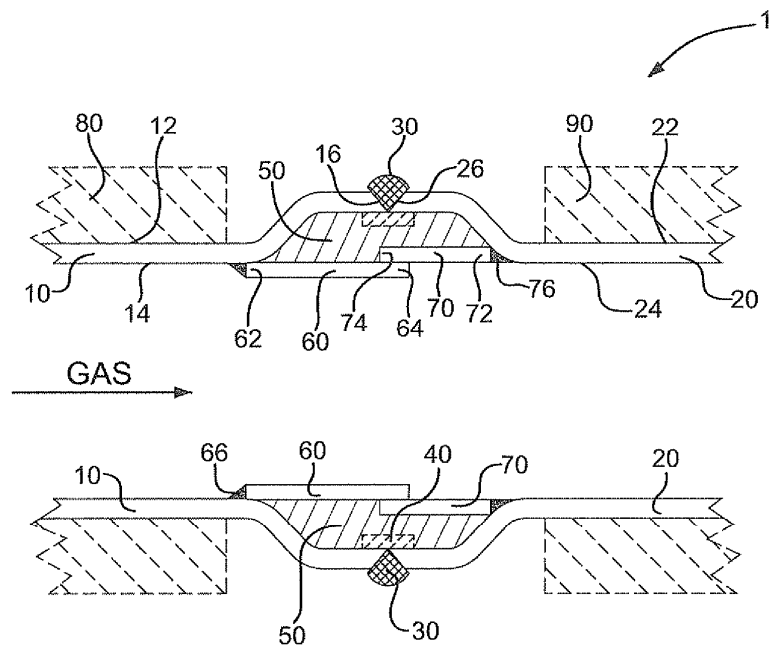


FIG. 3