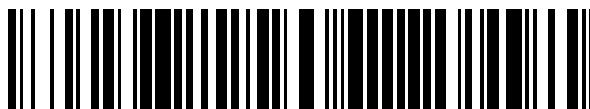


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 757 627**

51 Int. Cl.:

F16L 55/10 (2006.01)

F16L 55/164 (2006.01)

G01M 3/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.03.2015** **PCT/US2015/023178**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015** **WO15149023**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2015** **E 15767999 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019** **EP 3122471**

54 Título: **Métodos para la detección, marcado y sellado de fugas en tuberías o conductos**

30 Prioridad:

27.03.2014 US 201461971108 P

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

29.04.2020

73 Titular/es:

**THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF
CALIFORNIA (100.0%)
1111 Franklin Street, 12th Floor
Oakland, US**

72 Inventor/es:

MODERA, MARK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 757 627 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

Métodos para la detección, marcado y sellado de fugas en tuberías o conductos

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

- 5 Esta solicitud reivindica la prioridad a, y el beneficio de, la solicitud provisional de patente de EE.UU. nº de serie 61/971.108, presentada el 27 de marzo de 2014.

Antecedentes

1. Campo técnico

- 10 La presente tecnología pertenece generalmente a dispositivos y métodos para sellar pequeñas fisuras u otras fugas en sistemas de tuberías o conductos, y más particularmente a un procedimiento de sellado remoto que usa partículas sellantes aerosolizadas de un intervalo de tamaños específico con superficies que tienen un tiempo de “retención de la pegajosidad” o “perfil temporal de pegajosidad” específico, con lo que la pegajosidad de la superficie exterior de las partículas disminuye con el tiempo y/o la distancia desde el punto de inyección.

2. Antecedentes

- 15 El suministro de gases o líquidos combustibles desde la fuente hasta los consumidores es mediante una red de tuberías, situadas típicamente bajo tierra. Las redes envejecidas, que están hechas normalmente de tuberías de hierro colado o acero, pueden desarrollar pequeñas fisuras o grietas en las paredes o las juntas de las tuberías. La aparición de estas fugas de punta de aguja puede ser debida a la corrosión, picadura, instalación inapropiada, fatiga, fallo del sello de la junta o daño mecánico por hundimiento del suelo o tráfico intenso.

- 20 Las redes con tuberías porosas pueden dejar que se escape el gas continuamente en el tiempo, creando situaciones potencialmente peligrosas, con acumulaciones y desperdicio de gas. Según estimaciones de 1988, aproximadamente el 1% de todo el gas natural usado dentro de los Estados Unidos se perdió por fugas en las redes de transporte del gas. El consumo de gas natural del país en ese mismo año fue $51,2 \times 10^{10}$ metros cúbicos ($18,1 \times 10^{12}$ pies cúbicos). Hoy, ese mismo consumo de gas es $65,1 \times 10^{10}$ metros cúbicos (23×10^{12} pies cúbicos), y los costes en el orden de 0,21 dólares por metro cúbico (6 dólares por 1.000 pies cúbicos). Esto se traduce en un valor de aproximadamente 25 1,4 mil millones de dólares de gas natural que se escapa del sistema de distribución a través de las fugas.

- 30 Dado que las tuberías de gas natural están típicamente enterradas bajo tierra, deben ser descubiertas y accedidas para realizar reparaciones incluso menores, que requieren enormes recursos y mano de obra. Dado que muchos sistemas de distribución de gases comprimidos corren bajo carreteras pavimentadas y bajo cimientos de edificios, el acceso sigue siendo un gran problema, y puede ser una imposibilidad. Adicionalmente, muchas áreas urbanas tienen una infraestructura envejecida, con una necesidad urgente de reparaciones. En algunos casos, estos sistemas tienen más de 100 años, y las secciones con fugas deben ser parcheadas o retiradas a mano. Debido al alto coste y la naturaleza invasiva de estas reparaciones, las fugas menores se dejan a menudo sin reparar durante largos periodos de tiempo, malgastando energía en la forma de gas natural perdido, así como energía de transporte, y añadiendo gas natural escapado a la atmósfera, aumentando las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Esto es 35 significativo, dado que el gas natural tiene un impacto sobre el efecto invernadero de aproximadamente 25 veces el del CO_2 .

- 40 Los operadores de los sistemas de distribución antiguos de hierro colado y acero sufren rutinariamente un desafío para gestionar las fugas en el sistema de una manera económica. Mientras los recursos alcancen el punto de que se garantice el reemplazo, se hace más económico reemplazar secciones de las tuberías frente a reparar las fugas. Debido a la seguridad pública o al tiempo requerido para planificar y coordinar el reemplazo de las tuberías, es muy común que las instalaciones gasten cantidades significativas de dinero para reparar fugas en tuberías que finalmente serán reemplazadas.

- 45 La reparación de tuberías subterráneas implica generalmente exponer la tubería y reemplazar la sección con fugas de la tubería o junta con una nueva sección o junta. Una alternativa es envolver de manera retráctil esencialmente la junta del exterior, lo que requiere aún excavación. Además, puede ser bastante difícil determinar de manera precisa la ubicación de las fugas dentro de una red de tuberías. En lugar de cerrar la tubería para reemplazar tuberías que no tienen fugas, o donde la ubicación de la fuga es incierta, las superficies exteriores de las tuberías pueden revestirse con un revestimiento polimérico tal como poliuretano u otro material revestidor en un intento de sellar pequeñas fisuras como remedio temporal. Esta estrategia también requiere excavación.

- 50 Es también muy difícil sellar las fugas de manera remota de una manera económica. Esto es particularmente importante para tuberías de presión baja y media con un gran número de juntas entre secciones.

La patente de EE.UU. 5.980.984 describe un método y dispositivo para sellar fugas de manera remota por medio de inyectar un aerosol preparado previamente en un recinto que se sella según una eficacia de sellado particular, definida por el producto de una eficacia de penetración y una eficacia de deposición de partículas. Específicamente, la

referencia describe un método y dispositivo para preparar, transportar y depositar un aerosol en fase sólida a la superficie interior del recinto en relación al tamaño de partícula, la velocidad de flujo del portador de las partículas y el diferencial de presión, para que las partículas depositadas ahí puedan formar un puente y sellar sustancialmente cada fuga, sin proporcionar un revestimiento sustancial en superficies interiores del recinto distintas a la fuga. El tamaño de las partículas y los parámetros de flujo pueden ajustarse para revestir el interior del recinto (conducto) sin un taponamiento sustancial de las fugas dependiendo de cómo se eligen las relaciones del tamaño y la velocidad de flujo de las partículas.

Por consiguiente, hay una necesidad de un método para identificar y reparar fugas en redes de tuberías que no requiera excavación y no requiera interrumpir la distribución normal de las tuberías durante ninguna cantidad de tiempo significativa. La presente tecnología satisface estas necesidades y es una mejora significativa en la técnica.

Breve compendio

La presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Se proporciona un sistema y método para detectar, marcar y/o sellar fugas en tuberías o redes de conductos que puede usarse para el sellado remoto de sistemas de gases comprimidos de presión baja y media, reparar fugas de gases en infraestructuras de distribución de gas natural envejecidas, así como sellar fugas en redes de conductos.

El método produce e introduce sellantes aerosolizados en la red de tuberías o conductos que están adaptados para la deposición remota en fugas pequeñas tales como agujeros de picadura o juntas. Se crea un diferencial de presión, y las partículas del aerosol se suspenden dentro de una corriente de aire o gas en las tuberías, y no se depositan sustancialmente en las superficies de las tuberías hasta que alcanzan las fugas.

Las fugas por sí mismas dan como resultado pequeñas caídas de presión a través del exterior de la tubería, que impulsan los aerosoles hacia la correcta ubicación para el sellado. En el sitio de la fuga, las partículas suspendidas abandonan la corriente de aire en el interior de la tubería y se depositan en los bordes de la fuga y después unas a otras hasta que las fugas se cierran.

Las partículas del aerosol se mantienen suspendidas en la corriente de aire el tiempo suficiente para que alcancen las fugas, y después abandonan la corriente de aire e impactan con los lados de las fugas según sale la corriente de la fuga de la tubería. Esto se lleva a cabo mediante la combinación correcta de flujo de conducto, presión de conducto y tamaño de las partículas. En términos generales, las partículas del aerosol abandonan la corriente de aire en las fugas debido a su velocidad (creada por la presión del conducto) e inercia (determinada por el tamaño y densidad de las partículas). El régimen de flujo en el interior de la tubería determina si las partículas caen por gravedad, son lanzadas contra los lados de la tubería por turbulencia, o son mantenidas razonablemente suspendidas dentro de la corriente de aire. El tamaño de las partículas afecta tanto a su capacidad de ser transportadas a través de la tubería como su tendencia a abandonar la corriente de aire en las fugas.

Una realización usa la deposición preferencial de partículas en aerosol marcadoras en sitios de fugas para marcar y detectar la ubicación y el tamaño de las fugas. En otra realización, las partículas marcadoras no solo indicarán el sitio de una fuga sino que también sellarán la fuga.

Los aerosoles sellantes también se curan en marcos de tiempo que facilitan la adhesión y cohesión en los sitios de las fugas, pero pierden su pegajosidad superficial durante un periodo de tiempo y/o distancia predeterminados en la red de tuberías/conductos. En una realización, esto se lleva a cabo ajustando las partículas de tal modo que pierdan su pegajosidad superficial (o capacidad de sellar) antes de alcanzar componentes que no deben ser sellados. En una realización, esto se lleva a cabo mediante el tiempo de secado frente al tiempo de residencia, o usando partículas que no se secarán o se pegarán bien en los puntos que no deben ser sellados a una distancia desde el punto de inserción de las partículas.

Las partículas del aerosol que no se implican finalmente en el sellado o marcado de las fugas pueden ser capturadas en un filtro o dejadas salir de las tuberías o conductos. En una realización, los materiales de sellado que se seleccionan pueden ser no tóxicos para los consumidores de energía finales, para que los aerosoles sellantes no depositados puedan salir de manera segura del sistema sin consecuencias.

En una realización, el procedimiento permite reparaciones sin interrupción del servicio usando el gas o el aire existentes en las tuberías para mover las partículas del aerosol a través del interior de la tubería a una velocidad deseada. El aerosol sellante puede ser introducido desde puntos de entrada fácilmente accesibles, y el gas comprimido ayudará a llevar el material a través del sistema. Esto permitirá que el sistema de distribución sea puesto de nuevo en servicio rápidamente. En casos apropiados, puede ser posible que el sistema de distribución permanezca en uso durante el proceso de sellado.

El control sobre los materiales seleccionados y el proceso de formación del aerosol determinarán las características de las partículas sellantes. Las condiciones ambientales del interior de la tubería también pueden influir en la duración de la pegajosidad de la superficie de las partículas del aerosol. Según un aspecto de la presente tecnología, se proporciona un método donde la combinación del tamaño de las partículas, la pegajosidad de las partículas y la velocidad de secado de las partículas frente al tiempo de residencia puede ser controlada. Un corolario a esto es que

el sellante puede ser ajustado para perder su pegajosidad después de un cierto tiempo o distancia antes de alcanzar los componentes del sistema de distribución que no deben ser sellados. Por ejemplo, la formación de partículas que pierden su pegajosidad después de un cierto tiempo o distancia evita la posibilidad de sellar aberturas intencionadas tales como luces piloto o válvulas de gas.

- 5 La monitorización del diferencial de presión a través de la tubería o conductos permitirá una evaluación del progreso del procedimiento de sellado, así como determinar si hay fugas que son demasiado grandes para sellar.

El control sobre los parámetros del proceso producirá partículas en aerosol que estarán en el intervalo de tamaños apropiado, y proporcionará un flujo de gas o aire dentro del intervalo de flujo apropiado, para que una mayoría de las partículas permanezcan suspendidas en el interior de las tuberías hasta el punto en que se encuentren con las fugas. Además, la presión interior de la tubería puede ser mantenida dentro del intervalo apropiado, de tal modo que una fracción sustancial de las partículas abandonen la corriente de aire y se depositen en las paredes de la fuga según sale la corriente de aire a través de la fuga.

- 10 La combinación correcta de tamaño de las partículas, velocidad de secado y tiempo de residencia y distancia de las partículas sobre la velocidad puede conseguirse para marcar el sitio de la fuga para la evaluación de las fugas y para otras estrategias reparadoras.

- 15 Otro aspecto de los métodos es la combinación de la deposición preferente en las fugas con el uso de un material sellante que puede ser detectado desde el interior o bien desde el exterior de la tubería. La composición sellante también puede incluir un material indicador o marcador que permitirá la visualización del material sellante que se ha depositado. Por ejemplo, puede emplearse un material indicador que puede observarse visualmente, tal como un tinte, sólido o fibra coloreados, u observable por exposición a luz infrarroja o ultravioleta, tales como materiales fosforescentes o fluorescentes. Como ejemplo, una tubería de gas puede ser inyectada con partículas que fluorescen, bien durante la operación normal o bien después de que se aisle la tubería, y después puede moverse una luz y una cámara de vídeo a través de la tubería, proporcionando una representación visual del patrón de deposición de las partículas dentro de la tubería.

- 20 Alternativamente, las partículas empleadas pueden exhibir alguna otra característica que haga a la fuga detectable desde el interior o bien el exterior de la tubería. Por ejemplo, las partículas depositadas pueden producir una emisión, o tener una firma atómica única que haga a su ubicación observable desde dentro o fuera de la tubería o conducto, tal como por detección de radiación electromagnética, o MRI. Por ejemplo, las partículas pueden servir como transmisores en miniatura. En otra realización, las partículas pueden ser detectadas externamente por algunos otros medios físicos o químicos. Aún otra realización implica detectar externamente partículas que han salido de la tubería a través de las fugas y se han depositado en el suelo que rodea al sitio de la fuga.

Se revelarán aspectos adicionales de la tecnología en las siguientes partes de la memoria descriptiva, en donde la descripción detallada es para el fin de describir de manera completamente realizaciones preferidas de la tecnología sin poner limitaciones en la misma.

35 Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

La tecnología descrita en la presente memoria se entenderá de manera más completa por referencia a los siguientes dibujos, que son para fines ilustrativos solamente:

La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un método para sellar o marcar fisuras y otras fugas en tuberías o conductos con partículas que tienen una pegajosidad que disminuye con el tiempo según una realización de la tecnología.

- 40 La FIG. 2 es una vista esquemática de una realización de un aparato generador y distribuidor de partículas en aerosol que permite el control sobre las características de las partículas generadas.

Descripción detallada

- Haciendo referencia más específicamente a los dibujos, para fines ilustrativos, se muestran realizaciones del aparato y métodos para el sellado remoto de tuberías o conductos en sistemas de gas a presión baja y media para impedir fugas de gas en infraestructuras envejecidas tales como sistemas de conductos, o sistemas de distribución de aire comprimido y gas natural. Se describe generalmente una realización de la tecnología en la FIG. 1 para ilustrar los métodos, y se representa generalmente una realización del aparato en la FIG. 2. Se apreciará que los métodos pueden variar en cuanto a las etapas y secuencia específicas, y el aparato puede variar en cuanto a detalles estructurales sin apartarse de los conceptos básicos descritos en la presente memoria. Las etapas del método son meramente ilustrativas del orden en que estas etapas pueden ocurrir. Las etapas pueden ocurrir en cualquier orden que se desee, de tal modo que aún se realicen los objetivos de la tecnología reivindicada.

- Volviendo ahora a la FIG. 1, se muestra un método 10 para sellar tuberías usando sellantes aerosolizados que están adaptados para deposición remota dentro de un sistema de tuberías en fugas pequeñas tales como agujeros de picadura. El método usa generalmente aerosoles sellantes que se curan en marcos de tiempo que facilitan la adhesión y cohesión solo en sitios de fuga que requieren sellado en distancias seleccionadas desde el punto de entrada del

aerosol, dejando tuberías u otros conductos de pequeño diámetro o válvulas sin sellar. Puede ser posible incluso que el sistema de distribución de gas permanezca en uso durante el sellado o sea puesto de nuevo en servicio rápidamente después del procedimiento de sellado. También pueden usarse materiales adhesivos de alta resistencia que no sean tóxicos y no ensucien el punto de combustión del usuario final.

5 En el bloque 20 del método 10, la composición sellante se selecciona y adquiere. La composición sellante puede ser un material sellante en solitario o puede estar mezclada con uno o más disolventes. La composición sellante también puede incluir uno o más tipos de materiales marcadores o indicadores. La selección del material sellante puede ser influida por la presión de línea normal de la tubería y la composición de la tubería para que el sello final sea lo suficientemente fuerte para mantener el sello.

10 Los sellantes adecuados pueden ser atomizados, y las partículas sellantes atomizadas pueden adherirse a los bordes de una fuga y unas a otras para formar un sello. Los sellantes preferidos incluyen diversos compuestos que pueden tener buenas propiedades de alargamiento después del secado y/o pueden proporcionar sellos sólidos rígidos que pueden tener propiedades estructurales. Un ejemplo de sellantes que funcionan bien son los sellantes de polímeros acrílicos a base de agua. Otros aditivos incluyen aceite mineral blanco, sílice amorfa o dióxido de titanio, cada uno 1,0-5,0% en peso. En una realización, el sellante seleccionado es un material sellante existente en la naturaleza que está basado en carbono y no ensuciaría los sistemas de combustión de los usuarios finales, tales como hornos y electrodomésticos.

La composición sellante que se formula en el bloque 20 puede incluir opcionalmente uno o más disolventes que pueden facilitar el proceso de aerosolización y producir partículas sellantes de un tamaño deseado o dentro de un intervalo de tamaños. La selección de los disolventes opcionales que están disponibles para el uso será influida por el sellante que se selecciona y su volatilidad. Esta selección de sellantes y disolventes también permite un control temporal sobre el intervalo de pegajosidad de las partículas sellantes aerosolizadas. Algunos ejemplos de modificaciones del sellante que han demostrado aumentar la duración de la pegajosidad incluyen la adición de acetona o p-clorobenzotrifluoruro, o el uso de un polímero acrílico que no tiene cargas reológicas.

25 La disponibilidad de disolventes opcionales para el uso será influida por el sellante que se selecciona y su volatilidad. Esta selección de sellantes y disolventes permite el control temporal sobre el intervalo de pegajosidad de las partículas sellantes aerosolizadas. Algunos ejemplos de modificaciones del sellante que han demostrado aumentar la duración de la pegajosidad incluyen la adición de acetona o p-clorobenzotrifluoruro, o el uso de un polímero acrílico que no tiene cargas reológicas.

30 Los disolventes pueden ser acuosos u orgánicos. Los disolventes preferidos incluyen agua, acetona y p-clorobenzotrifluoruro. Las características de las partículas sellantes aerosolizadas también serán influidas por el porcentaje de sellante a disolvente en la composición sellante final. Las composiciones sellantes preferidas tienen aproximadamente 20% a aproximadamente 25% de sólidos. En otra realización, la composición sellante tiene entre aproximadamente 10% y aproximadamente 35% de sólidos. Sin embargo, si el atomizador que se usa es capaz de crear partículas pequeñas la composición sellante puede ser hasta aproximadamente 70% de sólidos, o si se desean partículas muy pequeñas, puede utilizarse tan poco como aproximadamente 5% de sólidos.

La composición sellante también puede incluir un material indicador o marcador que permitirá la visualización o detección del material sellante que se ha depositado. Por ejemplo, el material indicador que es parte de la composición sellante puede observarse visualmente, tal como un tinte, sólido o fibra coloreados, u observable por exposición a luz infrarroja o ultravioleta tales como materiales fosforescentes o fluorescentes. Alternativamente, las partículas depositadas pueden producir una emisión, o tener una firma atómica única que hace a su ubicación observable desde dentro o fuera de la tubería, tal como por detección de radiación electromagnética, o MRI.

Una vez que el sellante y el disolvente y los materiales marcadores opcionales se han seleccionado para el uso en el bloque 20 de la FIG. 1, la sección o sistema de tuberías se cierra para que pueda crearse un diferencial de presión dentro de las tuberías en el bloque 30. El diferencial de presión que se crea dentro de las tuberías, comparado con la presión fuera de las tuberías, genera un flujo de aire o gas desde el interior hasta el exterior a través de las fugas en las tuberías.

El diferencial de presión preferido a través de la tubería o conducto está dentro de un intervalo específico de entre aproximadamente 10 Pa y aproximadamente 10.000 Pa. También se prefiere un diferencial de presión entre aproximadamente 25 Pa y aproximadamente 200 Pa, y se prefiere particularmente un diferencial de presión entre aproximadamente 50 Pa y aproximadamente 150 Pa para sistemas de conductos. El diferencial de presión preferido disminuye según aumenta el tamaño de las partículas.

En el bloque 40, se genera un aerosol de partículas sellantes y se inyecta en la tubería de un sistema de tuberías. Las partículas sellantes pueden ser inyectadas en una tubería presurizada como en el bloque 30 o pueden ser inyectadas en la tubería y luego puede crearse la presión diferencial después. Las partículas sellantes también pueden ser introducidas en ubicaciones múltiples dentro del sistema de tuberías o conductos.

El sellado puede realizarse con aerosoles polidispersos con un intervalo de tamaños de partícula de aproximadamente 0,5 micrómetros a 30 micrómetros de diámetro. Los inyectores también pueden usar boquillas de aire comprimido o

boquillas sin aire para dispersar los aerosoles en el interior de las tuberías o conductos. El tamaño de partícula preferido depende de la aplicación. Las tuberías o conductos de diámetro más pequeño, y las tuberías o conductos más largos, requieren generalmente tamaños de partícula más pequeños. Las partículas del aerosol generalmente se reducen en tamaño después de la formación según se evaporan los disolventes, dependiendo el tamaño derivado de la velocidad de evaporación, y por lo tanto las condiciones ambientales.

Las partículas sellantes se forman para tener una superficie exterior que tiene una pegajosidad que disminuye con el tiempo. Por definición, la pegajosidad es una propensión de un material a adherirse instantáneamente a una superficie con una unión de fuerza mensurable cuando es llevado al contacto con la superficie con una presión muy ligera. El intervalo de pegajosidad se define como el periodo de tiempo en que la superficie de la partícula tiene un estado de unión por pegajosidad que se adherirá a las superficies de la fuga y otras partículas para formar un sello.

La pegajosidad en el momento del contacto de las partículas en el sitio de la fuga puede ser descrita por las propiedades adhesivas y cohesivas del sellante. Estas propiedades pueden regularse para tener características deseadas a una cierta distancia de o tiempo desde abandonar el inyector del aerosol. El tiempo y la distancia están relacionados por la velocidad del gas portador en la tubería o conducto.

Por ejemplo, el marco de tiempo del intervalo de pegajosidad puede ser aumentado o disminuido con la selección apropiada de al menos un disolvente para ir junto con el material sellante que se selecciona. También puede ejercerse un control sobre la pegajosidad frente al tiempo, en parte, controlando la humedad y temperatura durante el periodo de inyección para controlar la evaporación del disolvente del sellante.

Las propiedades superficiales de las partículas del aerosol pueden controlarse con la selección de la composición sellante, incluyendo la presencia y concentración de disolventes, así como el intervalo de tamaños de partícula que se producen y el entorno del interior de las tuberías. El control ambiental del área que rodea al generador de partículas del aerosol, así como el interior del sistema de tuberías a ser tratado, puede incluir un control sobre la temperatura, punto de rocío, humedad absoluta, humedad relativa o presión parcial, en solitario o en combinación. El control sobre aspectos del entorno del interior de la tubería o conducto o el espacio de atomización externo del generador de partículas permitirá también algún control sobre la evaporación del disolvente y el diámetro de las partículas sellantes que se encuentran con las fugas. Por ejemplo, la humedad relativa en el espacio de atomización externo o el interior de las tuberías se controla preferiblemente para que esté dentro del intervalo de aproximadamente 65% HR a aproximadamente 95% HR. La temperatura relativa en la red de tuberías o el espacio de atomización externo se controla preferiblemente para que esté dentro del intervalo de aproximadamente 4,4°C (40°F) y aproximadamente 43,3°C (110°F).

El control de la temperatura afecta a la humedad relativa y por lo tanto a la velocidad de evaporación. En otra realización, el punto de rocío, la humedad absoluta o la presión parcial son las condiciones que se controlan en lugar de la humedad relativa.

Seleccionando los parámetros de los elementos cuidadosamente, es posible controlar temporalmente la pegajosidad de las partículas del aerosol para tener una duración aproximada deseada. Las partículas del aerosol tienen esencialmente un tiempo de vida de la "pegajosidad", y las partículas ya no se adherirán a superficies o unas a otras después de un periodo de tiempo. Por lo tanto, el control del flujo de las partículas del aerosol y el control temporal sobre la pegajosidad de las partículas permitirán el control sobre la distancia a lo largo de la longitud de la tubería donde las partículas se pegarán a una fuga y donde las partículas no se pegarán. En general, se prefiere tener la pegajosidad de las partículas disipada antes de poner un sistema de conductos en servicio de nuevo, sin embargo, la necesidad de esto se reduce en sistemas de gas natural o aire comprimido.

Las partículas sellantes que se han inyectado fluyen a través de la tubería en el bloque 50 y responden al diferencial de presión y el flujo que es causado por una fuga, y se adhieren a las superficies que rodean a la fuga y a otras partículas para formar un sello con el tiempo. Debido a que se ha creado un diferencial de presión entre la tubería/conducto y sus alrededores, el gas interior presurizado fluirá fuera de cualesquiera fugas a través de costuras, juntas, o cualesquiera otras aberturas. Las partículas del aerosol en la niebla son arrastradas en el flujo que se mueve hacia fuera a través de las fugas, y abandonan las líneas de corriente de ese flujo debido a la inercia de las partículas. Dado que las partículas del aerosol son suficientemente pequeñas para moverse con el aire a bajas tasas de aceleración, son atraídas a las fugas con el aire. Sin embargo, las tasas de aceleración más altas asociadas con el flujo acelerado creado por el diferencial de presión mantenido a través de las fugas causa que las partículas abandonen las líneas de corriente cerca de la fuga, impactando de este modo y adhiriéndose a los bordes de la fuga y a otras partículas depositadas previamente, acumulándose gradualmente para formar un sello.

La velocidad de flujo de aire y líquido a través de las boquillas puede usarse para ajustar el tamaño de las partículas que forman el aerosol inyectado. Si las partículas sellantes son demasiado grandes, entonces se perderán en las paredes de la tubería o conducto antes de alcanzar las fugas. Si las partículas del aerosol son demasiado pequeñas, entonces las partículas pasarán a través de las fugas con la corriente de aire y no formarán un sello.

En el bloque 60, se inyecta opcionalmente un segundo o tercer flujo de partículas sellantes en el sistema de tuberías secuencialmente o en sucesión estrecha para formar un aerosol con una mezcla de partículas de diferentes tamaños

o diferentes materiales. En una realización, el segundo flujo de partículas sellantes tiene un diámetro medio que es menor que el diámetro medio del primer flujo de partículas sellantes.

El segundo o tercer flujo de partículas sellantes también puede formarse a partir de un material diferente que el seleccionado para el primer flujo de partículas sellantes. En una realización, el segundo flujo está hecho de o incluye un material tal como un marcador. El tercer flujo es un flujo del mismo o diferente tipo de sellante que el primer flujo de partículas que reviste las partículas del segundo flujo.

Puede verse que una amplia variedad de materiales pueden ser aerosolizados y depositados en los sitios de la fuga en todo el sistema de tuberías que se tratan. El segundo o tercer flujo de partículas del aerosol puede incluir materiales tales como agentes curativos, agentes de reticulación, polímeros o materiales con partículas metálicas de microescala o nanoescala.

El diferencial de presión entre el interior y el exterior del sistema de tuberías a ser tratado puede ser monitorizado en todo el procedimiento en el bloque 70. La monitorización del diferencial de presión global o localizado con el tiempo puede indicar si hay fugas en las tuberías que son demasiado grandes para sellar, y el sellante puede actuar como marcador o indicador de la ubicación de la fuga para otra acción reparadora. La monitorización del diferencial de presión también puede ayudar en la determinación de si son necesarios flujos adicionales de partículas sellantes y el tamaño de las partículas que debe usarse para completar o reforzar el sello en el sitio de la fuga. La monitorización del diferencial de presión también puede ser representado gráficamente y mostrado. La necesidad de un aumento o disminución en la presión interna del sistema de tuberías también puede ser ayudada por la monitorización del diferencial de presión.

Volviendo ahora a la FIG. 2, se muestra esquemáticamente un aparato 100 para realizar el sellado remoto basado en aerosol de fugas de gas. El aparato 100 tiene un generador e inyector 102 de partículas en aerosol que está configurado para producir partículas 130 de aerosol e inyectarlas en un sistema 104 de tuberías.

De manera general, las fugas 134 son selladas desde el interior de la tubería 104 liberando particulados 130 aerosolizados compuestos de materiales sellantes en la luz del sistema de distribución de tuberías. Pueden usarse diversas técnicas para producir el aerosol. Sin embargo, el generador e inyector 102 de partículas en aerosol ilustrado en la FIG. 2 tiene una sección generadora de partículas que tiene una cámara 106 de presión que contiene un reservorio 108 que contiene la composición 110 sellante a ser atomizada. El reservorio 108 sellante puede asentarse en un baño 112 de fluido. La cámara 106 de presión tiene un suministro 116 de gas o aire comprimido que permite el control sobre la presión dentro de la cámara 106 de presión. El suministro 116 de aire es un suministro de aire comprimido filtrado de 6,9-13,8 kPa (1-2 PSI) en la realización mostrada en la FIG. 2.

La cámara 106 de presión tiene también una fuente 118 de voltaje que está conectada al reservorio 108 del sellante y un material 110 de composición de sellante. Está dispuesto un tubo 114 emisor de partículas dentro de la composición 110 sellante en la cámara 106 de presión en un extremo y unido a la parte del inyector en el otro extremo. Un tubo 114 emisor de partículas adecuado puede ser un tubo capilar de sílice de 50 μm .

La parte del inyector del generador 102 e inyector de partículas tiene una fuente de gas 124 cortina tal como CO_2 y una placa 122 con orificios que separa y mueve partículas 120 de tamaño apropiado desde el tubo 114 emisor de partículas a través de la placa 122 con orificios y hacia la cámara del inyector y fuera de la boquilla 128. En la realización mostrada en la FIG. 2, se proporciona un elemento 126 de calentamiento opcional para calentar el entorno en la cámara del inyector para proporcionar algún control sobre la pegajosidad superficial de las partículas y la evaporación del disolvente.

Las características de las partículas 130 en aerosol que son inyectadas por la boquilla 128 en la tubería 104 son influidas también por el entorno (es decir, la temperatura y la humedad) en el interior del sistema 104 de tuberías, que también puede ser controlado con un gas portador calentado o enfriado.

Por consiguiente, el aparato permite el control sobre el tamaño y las características superficiales de las partículas inyectadas, así como la velocidad del flujo de las partículas 132 inyectadas a través del interior de la tubería 104. El aparato también permite el control sobre el diferencial de presión en el sistema de tuberías para que la atracción de las corrientes 136 de aire/gas de las fugas 134 al exterior de la tubería pueda ser controlada. Además, el control sobre las características superficiales de pegajosidad de las partículas, la velocidad de flujo de las partículas 132 a través del sistema 104 de tuberías y el diferencial de presión proporcionarán un control sobre la distancia lineal del tratamiento y permitirá que las tuberías se traten en secciones.

Cuando se optimizan apropiadamente, los materiales 132 sellantes viajarán inocuamente a través del sistema presurizado dirigido por flujo, y se alojarán en los bordes de las fugas 134. Los materiales sellantes se ajustarán para curarse en una escala de tiempo para que construyan pequeñas placas 138 internas sobre las fugas que puedan resistir presiones altas. Los tamaños de partícula también pueden ajustarse para que el material que no se deposita salga de manera segura del sistema presurizado junto con el flujo 140 de gas normal.

Las partículas pueden ser inyectadas en tuberías presurizadas o bien despresurizadas. En una realización, sistemas de gas presurizado existentes pueden tratarse sin vaciar las tuberías de gas. Las partículas sellantes pueden ser

introducidas normalmente en el interior de la tubería desde puntos de entrada fácilmente accesibles, y el gas comprimido existente en las tuberías presurizadas ayudará a llevar el material a través del sistema. Las fugas por sí mismas dan como resultado pequeñas caídas de presión a través del exterior de la tubería, que impulsan los aerosoles a la ubicación correcta para el sellado. Una vez en su lugar, los materiales sellantes se curarán en marcos de tiempo que son compatibles con las necesidades del personal de mantenimiento de rutina. Los materiales también pueden seleccionarse para que no sean tóxicos para los consumidores de energía finales, para que los aerosoles sellantes no depositados puedan salir de manera segura del sistema sin ninguna consecuencia. En una realización, se usan materiales sellantes existentes en la naturaleza que están basados en carbono para que las partículas no usadas en las tuberías no ensucien los sistemas de combustión de los usuarios finales, tales como hervidores, hornos y electrodomésticos. Por tanto el procedimiento puede permitir reparaciones de fugas en tuberías sin interrupción del servicio.

Aunque la descripción de la presente memoria contiene muchos detalles, estos no deben interpretarse como limitantes del alcance de la descripción, sino como que proporcionan meramente ilustraciones de algunas de las realizaciones preferidas actualmente. Por lo tanto, se apreciará que el alcance de la invención abarca totalmente otras realizaciones cubiertas por las reivindicaciones.

En las reivindicaciones, la referencia a un elemento en singular no pretende significar “uno y solo uno”, a menos que se indique así explícitamente, sino por el contrario “uno o más”.

REIVINDICACIONES

1. Un método (10) para sellar fugas (134) en tuberías (104) o conductos, comprendiendo el método:
 - (a) formar (20) partículas (120, 130, 132) de un sellante, teniendo dichas partículas (120, 130, 132) una superficie exterior con una pegajosidad que disminuye con el tiempo, siendo la pegajosidad de dichas partículas (120, 130, 132) controlada temporalmente;
 - (b) crear (30) un diferencial de presión entre el interior y el exterior de las tuberías o conductos;
 - (c) hacer fluir (40) dichas partículas a través del interior de tuberías o conductos con fugas; y
 - (d) adherir (50) partículas sellantes (120, 130, 132) a superficies adyacentes a una fuga y a otras partículas para formar un sello;
 - (e) en donde dicho control temporal de la pegajosidad de las partículas sellantes es tal que las partículas sellantes (120, 130, 132) que no forman un sello no se adherirán a superficies interiores de la tubería (104) o conducto o a otras partículas (120, 130, 132) después de un periodo de tiempo o después de una cierta distancia desde el punto de inyección de las partículas.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además controlar la pegajosidad de dichas partículas sellantes (120, 130, 132) controlando la temperatura y humedad dentro del interior de la tubería (104) o conducto y controlando el tamaño de partícula de las partículas sellantes (120, 130, 132).
3. El método de la reivindicación 2, en donde la temperatura relativa en la tubería (104) o conducto se controla dentro del intervalo de aproximadamente 4,4°C a aproximadamente 43,3°C.
4. El método de la reivindicación 2, en donde la humedad relativa en la tubería (104) o conducto se controla dentro del intervalo de aproximadamente 65% HR a aproximadamente 95% HR.
5. El método de la reivindicación 2, en donde las partículas sellantes (120, 130, 132) tienen un diámetro de partícula medio dentro del intervalo de aproximadamente 0,5 micrómetros a aproximadamente 30 micrómetros.
6. El método de la reivindicación 1, que comprende además controlar la velocidad de flujo de las partículas sellantes (132) a través de la tubería (104) o conducto para proporcionar un control espacial sobre qué porciones de la tubería (104) o conducto son selladas y qué porciones no lo son para que las aberturas intencionadas no se sellen.
7. El método de la reivindicación 1, que comprende además purgar las partículas (132) sellantes remanentes de la tubería (104) o conducto con un flujo (140) de gas calentado o enfriado.
8. El método de la reivindicación 1, que comprende además monitorizar el flujo hacia y el diferencial de presión a través de la tubería (104) o conducto para determinar si hay fugas (134) que son demasiado grandes para sellar y el progreso del procedimiento de sellado.
9. El método de la reivindicación 1, en donde el diferencial de presión en la tubería (104) o conducto es mantenido dentro del intervalo de aproximadamente 10 Pa a aproximadamente 10.000 Pa.
10. El método de la reivindicación 1, en donde dicha composición sellante comprende una composición de aproximadamente 5% a aproximadamente 70% de sólidos a solución para aerosolización.
11. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
formular una composición sellante de un sellante y al menos un disolvente; y aerosolizar la composición sellante para producir dichas partículas sellantes.
12. El método de la reivindicación 11, en donde dicho disolvente se selecciona del grupo de disolventes que consiste en agua, acetona y p-clorobenzotrifluoruro.
13. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
formular una composición sellante de al menos un disolvente, un sellante y un indicador; y
aerosolizar la composición sellante para producir dichas partículas (120, 130, 132) sellantes.
14. El método de la reivindicación 13, en donde dicho indicador se selecciona del grupo que consiste en tintes coloreados, fibras coloreadas, tintes fluorescentes y tintes fosforescentes, en donde la ubicación de los sellos en la tubería o conducto es identificada por el indicador.
15. El método de la reivindicación 14, que comprende además aplicar una capa adicional de sellante en las fugas identificadas por la presencia del indicador.

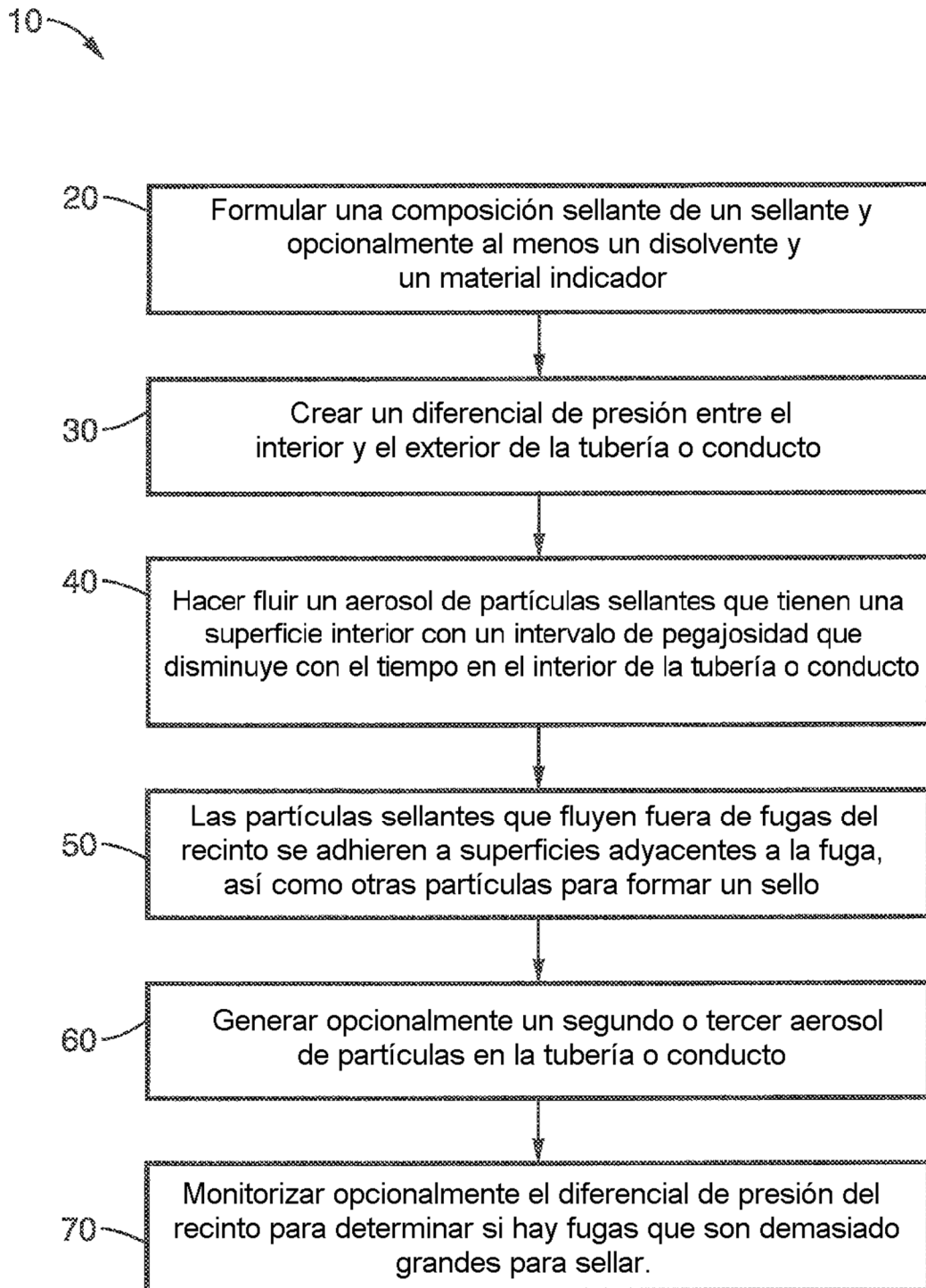


FIG. 1

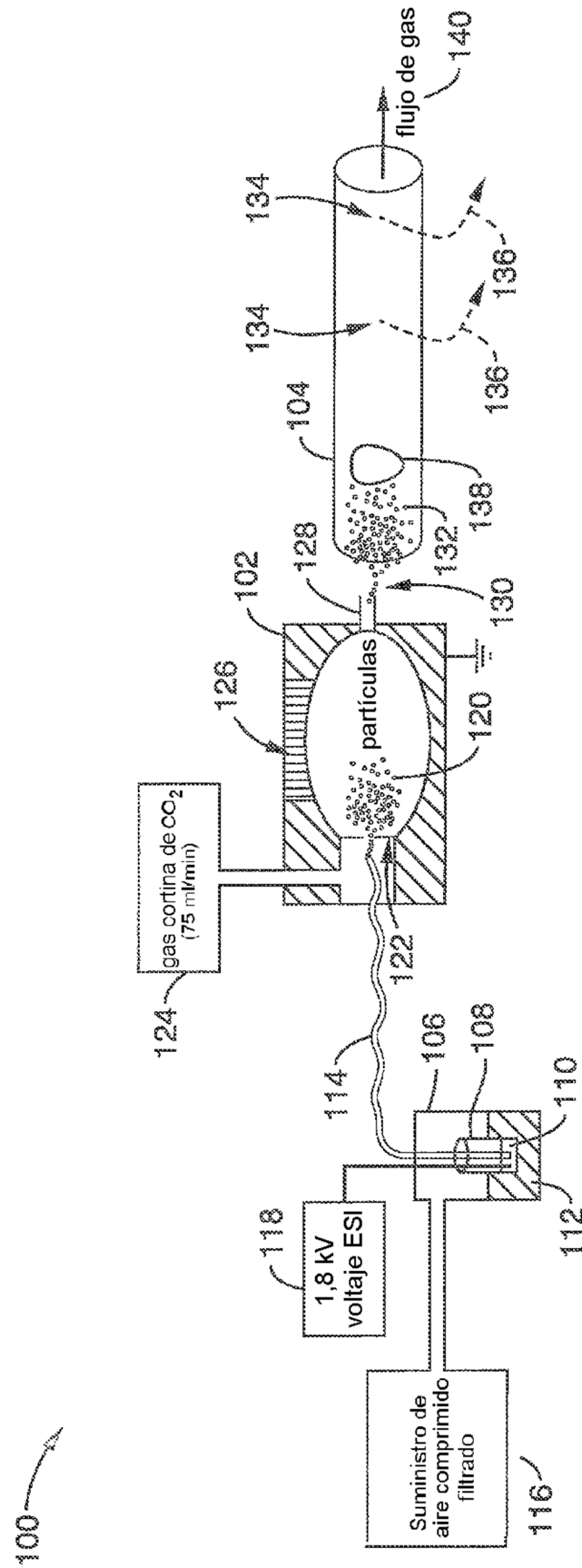


FIG. 2