

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 027**

51 Int. Cl.:

**B08B 9/043** (2006.01)

**B08B 9/045** (2006.01)

**F28G 1/16** (2006.01)

**F28G 3/16** (2006.01)

**B08B 9/049** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.08.2007 PCT/FR2007/051833**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.02.2008 WO08023133**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2007 E 07823733 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016 EP 2066462**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de decapado de tubos por acción de un fluido a presión muy alta**

30 Prioridad:  
**21.08.2006 FR 0653410**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.02.2017**

73 Titular/es:  
**PREZIOSO LINJEBYGG (100.0%)  
30 Avenue Général Leclerc  
38200 VIENNE, FR**

72 Inventor/es:  
**JACQUINET, RENÉ**

74 Agente/Representante:  
**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 601 027 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

Procedimiento y dispositivo de decapado de tubos por acción de un fluido a presión muy alta.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de decapado de tubos por acción de un fluido a presión muy alta.

Se refiere a un dispositivo de limpieza con fluido a alta presión, en particular para la realización de este procedimiento.

10 La presente invención entra en el campo de la hidrodinámica.

Más particularmente, la invención se refiere a las instalaciones de limpieza a presión muy alta de instalaciones industriales.

15 En particular, la limpieza de los tubos de condensadores, de intercambiadores o dispositivos similares, denominados de manera genérica cajas de agua en la siguiente descripción, o incluso cualquier decapado interior de tubos, necesita la aplicación de aparatos de tecnología particular. La formación de incrustaciones en los tubos es una catástrofe económica, que da como resultado una importante pérdida de rendimiento de las instalaciones; así, una pérdida del 2% en una unidad de una central nuclear de 1000 MW representa una pérdida de 20 MW.

20 Se conocen unos sistemas de limpieza denominados "Roto-Jet<sup>®</sup>" o "Roto-Fan<sup>®</sup>", en los que un cabezal de limpieza, denominado normalmente rascador, generalmente de acero y provisto de orificios, es propulsado en el conducto a limpiar por la presión del fluido gracias a unos orificios que generan unos chorros propulsores. La presión arrastra en rotación el cabezal, mediante unos orificios inclinados que generan unos chorros de puesta en rotación, así como la vaina flexible que lo alimenta. La limpieza propiamente dicha se realiza por la acción de estos chorros, así como de chorros creados, dado el caso, a nivel de otros orificios complementarios.

25 El accionamiento de la vaina es por tanto la consecuencia del control en rotación del cabezal de limpieza por el efecto de la presión hidráulica, o por el impulso de un motor con el que está equipado este cabezal. Sin embargo, si la rotación se produce por un efecto hidráulico, resulta evidente que se pierde eficacia de limpieza debido a la potencia hidráulica absorbida por el accionamiento del cabezal. Equipar un cabezal de limpieza con un motor eléctrico confiere a este último una sección que restringe su utilización ya que no permite su utilización en tubos de diámetro muy reducido.

30 Ahora bien, la formación de incrustaciones en los tubos reduce el diámetro en gran medida. Por ejemplo, es habitual observar, en los refrigeradores para centrales nucleares con haces de tubos con un diámetro de 18 mm, un paso limitado a aproximadamente 8 mm, esto en unas longitudes de 16 m por ejemplo. Además, la formación de las incrustaciones no es regular, y en general se observa la presencia de burlletes, que reducen más el paso a un valor de 4 a 6 mm, si no obstruyen completamente el tubo.

35 Esto implica una limitación del diámetro de los cabezales utilizados para la desincrustación. Esta limitación de diámetro impone asimismo, por ello, una limitación de la energía que se puede destinar a la operación de desincrustación, y además que se consuma una parte importante de la energía para la propulsión, en el tubo, del cabezal de desincrustación. Por ello es habitual, con unos cabezales de este tipo, tener que limitar la presión, en el marco del ejemplo siguiente. Además, estos cabezales de la técnica anterior, generalmente de acero, comprenden unos orificios de inyección de fluido para generar chorros, que se desgastan rápidamente. Por otro lado, estos orificios, de pequeño diámetro, están perforados, y a menudo estriados, ya que su orificio mecanizado es difícil de realizar correctamente. A la vista de los materiales empleados, es imposible garantizar el mantenimiento de estos orificios de manera duradera, y, debido a la reducida vida útil de estos orificios, es muy aleatorio mantener la presión requerida a la salida del orificio. Además, la reproducibilidad del decapado no está asegurada.

40 Unos sistemas de este tipo, adaptados a longitudes pequeñas y medianas, es decir menores de 10 a 15 metros, lo están menos para unas instalaciones de mayor dimensión. Los fenómenos de torsión de la vaina y la existencia de sacudidas en las vainas flexibles los dañan rápidamente.

45 Para unos condensadores que pueden agrupar por ejemplo 120000 tubos de una longitud de 16 metros, conviene implantar otras soluciones tecnológicas. En particular se ha contemplado la selección de sistemas a presión muy alta, por ejemplo 3800 bar, que alimentan unos "Roto-Jet<sup>®</sup>". Esta presión elevada permite eliminar los depósitos de incrustaciones que pueden reducir sustancialmente la sección útil del tubo, incluso taponar este último. A diferencia de los sistemas mencionados más arriba, las limitaciones de longitud de las vainas flexibles alcanzan en este caso una magnitud particular; de hecho, a la longitud tubular lineal propiamente dicha, hay que añadir de 5 a 6 metros para las curvas, y una longitud extra para la puesta en rotación. Unas vainas flexibles de este tipo pueden alcanzar así una treintena de metros de longitud. Es por tanto muy difícil controlar los fenómenos de torsión de dichas vainas flexibles.

60

65

- Se conocen, para unas operaciones de mecanización o de mantenimiento en el interior de tubos, unos sistemas rígidos bien adaptados a longitudes cortas o medias de algunos metros (de 4 a 5), y para unos diámetros de tubos de algunas decenas de mm. Diferentes tipos de máquinas herramientas, como rectificadoras de interior, perforadoras o incluso esmeriladoras, comprenden una herramienta montada en el exterior de un tubo rígido. La herramienta entonces o bien está montada giratoria en el extremo de este tubo rígido, portado a su vez por un carro que produce un movimiento de avance longitudinal, en el caso de las rectificadoras, tal como se observa en el documento WO 97/27955, o bien montada solidaria a un tubo giratorio en el caso de perforadoras, con, en este caso, unos cojinetes de recuperación intermedia, o incluso de esmeriladoras, siendo el tubo rígido giratorio en este último caso arrastrado por un sistema de cardán solidario a un carro de avance longitudinal. Los documentos GB 1 118 018 o US nº 5.460.563 presentan unas configuraciones de herramientas de este tipo montadas en el extremo de tubos rígidos arrastrados en rotación. Unas instalaciones de este tipo que necesitan unos tubos rígidos dimensionados para resistir al pandeo y a esfuerzos resistentes que se traducen en importantes tensiones de torsión. Estos tubos rígidos presentan necesariamente un diámetro muy parecido al del orificio a mecanizar o a mantener, del orden de 0,8 a 0,9 veces su diámetro, y de gran sección.
- Unos intentos de realización de vainas rígidas telescópicas, arrastradas en traslación y en rotación, como en el caso del documento JP 2000117202, siguen estando todavía limitados en longitud y a una evolución estrictamente rectilínea de la vaina.
- El documento WO-A1-02/059538 muestra un procedimiento y un dispositivo de decapado de un tubo según el estado de la técnica.
- Todas estas realizaciones con vainas rígidas adolecen además del inconveniente de un espacio ocupado importante, de infraestructuras de motorización y de guiado voluminosas, que no permiten su instalación en la proximidad inmediata de instalaciones industriales como cajas de agua, cuyo entorno espacial no lo permite.
- En definitiva, solamente se diseñan las vainas rígidas para ser arrastradas en rotación en toda su longitud, en combinación con un movimiento de traslación longitudinal, pero su espacio ocupado no permite su utilización para el mantenimiento de la mayor parte de las instalaciones industriales.
- Las vainas flexibles existentes que serían aptas para unas operaciones de mantenimiento de este tipo comprenden una herramienta rotativa extrema, pero no son arrastrados a su vez ni en rotación en toda su longitud, ni en traslación longitudinal.
- En definitiva, según la técnica anterior, es imposible controlar o regular la velocidad de rotación del cabezal sobre su eje, en efecto a determinados ángulos de inclinación de los chorros con respecto al cabezal, éste gira demasiado rápido, lo cual es perjudicial para un trabajo de buena calidad. Es imposible regular el ángulo de salida del chorro con respecto al cabezal, y regular el caudal del chorro de fluido proyectado a través de las boquillas.
- Por otro lado, los sistemas del estado de la técnica conocido presentan un avance lento, lo cual se traduce por una duración de trayecto del cabezal cuando tiene lugar el decapado del orden de 15 minutos para un tubo de 18 milímetros de diámetro y de 15 metros de longitud. Sobre todo, efectúan un mal decapado, ya que el avance no es regular. Por ello unos tubos así decapados irregularmente son propensos a una acumulación más rápida de incrustaciones desde su puesta en servicio de nuevo, en forma de burletes.
- La invención tiene por objetivo paliar los inconvenientes del estado de la técnica proponiendo un dispositivo que permite el control de la rotación de una vaina flexible en toda su longitud, así como de su traslación, de manera que se optimice la utilización de la energía para dedicar la máxima posible a la función de decapado, y no al accionamiento y a la puesta en rotación del cabezal, que no son productivos en sí mismos.
- Con este fin, la invención se refiere a un procedimiento de decapado de un tubo por acción de un fluido a presión muy alta según la reivindicación 1.
- La invención se refiere además a un dispositivo de limpieza con fluido a alta presión, en particular para la limpieza de haces de tubos tales como un intercambiador u otro según la reivindicación 6.
- Según una característica de la invención, dichos primeros medios delanteros de arrastre en rotación están sincronizados con dichos medios traseros de arrastre en rotación.
- Según otra característica de la invención, dicha vaina es flexible.
- Según la invención, dichos medios delanteros de arrastre en rotación están constituidos por una caja rotativa.
- Una caja rotativa en la que una vaina se ha diseñado de manera que sea apta para ser introducida y guiada, comprende unos medios de unión de solidarización en rotación con dicha vaina a un rotor arrastrado, en un movimiento de rotación alrededor de un eje longitudinal correspondiente sustancialmente al eje longitudinal de la

vaina diseñada de manera que sea apta para atravesar este rotor, por unos medios delanteros de arrastre en rotación con respecto a un cárter fijo.

5 Según una característica particular, dichos medios de unión son unos medios de motorización de avance longitudinal de dicha vaina.

10 Según otra característica, dicho dispositivo comprende un cabezal diseñado de manera que sea apto para la proyección de chorro de decapado en un extremo de dicha vaina, fijado a dicho extremo de dicha vaina, y que comprende por lo menos un canal interior diseñado de manera que sea apto para conducir fluido a presión a por lo menos un inserto diseñado de manera que sea apto para generar en el exterior de dicho cabezal por lo menos un chorro de fluido.

15 Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción detallada a continuación de los modos de realización no limitativos de la invención, en referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 15 - la figura 1 representa de manera esquemática, parcial y en una vista desde arriba, un dispositivo de limpieza con fluido a alta presión según la invención, que comprende unas cajas rotativas según la invención;
- 20 - la figura 2 es una vista esquemática, en perspectiva y parcialmente en sección, del dispositivo representado en la figura 1;
- la figura 3 representa de manera esquemática, en alzado, un detalle del circuito de alimentación con fluido del dispositivo de limpieza con fluido a alta presión según la invención;
- 25 - la figura 4 representa de manera esquemática, en sección longitudinal y en alzado, el dispositivo de limpieza con fluido a alta presión y la caja rotativa según la invención;
- la figura 5 es un detalle de la figura 4 que representa la caja rotativa según la invención;
- 30 - la figura 6 es una representación esquemática, vista según una dirección axial, de un detalle de la caja rotativa según la invención;
- la figura 7 es una representación esquemática de un cabezal de decapado según la invención, en un tubo con incrustaciones representado en sección longitudinal;
- 35 - la figura 8 es una representación esquematizada, parcial y en perspectiva, de una instalación que comprende unos tubos a decapar, en cuya cara delantera está dispuesto un dispositivo según la invención que comprende una pluralidad de vainas de decapado.

40 La invención entra en el campo de la hidrodinámica.

Más particularmente, se refiere al mantenimiento y al cuidado de instalaciones industriales, en particular a la limpieza de los tubos de condensadores, de intercambiadores, de cajas de agua o similares.

45 La invención consiste en la puesta a punto de un procedimiento para efectuar estas operaciones de decapado de un tubo 12 bajo la acción de un fluido a presión muy alta, y de un dispositivo 10 para realizar este procedimiento.

Este procedimiento comprende las operaciones según la reivindicación 1.

50 De manera preferida, se controla, por estos medios de gestión 48, la circulación del fluido en la vaina 14.

55 Un dispositivo de transporte 10 de fluido a presión muy alta, tal como se observa en la figura 1, está diseñado para la limpieza y/o decapado de una instalación industrial 11 como una caja de agua, que comprende un haz de tubos 12.

60 La limpieza y/o decapado de cada uno de estos tubos 12 está asegurada por un cabezal 13, tal como un terminal de extremo, un "Roto-Jet<sup>®</sup>", un rascador o similar. Este cabezal 13 es atravesado por un fluido a presión muy alta, en particular agua, que le es suministrado por una vaina 14 desde unos medios de generación 15, que alimentan un conducto de alimentación 16, que está unido a la vaina 14 a través de medios de conexión 20.

65 En un modo de realización preferido, estos medios de generación 15 son un compresor que suministra fluido a presión muy alta, en particular de 1500 a 3800 bar, con un caudal de algunos litros por minuto, en un intervalo preferido de 10 a 15 litros por minuto, no siendo estos valores en absoluto limitativos.

Debido a la combinación buscada de una presión muy alta y de un caudal muy reducido, las pérdidas de carga son muy reducidas, y casi toda la energía está disponible a nivel del cabezal 13.

Según el dispositivo de la invención, la vaina 14 es preferentemente una vaina flexible, diseñada para recorrer la totalidad de la longitud de los tubos 12, y adaptarse a la topología de la instalación 11 a mantener.

5 Esta longitud puede ser muy importante, por eso es necesario guiar la vaina 14, para garantizar al mismo tiempo el buen funcionamiento del dispositivo 10 y su seguridad.

Para ello, el dispositivo 10 comprende unos medios de motorización 50 de avance longitudinal de la vaina 14, y unos medios de arrastre en rotación de la vaina 14 alrededor de su eje longitudinal.

10 Esta disposición permite destinar la totalidad de la energía a alta presión enviada al cabezal 13 a la operación de decapado propiamente dicha.

15 Tal como se observa en la figura 7, en una aplicación preferida y no limitativa, el cabezal 13 está fijado al extremo de la vaina 14. Este cabezal 13 comprende preferentemente un eje longitudinal T. Cuando se introduce la vaina 14 provista del cabezal 13 en un tubo 12, este eje T es paralelo al del tubo 12. Se podrá observar, a este respecto, que la invención está perfectamente adaptada para el mantenimiento de tubos 12 de cualquier forma, aun cuando es habitual que estos tubos 12 sean rectilíneos. En el caso de que el tubo 12 presente una curvatura, el eje T es paralelo a la tangente a esta curvatura en el punto en el que se encuentra el cabezal 13 en este tubo 12. El cabezal 20 13 está diseñado de manera que sea apto para la proyección de un chorro de decapado en un extremo de la vaina 14 a la que está fijado, opuesto al extremo por el que esta vaina es alimentada por los medios de generación 15. El cabezal 13 comprende por lo menos un canal interior 139 que está diseñado de manera que sea apto para conducir fluido a presión a por lo menos un inserto diseñado de manera que sea apto para generar, en el exterior del cabezal 13, y, en particular en el interior de un tubo 12 a decapar, por lo menos un chorro de fluido. Este canal interior 139 25 puede comprender, tal como se observa en la figura 7, unas derivaciones que alimentan con fluido a presión diferentes insertos, diseñados de manera que sean aptos a su vez para generar el mismo número de chorros de fluido.

30 Por lo menos un inserto delantero 131, orientado según un ángulo, preferentemente comprendido entre 15° y 20°, con respecto a el eje longitudinal T del cabezal 13, diseñado de manera que sea apto para efectuar, con el chorro 132 que proyecta aguas arriba del cabezal 13, es decir hacia la parte delantera de este último en su movimiento de avance en un tubo 12, la limpieza de incrustaciones o similares. En una versión ventajosa, este ángulo de orientación es regulable. Ventajosamente, el inserto 131 puede estar completado por lo menos por otro inserto 35 delantero 137, sustancialmente paralelo a dicho eje T y desplazado con respecto a éste, diseñado de manera que sea apto, con el chorro 138 que proyecta también aguas arriba del cabezal 13, para romper las incrustaciones o similares en las proximidades del eje T, que preferentemente es paralelo al de un tubo 12 en el que se ha introducido la vaina 14 provista del cabezal 13, para su decapado.

40 De hecho, gracias a un conjunto de insertos laterales 133 que proyectan chorros laterales 134, en particular en la pared de un tubo 12, el cabezal 13 está y permanece perfectamente centrado en el eje del tubo 12, al contrario que los dispositivos de la técnica anterior en los que el cabezal de limpieza presenta una trayectoria irregular de aspecto helicoidal, y cuya irregularidad se amplifica por la velocidad de rotación, en particular más allá de 200 revoluciones por minuto. Estos insertos 133 pueden ser, según el caso, radiales o estar orientados según un ángulo de 80 a 90° 45 con respecto al eje T, de manera que, al igual que el inserto 131, proyecten su chorro hacia la parte delantera en el sentido de progresión AV de trabajo del cabezal 13. De manera preferida, los insertos laterales 133 están dispuestos regularmente en la circunferencia del cabezal 13 para garantizar su mantenimiento, mediante el equilibrio de los chorros que generan. Ventajosamente, su número asciende a tres.

50 Uno o varios insertos traseros 135 están diseñados de manera que sean aptos para proyectar hacia aguas abajo de dicho cabezal 13, es decir al lado opuesto a aguas arriba, o incluso detrás del cabezal cuando éste avanza en un tubo 12, uno o varios chorros 136 para compensar por lo menos los esfuerzos axiales debidos a uno o varios chorros orientados hacia aguas arriba del cabezal 13 procedentes de otros insertos que comprende este último, y en particular de los chorros procedentes de los otros insertos 131 y/o 133. Ventajosamente, los insertos laterales 133 55 están dispuestos de manera regular en la circunferencia del cabezal 13. De manera preferida, su número asciende a tres.

La energía llevada por el interior de la vaina 14 al cabezal 13 se reparte, de manera preferida y en absoluto limitativa, de la siguiente manera:

- 60 - en algo más del 50%, preferentemente entre el 50 y el 60%, en particular el 55%, a nivel de los insertos traseros 135;
- entre el 20 y el 40%, preferentemente el 30%, a nivel de los insertos laterales 133;
- 65 - entre el 10 y el 20%, preferentemente el 15%, a nivel del inserto delantero 131, o de los insertos delanteros 131 y 137.

Se entiende así que, según la invención, la vaina 14 se traslada en el tubo 12 a limpiar bajo el efecto de los medios de motorización 50, y que es inútil hacer pasar a través de los insertos traseros 135 del cabezal 13 una energía para su propulsión, que se podría emplear de mejor manera para el decapado. Según la invención, el reparto de energía en los chorros procedentes de los insertos del cabezal 13 se calcula para garantizar, si no su equilibrio en el tubo 12, lo cual no se busca debido al riesgo de rotura del tubo 12 en caso de estancia prolongada del cabezal en un punto, por lo menos una fuerza de tracción reducida en la dirección AV de avance del cabezal 13 en el tubo. El movimiento de avance en velocidad de trabajo del cabezal 13 en el propio tubo se realiza bajo la acción de los medios de motorización 50.

De manera preferida, los insertos, y en particular los insertos que generan los chorros que efectúan el trabajo de decapado, es decir los insertos delanteros 131 y/o 137, están realizados en material duro, de dureza superior a 2000 megapascales y perforados a un diámetro de dimensión de valor muy reducido, inferior a 0,150 mm, y preferentemente inferior a 0,100 mm. En una aplicación preferida, estos insertos están realizados en zafiro, de gran duración.

Así, gracias a la perfecta estabilización axial del cabezal 13 en un tubo 12, se puede llevar la energía de decapado exactamente al punto deseado.

Según la aplicación, en función del diámetro del tubo 12 a decapar y la naturaleza del residuo o del material a decapar, el usuario elige un cabezal 13 de diámetro y de morfología apropiados. En particular, se pueden modificar los ángulos de trayectoria de los diferentes chorros según la posición y la orientación de los diferentes insertos.

Los medios de arrastre en rotación de la vaina 14 permiten, en combinación con los medios de arrastre en traslación del cabezal 13 en el tubo 12 bajo el efecto de los medios de motorización 50, conferir una trayectoria extremadamente regular. Esto es vital para efectuar una limpieza completa y perfecta de los tubos 12. Esta regularidad presenta además otra ventaja importante, en el caso en el que la pared de un tubo 12 presente un debilitamiento local después de un tratamiento anterior de mala calidad: la regularidad de avance del cabezal 13 permite la limpieza cuidadosa de esta zona debilitada, sin por ello debilitarla o incluso romperla como era el caso con los dispositivos de la técnica anterior.

Se puede observar incluso, a este respecto, que la selección de una presión muy alta junto con un caudal muy reducido de fluido permite obtener, junto con un diámetro muy reducido de insertos diseñados de manera que sean aptos para generar chorros de fluido, en la salida de los mismos, unos chorros de longitud de acción muy corta, en particular inferior a 10 milímetros, y suficiente para el decapado del tubo 12. Esta reducida longitud de chorro es importante si el cabezal 13 circula en un tubo 12 que presenta un orificio por cualquier razón, ya que por ello, no se van a deteriorar con los chorros procedentes del cabezal 13 los otros tubos 12 cerca de aquél en el que se opera, en el interior del haz de tubos habitual en tal caso.

El dispositivo 10 comprende unos primeros medios delanteros 44 de arrastre en rotación de la vaina alrededor de su eje longitudinal diseñados de manera que sean aptos para disponerse cerca del haz de tubos 12. Comprende además por lo menos unos segundos medios traseros 33 de arrastre en rotación de la vaina 14 alrededor de su eje longitudinal, que se interponen entre estos medios delanteros 44 de arrastre en rotación y los medios de generación 15.

En el modo de realización de la invención, la vaina 14 es guiada, cerca de la entrada en la instalación industrial 11 a mantener, por los medios delanteros 44 de arrastre en rotación.

Estos medios 44 están constituidos por una caja rotativa 40.

Esta caja rotativa 40 está destinada, no solamente a garantizar el guiado de la vaina 14, sino asimismo a crear y/o mantener un movimiento de rotación, alrededor de su eje longitudinal o de su fibra neutra longitudinal, de la vaina 14. La caja rotativa 40 comprende unos medios de motorización 50 de avance longitudinal de la vaina 14, que controlan el movimiento de traslación de esta última.

Ventajosamente, los segundos medios traseros 33 de arrastre en rotación de la vaina 14 pueden estar creados a nivel de los medios de conexión 20.

Tal como se observa en la figura 3, aguas abajo de los medios de generación 15, el fluido a presión muy alta es llevado a los medios de conexión 20 de la vaina 14 por un conducto de alimentación 16. Naturalmente, el circuito de alimentación de fluido comprende, si es necesario, unos medios de filtración adecuados, no representados en las figuras.

En un modo de realización particular, a la entrada de los medios de generación 15 y del conducto de alimentación 16, los medios de conexión 20 de la vaina 14 comprenden unos medios de interrupción 30 de la alimentación de fluido, controlados por un circuito de control 31. Estos medios de interrupción 30 son unos medios de seguridad,

## ES 2 601 027 T3

destinados a detener la alimentación de la vaina 14 con fluido a alta presión, en caso de detectar la detención de la rotación y/o del avance de la vaina 14, o de cualquier otro incidente análogo.

5 Los medios de conexión 20 de la vaina 14 comprenden además, aguas abajo, un junta trasera giratoria 32, que alimenta directamente la vaina 14.

10 En el modo de realización, los medios 20 comprenden además unos medios de puesta en rotación de la vaina 14, en forma de medios traseros 33 de arrastre en rotación, en particular un motor, por medio de medios de transmisión traseros 34.

15 Preferentemente, los medios de conexión 20 así constituidos están montados en un carro 17, tal como se observa en las figuras 1 y 2. Cada carro 17 circula sobre una rampa de rodamiento 18. Esta rampa 18 no es necesariamente rectilínea, de manera que permite la adaptación del dispositivo según la invención a la topografía de los lugares en los que está dispuesta la instalación 11, lo cual es posible cuando la vaina 14 es flexible.

20 Ventajosamente, la vaina 14 que transporta un fluido a presión muy alta puede estar contenida en unos medios de seguridad, tales como vaina envuelta 49, vainas metálicas trenzadas blindadas, vainas metálicas en particular de acero inoxidable en forma de fuelle, o similar, tal como se observa en la figura 4.

25 En un modo de realización particular, en particular en el caso de vainas rígidas, cada carro 17 está destinado a generar y/o mantener los movimientos de traslación de la vaina 14.

30 Tal como se observa en la figura 2, varios conjuntos de rampas, en este ejemplo tres rampas 18 pueden estar ventajosamente dispuestos preferentemente en paralelo entre sí, para soportar los carros 17A, 17B, 17C, de puesta en rotación de vainas 14 para la alimentación del mismo número de cabezales 13.

35 Esta disposición permite un buen control de las vainas 14 cuando tiene lugar su entrada en la instalación 11 a mantener. Permite, incluso, desplegar en su longitud, dichas vainas 14 fuera de la instalación 11, y posicionar los medios de generación 15, generalmente voluminosos, en un emplazamiento adecuado.

40 La invención permite obtener una importante ganancia de tiempo de ejecución: el tiempo de funcionamiento para la desincrustación de un tubo de un diámetro de 18 milímetros, pasa de aproximadamente 15 minutos con los procedimientos de la técnica anterior, a aproximadamente 6 minutos con la invención. Además de la reducción de los costes, la invención permite reducir las duraciones de inmovilización de las cajas de agua, y por tanto las duraciones de detención de unidades en las centrales de producción de energía, en particular nuclear. La yuxtaposición de varias rampas permite, al tratar varios tubos en paralelo, incluso disminuir estos costes y estas duraciones. Por ejemplo, una instalación de 6 vainas permite que el operario calcule el tiempo de solamente 1 minuto para la limpieza de cada tubo.

45 De manera ventajosa, la invención incorpora además, en tal caso, un dispositivo de posicionamiento 140 para la introducción de las vainas 14 en los haces de tubos, en función del paso de estos haces. Las instalaciones 11 de tubos 12, tales como cajas de agua, comprenden una cámara con una cara delantera 141 generalmente plana. El dispositivo de posicionamiento 140 según la invención consiste preferentemente en un carro 142 de movimientos cruzados según los ejes X, Y, tal como se observa en la figura 8, y en particular de control numérico. Este carro circula sobre un conjunto 143 de guías, diseñadas de manera que sean aptas para posicionarse muy rápidamente en la cara delantera 141, mediante unos dispositivos de fijación tales como cilindros neumáticos, y/o elementos fijados por bulones o similares. El control numérico de un carro de movimientos cruzados de este tipo permite, incluso, el funcionamiento sin operario.

50 Se ha prestado particular atención a la protección del operario. Tal como se observa en la figura 8, un conducto de derivación 144 puede estar instalado ventajosamente, a nivel de la entrada en la cara delantera 141 de la instalación 11, en los medios de seguridad 49 que cubren la vaina 14, para recoger, en particular mediante aspiración y sin contacto con el operario, los efluentes, potencialmente patógenos, procedentes de la desincrustación. Así, el operario ya no está expuesto al riesgo de legionelosis habitual en caso de combinación de agua y alta temperatura, y puede trabajar en un entorno apropiado, y su trabajo es además menos arduo. Se debe observar que la cantidad de incrustaciones puede ser importante, del orden de 400 gramos por tubo de 15 metros, lo cual representa, para una caja de agua de 30000 tubos, 12 toneladas de incrustaciones secas. De manera preferida, el dispositivo de realización de la invención comprende unos elementos móviles de filtración y de separación de estos efluentes, en particular a nivel de un transportador. Preferentemente, otro transportador está dedicado a los medios de preparación del fluido, en particular por filtración, y de generación de presión muy alta 15. El resto del equipo es modular, de masa y de espacio ocupado reducidos, de manera que se puede montar en el sitio, sin dificultad, por los operarios que no disponen de aparellaje pesado de elevación.

65 El operario dispone, para llevar a cabo el procedimiento, de una caja de control, no representada en las figuras, que está unida a unos medios de gestión 48.

## ES 2 601 027 T3

- 5 Para completar la protección del operario, la vaina 14 está conectada al cabezal 13 por un manguito especial denominado niple. Este manguito está retenido por un reborde de tope interior en una caja que está retenida por un reborde de tope interior en una caja 142 diseñada de manera que sea apta para ser fijada en la cara delantera 141 de una instalación 11, tal como una caja de agua o un condensador, en la que se incorporan los tubos 12, y el operario no puede por tanto estar en contacto con el fluido a presión.
- La velocidad de rotación de la vaina 14 es preferentemente de 0 a 1000 revoluciones por minuto, no siendo esta velocidad en absoluto limitativa.
- 10 Para volver a los primeros medios delanteros de arrastre en rotación 44, tal como se observa en las figuras 4 y 5, la vaina 14 atraviesa una caja rotativa 40.
- Esta última comprende un cárter 41 diseñado de manera que sea apto para ser fijado a la estructura cerca de la instalación 11 a mantener, por ejemplo a la cámara de acceso al haz de tubos 12 de la instalación 11.
- 15 La caja rotativa 40 comprende unos medios de unión de solidarización en rotación, con la vaina 14, a un rotor 42. La vaina 14 está diseñada de manera que sea apta para atravesar el rotor 42. Este rotor 42 está soportado por un cárter 41 fijo por medio de unos medios de guiado y de apoyo 43, tales como unos cojinetes o rodamientos, o similares. El rotor 42 es arrastrado, en un movimiento de rotación alrededor de un eje longitudinal que se corresponde sustancialmente con el eje longitudinal de la vaina 14, por unos medios delanteros 44 de arrastre en rotación con respecto al cárter 41, tales como un motor, por medio de medios de transmisión delanteros 45, tales como un conjunto de poleas y correa, o similar.
- 20 Los medios de unión de solidarización en rotación de la vaina 14 al rotor 42 son unos medios de motorización 50 de avance longitudinal de la vaina 14.
- Estos medios de motorización 50 comprenden preferentemente, y como se representa en las figuras 4, 5 y 6, por lo menos uno, y preferentemente varios, rodillos 51 y rodillos de contrapresión 51A, sincronizados y accionados por unos medios de accionamiento anexos 52, en particular un motor, por medio de medios de transmisión anexos 53.
- 30 La acción de tales rodillos 51, 51A permite hacer avanzar la vaina 14 en los tubos 12 de la instalación 11 a mantener, o extraerla en caso de incidente o al finalizar el trabajo.
- En el caso de un dispositivo 10 que comprende unos medios delanteros y traseros de arrastre en rotación, se entiende que es posible, gracias a la colocación de medios de gestión y/o de sincronización, arrastrar la vaina 14 en rotación síncrona, alrededor de su eje longitudinal, por toda su longitud. Naturalmente, es posible instalar, según la longitud de la vaina 14 y las limitaciones de servicio, una pluralidad de medios de arrastre en rotación todos ellos sincronizados entre sí.
- 35 Se entiende que, para un buen control de la vaina 14 antes de su entrada en la instalación 11, los medios de generación del movimiento de rotación y del movimiento de traslación de la vaina 14, que se instalan a nivel de la caja rotativa 40, deben ser conducidos por otros medios de accionamiento que comprende la instalación, en particular a nivel de los carros 17.
- 40 En particular, los medios delanteros 44 de puesta en rotación de la vaina 14 a nivel de la caja rotativa 40 deben estar sincronizados con los medios traseros 33 y 34 dispuestos en el carro 17, y/o incluso en otras ubicaciones a lo largo de la vaina 14. Se evita así cualquier torsión y cualquier deterioro de la vaina 14.
- 45 De la misma manera, no representado en las figuras, estos medios de motorización 50 dirigen unos medios de motorización de avance longitudinal de los carros 17 sobre las rampas 18 de rodamiento, o se sincronizan con ellos.
- 50 La velocidad de avance lineal de la vaina 14 es variable: en una aplicación preferida, en absoluto limitativa, del orden de 300 a 2500 mm por minuto en fase de decapado, y del orden de 15 m por minuto durante los movimientos de traslación de aproximación o de retroceso antes y después del decapado.
- 55 En un modo preferido de realización y tal como se observa en las figuras, los medios de accionamiento anexos 52 son neumáticos, y son alimentados con aire por medio de una junta delantera giratoria axial 46 que coopera con el rotor 42.
- 60 Preferentemente, la caja rotativa 40 comprende además unos medios de detección 47 de la rotación de la vaina 14, conectados a unos medios de gestión 48, constituidos en particular por un mecanismo, que controlan y dirigen, por una parte los diferentes medios de accionamiento: medios de motorización 50 de avance longitudinal de la vaina 14, medios de arrastre delanteros de rotación 44 de la vaina 14, medios de arrastre traseros 33 de rotación de la vaina 14, en particular a nivel del carro 17, y por otro lado por medio del circuito de control 31, los medios de interrupción 30 de la alimentación de fluido.
- 65

Se entiende que tales medios de detección 47 pueden instalarse fuera de la instalación, y preferentemente lo más aguas abajo posible. Se prefiere su instalación a nivel de la caja rotativa 40 debido a la compacidad de la instalación y del reagrupamiento de todo el aparellaje a nivel del cárter 41, y debido a su proximidad con la instalación 11.

5 Aguas abajo de la caja rotativa 40 del lado de la instalación 11, la vaina 14 está protegida, preferentemente, por una vaina de envoltura de suministro 49, hasta su entrada en el haz de los tubos 12, en el que se utiliza preferentemente para la recuperación de los efluentes procedentes de la operación de limpieza o de decapado, y comprende ventajosamente, cerca de la instalación 11, una T conectada a un conducto de derivación 144 de estos efluentes.

10 Ventajosamente, el dispositivo 10 comprende unos medios de localización, no representados en las figuras, del avance longitudinal de la vaina 14.

En un modo particular de realización, la vaina 14 comprende unas marcas en su longitud. Así, un sistema por ejemplo óptico, puede medir la posición y la velocidad de avance de la vaina 14, y también constatar el bloqueo eventual de ésta en su movimiento de avance. En particular, un bloqueo de este tipo puede estar provocado por la importante cantidad de incrustaciones en el interior de los tubos de la instalación a limpiar.

Entonces, dichos medios de localización se conectan con los medios de gestión 48, que desencadenan las acciones necesarias para evitar el deterioro del material.

20 Además, estos medios de gestión 48 permiten detectar un desgaste de los medios de motorización 50, por ejemplo de los rodillos 51 o 51A, lo cual da como resultado un deslizamiento de la vaina 14 con respecto a los mismos, en particular en el caso de un esfuerzo de resistencia durante la fase de trabajo.

25 Se pueden utilizar otras tecnologías para estos medios de localización, en particular inductivas, mecánicas u otras.

Ventajosamente, los medios de gestión 48 adaptan los parámetros de rotación y de traslación de la vaina 14 en función de los del cabezal 13, en particular si este último dispone de una motorización independiente, por ejemplo eléctrica. Por ejemplo pueden sincronizar la velocidad de rotación de la vaina 14, o calcularla y regularla en función de la velocidad de rotación de un "Roto-Jet<sup>®</sup>", que o bien se mide, o bien se controla si este "Roto-Jet<sup>®</sup>" también está motorizado.

35 Los medios de gestión 48 garantizan una seguridad de funcionamiento total. Se tiene en cuenta cualquier resistencia anómala: en particular, si la vaina 14 no rota sobre sí misma, o no está en movimiento longitudinal, después de una temporización muy breve, del orden de 0,5 a 1 segundos, los medios de gestión 48 controlan, en primer lugar la detención de la generación de fluido a presión muy alta a nivel de los medios de generación 15, y después la retirada parcial o total de la vaina 14, para evitar que un chorro de fluido a nivel del cabezal 13 permanezca en su lugar y rompa un tubo 12. Esta trayectoria de retorno se puede efectuar con un gran avance, por ejemplo en 1 minuto para un tubo de 15 metros.

40 Si la rotación de la vaina 14 está garantizada, pero su avance se ha detenido debido a una obturación del tubo 12, una programación de los medios de gestión 48 permite efectuar unos ciclos de movimientos longitudinales de vaivén, por ejemplo en una trayectoria de algunos centímetros, incluso una retirada total después de un número predeterminado de ciclos.

45 Entonces, se memoriza la posición del incidente, lo cual permite, posteriormente, un retorno del cabezal 13 a su posición para la reanudación del trabajo. Además, se puede observar que el cabezal 13 puede circular en el tubo 12 sin fluido, en particular para medir la longitud de manera precisa. De hecho, es importante que el cabezal 13 no salga del extremo del tubo 12 opuesto al de su introducción, para evitar que sus chorros deterioren los revestimientos anticorrosivos de los que están provistas en general las caras de las cajas de agua.

50 Los medios de gestión 48 permiten así un funcionamiento completamente automático o semiautomático, con la posibilidad de hacer trabajar un conjunto multivainas en un conjunto de tubos o tubo a tubo, o incluso de manera completamente manual.

55 A título de ejemplo en absoluto limitativo, la desincrustación de tubos se puede efectuar con una velocidad de rotación de 0 a 1000 revoluciones por minuto, y un avance que permite tratar un metro de tubo en un tiempo comprendido entre 0 y 120 segundos, preferentemente de 20 a 30 segundos. Cuando los tubos están fuertemente cubiertos por incrustaciones, se puede aprovechar la posibilidad de funcionar de manera reversible y pueden resultar necesarias varias idas y vueltas. Conviene observar que el agua pura es suficiente para ejecutar tal desincrustación, la combinación de la velocidad de avance longitudinal, la velocidad de rotación y la presión del chorro es suficiente para limpiar las incrustaciones. Se puede observar que, si las incrustaciones no son muy duras, se puede subir a una velocidad de rotación de vaina de 500 revoluciones por minuto, o incluso más.

65 El dispositivo 10 con caja rotativa 40 según la invención aporta, con respecto a los sistemas de la técnica anterior, una gran regularidad de movimiento que permite efectuar un trabajo de calidad. Para la limpieza de tubos de grosor

de 0,7 a 0,8 mm y de diámetros de 15 a 25 mm, es posible trabajar a presiones muy superiores a 1500 bar, en particular de 2000 a 2500 bar en el caso de tubos de latón, y hasta 3800 bar según las pruebas efectuadas, no constituyendo este valor un límite superior de ningún modo, sino un umbral que se aprovecha en función de las tecnologías disponibles y con unos costes compatibles con una instalación industrial.

5 Esta regularidad de movimiento constituye una de las ventajas esenciales de la invención. Permite aportar respuestas a los operadores que, al tiempo que desean la desincrustación de sus tubos, no desean un tratamiento de estos tubos a fondo, sino que conserven una capa superficial que resulte de un tratamiento de superficie anterior, por ejemplo una capa de óxidos particulares, por ejemplo después de "vacunar" tubos de latón mediante ataques de ácido, o incluso un revestimiento plastificado o similar. La combinación de la velocidad de rotación de la vaina 14, de su avance, del caudal de fluido y del ángulo de proyección de los chorros de las boquillas delanteras del cabezal 13 permite efectuar una prueba en un primer tubo 12 hasta la validación; posteriormente, el proceso se puede reproducir perfectamente en todos los demás tubos 12 del haz 11 en cuestión, gracias al perfecto control de todos los parámetros.

15 La caja rotativa 40 aporta una gran seguridad de trabajo para el control de los parámetros, y en particular permite prevenir cualquier ruptura de uno de los tubos 12 a limpiar. Su pequeño tamaño, del orden de 350 mm cúbicos, permite instalarla en proximidad directa de la entrada de la instalación 11 a limpiar. Las vainas de suministro 49 pueden albergar varias vainas flexibles 14 correspondientes a la limpieza de tubos 12 diferentes de la instalación 11 a limpiar. De hecho, debido al reducido espacio ocupado de tales cajas rotativas 40, se pueden yuxtaponer varias para aumentar además el número de tubos 12 limpiados de manera simultánea, y, por tanto, reducir muy sustancialmente la duración de inmovilización de la instalación industrial 11 a limpiar. En versión de multivainas y multicarros de este tipo, es interesante agrupar las cajas rotativas, incluso integrarlas en un mismo cárter. Se destaca que la distancia entre este cárter y la entrada de las vainas en la cámara a limpiar es entonces variable. La flexibilidad de la vaina envuelta 49 que protege la vaina 14, y la de esta última, permiten disponer, para los diferentes circuitos, unos tramos de vaina de la misma longitud, que corresponden a las entradas más alejadas de la caja rotativa en la cámara que comprende menos meandros que los relativos a las entradas más cercanas, que adoptan entonces una forma serpenteante que es posible debido a esta flexibilidad.

30 Además, se puede observar que la caja rotativa 40 es completamente autónoma en términos de motorización, y se puede utilizar en solitario, de manera totalmente independiente de un dispositivo con carro 17 móvil como se ha descrito anteriormente.

35 En una versión preferida, el fluido utilizado en el procedimiento y el dispositivo según la invención están constituidos por agua o por una solución acuosa.

40 En otra aplicación particular, este fluido es un gas líquido. El dispositivo según la invención comprende entonces, en diferentes puntos, unos medios de medición y de regulación de temperatura de la vaina 14, en forma de subestaciones, de manera que se conduzca el fluido a la temperatura deseada al extremo de la vaina 14 en un tubo 12, en particular a nivel del cabezal 13.

45 Una aplicación particular consiste en proyectar nitrógeno líquido, los medios de gestión 48 regulan entonces las subestaciones preferentemente para garantizar una temperatura cercana a los -147°C a nivel del extremo de la vaina 14 en un tubo 12, en particular a nivel del cabezal 13. Así, se garantiza la salida de los chorros en forma líquida, y, posteriormente, una evaporación rápida que permite evitar cualquier tratamiento de efluente.

Se pueden proyectar otros fluidos, en particular unos agentes de protección de superficies, tales como pinturas, óxidos o similares.

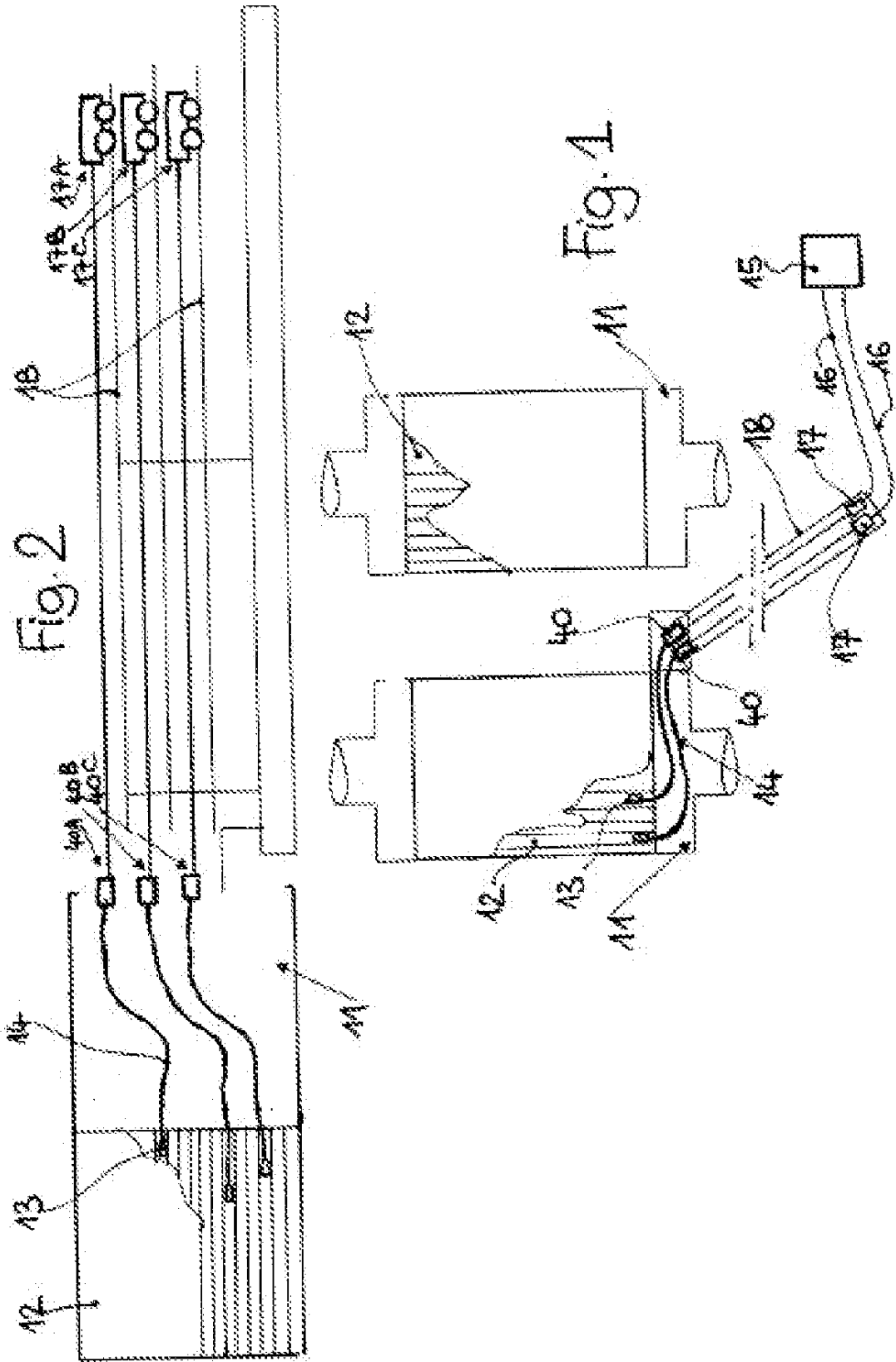
50 El empresario de una instalación industrial equipada con condensadores sin incrustaciones según el procedimiento y con el dispositivo de la invención constata múltiples ventajas: una ganancia de potencia del tramo en cuestión en el caso de una central de producción de energía, una disminución de la peligrosidad y de la dificultad para los operarios, una duración reducida de las intervenciones de mantenimiento que restablecen rápidamente la disponibilidad de los medios, unos costes de desincrustación más bajos, una disminución de los efluentes líquidos, una posibilidad de una desincrustación completa que garantiza un aumento de rendimiento a nivel del condensador con el retorno al rendimiento nominal de la instalación nueva después de la desincrustación, una enorme disminución del consumo de agua de decapado, o también, después de la eliminación completa de incrustaciones, una posibilidad de efectuar controles, en particular mediante corrientes de Foucault para seguir el desgaste de los tubos, lo cual es imposible mientras permanezcan incrustaciones en el interior.

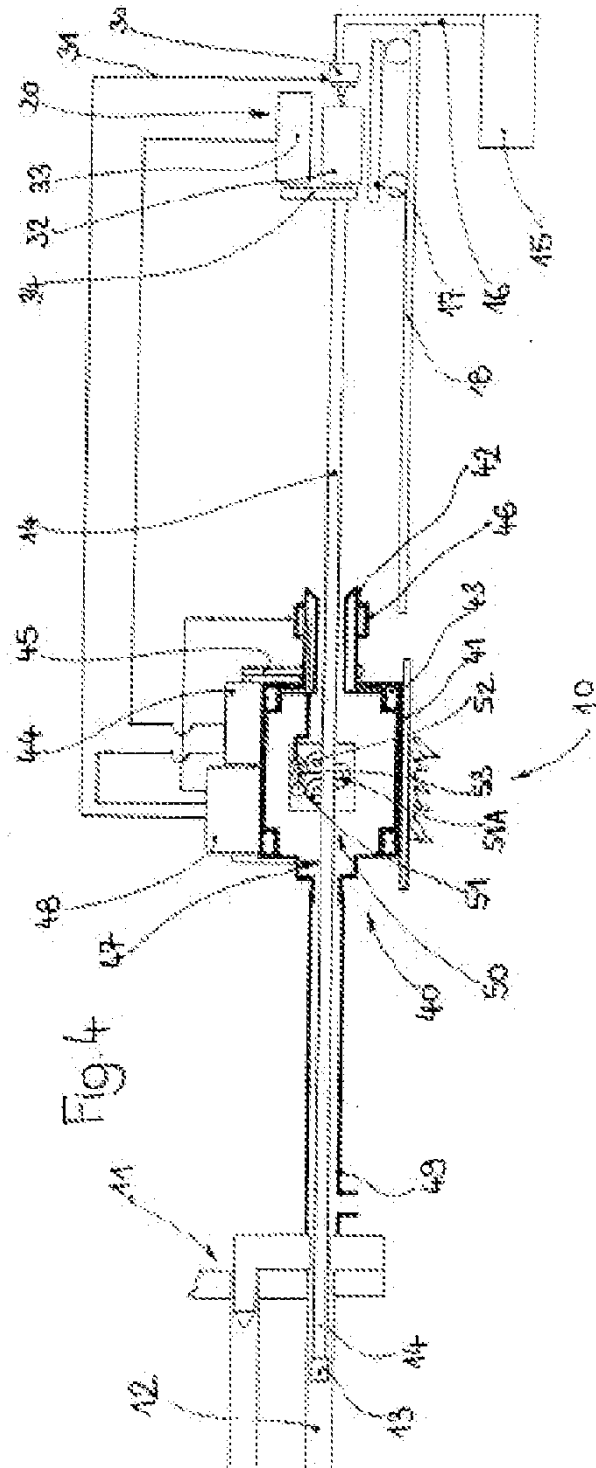
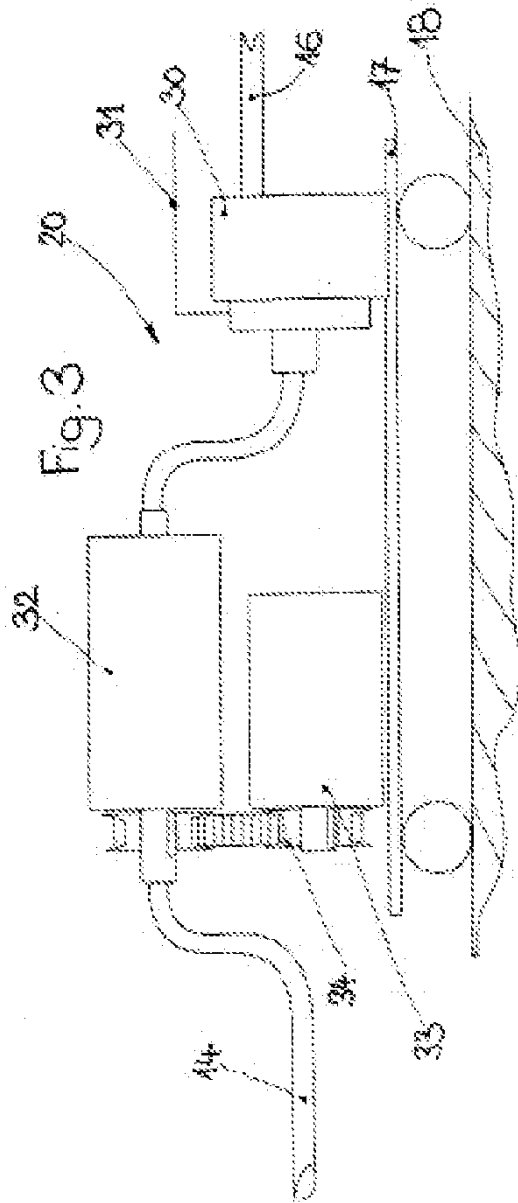
60 Otras utilizaciones de la invención son interesantes: la química, la petroquímica, las instalaciones de desalado de agua de mar. De hecho, la invención, descrita en este caso en la aplicación preferida de desincrustación, es asimismo eficaz para la retirada de otros residuos sólidos tales como cloruros, nitruros o similares.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de decapado de un tubo (12) por acción de un fluido a una presión muy alta superior a 1500 bar, en el que:
- 5 - se hace pasar dicho fluido a presión muy alta por una vaina flexible (14),
  - se arrastra dicha vaina flexible (14) en rotación alrededor de su eje longitudinal, mediante unos medios traseros (33) de arrastre en rotación, a nivel de un carro (17) móvil sobre una rampa de rodamiento (18) que comprende unos medios de motorización de avance longitudinal de dicho carro (17) diseñados para generar y/o mantener unos movimientos de traslación de dicha vaina flexible (14),
  - 10 - se somete dicha vaina flexible (14), a nivel de una caja rotativa (40), a la acción de medios de motorización (50) de avance longitudinal, y a la acción de medios delanteros (44) de arrastre en rotación de dicha vaina flexible (14) alrededor de su eje longitudinal,
  - 15 - se regula, con la ayuda de medios de gestión (48) y de medios de detección de rotación (47) y/o de localización de avance longitudinal, a nivel de dicha caja rotativa (40), dichos medios de motorización (50) de avance longitudinal y dichos medios traseros (33) y delanteros (44) de arrastre en rotación de dicha vaina flexible (14),
  - 20 - siendo dicha caja rotativa (40) autónoma en términos de motorización, y pudiendo ser utilizada de manera totalmente independiente de dicho dispositivo con carro móvil (17),
  - 25 - dichos medios de motorización (50) de avance longitudinal de dicha caja rotativa (40) dirigen dichos medios de motorización de avance longitudinal de dicho carro (17) o se sincronizan con ellos,
  - se regula, de manera independiente, con la ayuda de dichos medios de gestión (48), dichos medios de motorización (50) de avance longitudinal, y dichos medios traseros (33) y delanteros (44) de arrastre en rotación,
  - 30 - se guía dicha vaina flexible (14) cerca de la entrada de dicho tubo (12).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se controla, mediante dichos medios de gestión (48), el movimiento longitudinal de dicha vaina flexible (14) y su posición así como la de un cabezal (13) con el que está equipada dicha vaina (14), su velocidad de avance lineal variable, los movimientos de traslación de aproximación o de retroceso de dicha vaina flexible (14), el movimiento de rotación de dicha vaina flexible (14), y la circulación de dicho fluido en dicha vaina flexible (14).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que se elige como fluido, agua o una solución acuosa, o un agente de protección de superficies, o una pintura, o un óxido, o un gas o un gas líquido.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichos medios de gestión (48) regulan unos medios de medición y de regulación de temperatura de dicha vaina flexible (14) diseñados de manera que sean aptos para llevar dicho fluido a una temperatura deseada en el extremo de dicha vaina flexible (14) al interior de dicho tubo (12).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el fluido está bajo una presión de 1500 a 3800 bar, con un caudal de 10 a 15 litros por minuto, y por que la velocidad de rotación de dicha vaina flexible (14) está comprendida entre 0 y 1000 revoluciones por minuto, y por que el avance longitudinal de dicha vaina (14) permite tratar 1 metro de tubo en un tiempo comprendido entre 0 y 30 segundos, y por que un gran avance permite desplazar dicha vaina flexible (14) 1 metro en un tiempo comprendido entre 0 y 4 segundos.
6. Dispositivo (10) de limpieza con fluido a alta presión, para la limpieza de un haz de tubos (12) tales como un intercambiador u otro, que comprende unos medios de generación (15) de un fluido a presión muy alta superior a 1500 bar para la alimentación de una vaina (14), diseñada de manera que sea apta para la puesta en práctica del procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el dispositivo, por un lado, unos medios traseros (33) de arrastre en rotación de dicha vaina (14) en rotación alrededor de su eje longitudinal, situados a nivel de un carro (17) móvil sobre una rampa de rodamiento (18) que comprende unos medios de motorización de avance longitudinal de dicho carro (17) concebidos para generar y/o mantener unos movimientos de traslación de dicha vaina (14), y por otro lado, a nivel de una caja rotativa (40), unos medios de motorización (50) de avance longitudinal de dicha vaina (14), y unos medios delanteros (44) de arrastre en rotación de dicha vaina (14) alrededor de su eje longitudinal diseñados de manera que sean aptos para estar situados cerca de dicho haz de tubos y sincronizados con dichos medios traseros (33) de arrastre en rotación, comprendiendo dicho dispositivo (10) además unos medios de gestión (48), y medios de detección de rotación (47) y/o de localización de avance longitudinal a nivel de dicha caja rotativa (40), estando dichos medios de gestión (48) diseñados de manera que sean aptos para controlar dichos

- medios de motorización (50) de avance longitudinal de dicha vaina (14) y dichos medios traseros (33) y delanteros (44) de arrastre en rotación de dicha vaina (14), siendo dicho caja rotativa (40) autónoma en términos de motorización, y pudiendo ser utilizada de manera totalmente independiente de dicho dispositivo con carro móvil (17), y estando dichos medios de motorización (50) de avance longitudinal de dicha caja rotativa (40) diseñados de manera que sean aptos para pilotar dichos medios de motorización de avance longitudinal de dicho carro (17) o estando sincronizados con ellos, interponiéndose dichos medios traseros (33) de arrastre en rotación de dicha vaina (14) entre dicha caja rotativa (40) y dichos medios de generación (15).
7. Dispositivo (10) según la reivindicación 6, caracterizado por que dichos medios de gestión (48) están diseñados de manera que sean aptos para pilotar de manera independiente dichos medios de motorización (50) de avance longitudinal, dichos medios delanteros (44) de arrastre en rotación y dichos medios traseros (33) de arrastre en rotación.
8. Dispositivo (10) según una de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado por que dicha caja rotativa (40), en la que una vaina (14) está diseñada de manera que sea apta para ser introducida y guiada, comprende unos medios de unión de solidarización en rotación con dicha vaina (14) a un rotor (42) arrastrado, en un movimiento de rotación alrededor de un eje longitudinal que corresponde sustancialmente al eje longitudinal de la vaina (14) diseñada de manera que sea apta para atravesar dicho rotor (42), por dichos medios delanteros (44) de arrastre en rotación con respecto a un cárter fijo (41), y por que dichos medios de unión son dichos medios de motorización (50) de avance longitudinal de dicha vaina (14).
9. Dispositivo (10) según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que comprende por lo menos un cabezal (13) diseñado de manera que sea apto para la proyección de chorro de decapado en un extremo de dicha vaina (14), fijado a dicho extremo de dicha vaina (14), y que comprende por lo menos un canal interior (139) diseñado de manera que sea apto para conducir fluido bajo presión a por lo menos un inserto diseñado de manera que sea apto para generar en el exterior de dicho cabezal (13) por lo menos un chorro de fluido, comprendiendo dicho cabezal (13) por lo menos un inserto lateral (133) diseñado de manera que sea apto para proyectar un chorro lateral (134), estando dicho inserto realizado en un material de dureza superior a 2000 megapascales o en zafiro, y perforado con un diámetro calibrado inferior a 0,150 mm.
10. Dispositivo (10) según la reivindicación anterior, caracterizado por que comprende unos insertos traseros (135) diseñados de manera que sean aptos para proyectar hacia aguas abajo de dicho cabezal (13) varios chorros (136) para por lo menos compensar los esfuerzos axiales debidos a uno o varios chorros orientados hacia aguas arriba de dicho cabezal (13) procedentes de otros insertos que comprende este último.
11. Dispositivo (10) según una de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado por que comprende un dispositivo de posicionamiento (140) para la introducción de una o varias vainas (14) en una instalación (11) que comprende unos tubos (12) a decapar, comprendiendo dicho dispositivo (140) un carro (142) con movimientos cruzados, que circula sobre un conjunto (143) de guías diseñadas de manera que sean aptas para ser posicionadas en una cara delantera (141) de dicha instalación (11).
12. Dispositivo (10) según una de las reivindicaciones 6 a 11, caracterizado por que comprende un conducto de derivación (144) conectado, a nivel de la entrada en la cara delantera (141) de una instalación (11) que comprende unos tubos (12) a decapar, a unos medios de seguridad o una vaina envuelta (49) de protección de dicha vaina (14), para recoger unos efluentes sin contacto con el operario.
13. Dispositivo (10) según una de las reivindicaciones 6 a 12, caracterizado por que dichos medios de gestión (48) están diseñados de manera que sean aptos, si dicha vaina (14) no gira sobre sí misma, para controlar en primer lugar la detención de la generación de fluido a presión muy alta a nivel de los medios de generación (15), y después para controlar la retirada parcial o total de la vaina (14) de un tubo (12) en el que ha sido introducida, o, si dicha vaina (14) gira pero no está en movimiento longitudinal, para controlar la retirada parcial o total de la vaina (14) de un tubo (12) en la que ha sido introducida.
14. Dispositivo (10) según una de las reivindicaciones 6 a 13, caracterizado por que dicha vaina (14) provista de un cabezal (13) comprende unas marcas en su longitud, y por que unos medios de localización de avance longitudinal están diseñados de manera que sean aptos para medir la posición y la velocidad de avance de dicha vaina (14), y para constatar el eventual bloqueo de ésta en su movimiento de avance, estando dichos medios de localización en contacto de interfaz con dichos medios de gestión (48), diseñados de manera que sean aptos para desencadenar las acciones necesarias para evitar el daño del material y garantizar una seguridad de funcionamiento total, teniendo en cuenta cualquier resistencia anormal, y, si el avance de dicha vaina (14) se ha detenido debido a una obturación del tubo (12), están diseñados de manera que sean aptos para controlar unos ciclos de movimientos longitudinales de vaivén, y/o una retirada total, con memorización de la posición del incidente para permitir el retorno de dicho cabezal (13) a esta posición para la reanudación del trabajo.
15. Dispositivo (10) según una de las reivindicaciones 6 a 14, caracterizado por que dicha vaina (14) es flexible.





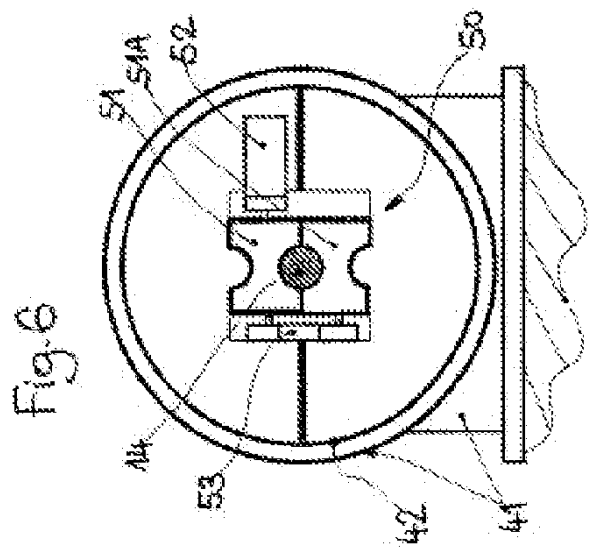
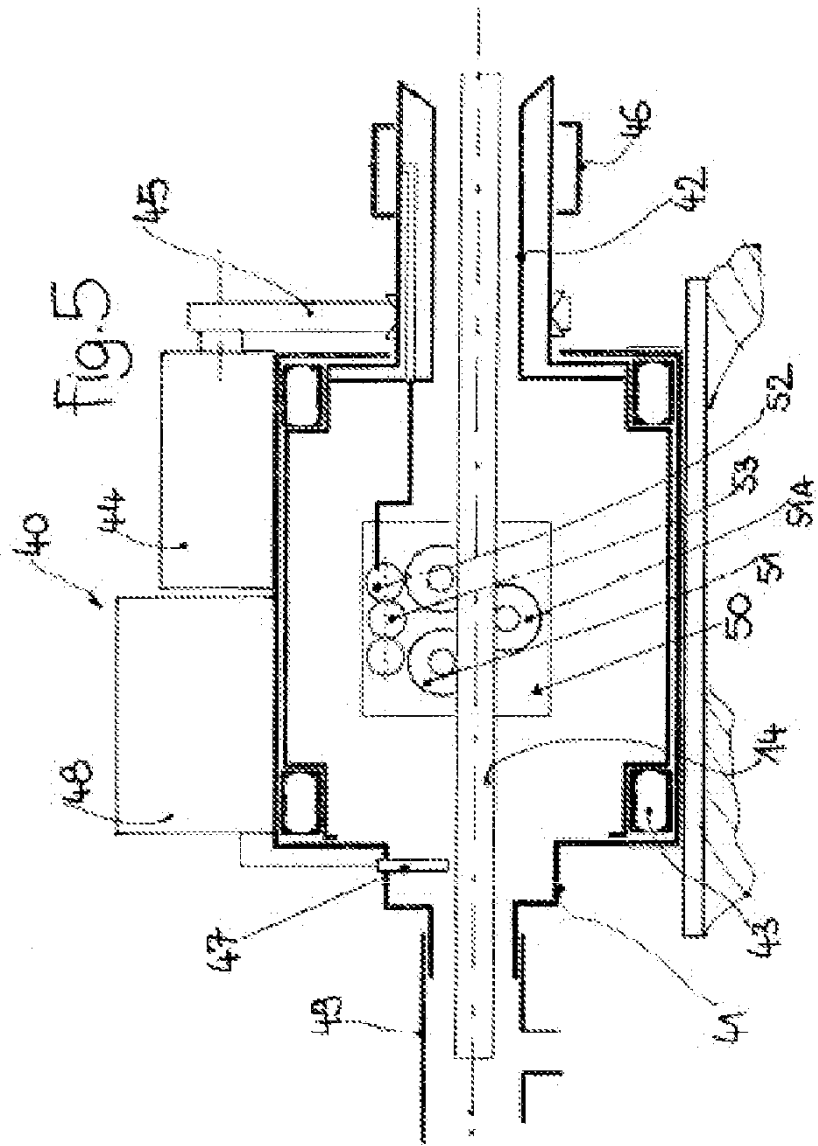


Fig. 8

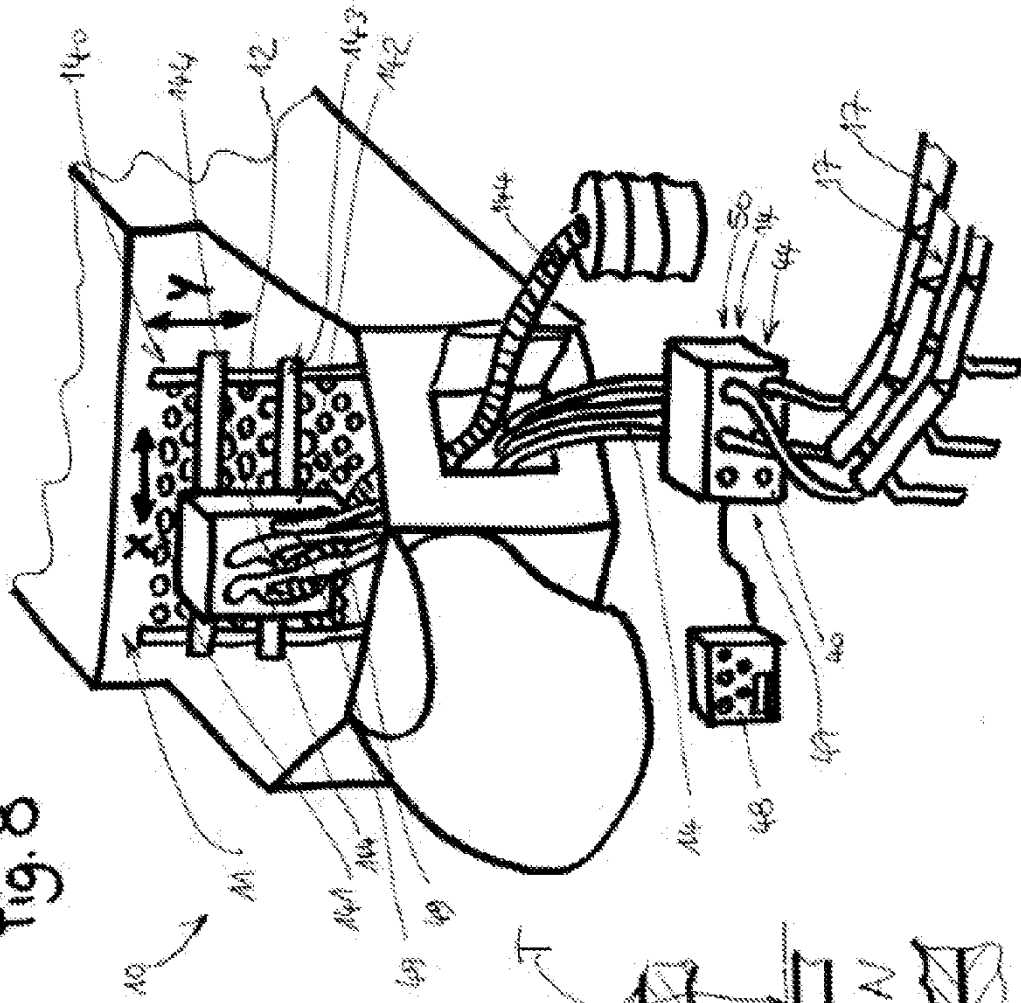


Fig. 7

