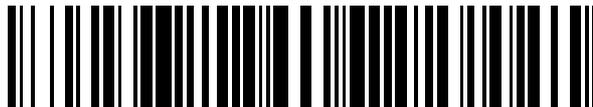


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 595**

51 Int. Cl.:

C23C 8/20 (2006.01)

C23C 8/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08006673 .1**

96 Fecha de presentación: **01.04.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **1980641**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.10.2008**

54

Título: **Método y medición para el control de una superficie de carga activa en el procedimiento de cementación a baja presión**

30

Prioridad:

02.04.2007 PL 38211807

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

12.12.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

12.12.2012

73 Titular/es:

SECO/WARWICK S.A. (50.0%)

Ulica Sobieskiego 8

66-200 Swiebodzin , PL y

POLITECHNIKA ŁÓDZKA (50.0%)

72 Inventor/es:

KULA PIOTR y

OLEJNEK JÓZEF

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 392 595 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y medición para el control de una superficie de carga activa en el procedimiento de cementación a baja presión.

5 La presente invención se refiere a un método y sistema de medición para el control de una superficie de carga activa en el procedimiento de cementación con gases a baja presión, ventajosamente en una atmósfera de una mezcla de cementación ternaria que incluye etileno, acetileno e hidrógeno.

10 A partir de la publicación de patente japonesa nº JP 2002/173759, es conocido un sistema de control de una atmósfera gaseosa y un dispositivo que funciona conjuntamente con el mismo, utilizado para la cementación al vacío. En este sistema, el potencial de carbono (PC) de la atmósfera, creado a partir de hidrocarburos, se mide y se regula mediante un sistema de cálculo basado en las señales procedentes de los sensores de presión del procedimiento y de presión parcial de hidrógeno en la cámara de procedimiento o en las tuberías de salida.

15 A partir de la solicitud de patente alemana nº DE 10359554 se conoce en detalle el conjunto de cementación en horno de vacío, un conjunto que puede ajustar el suministro de carbono a las demandas exactas reales. En el conjunto, en la cámara del horno en funcionamiento o en las tuberías de salida delante de la bomba de vacío, se han instalado los sensores, el sensor de concentración de hidrógeno y/o de acetileno y/o de contenido combinado de carbono, por ejemplo del espectrómetro de masas, que transfirieren las señales de los sensores, tras el procesamiento en el sistema de cálculo, generando un impulso en la válvula dosificadora de una cantidad proporcional demandada, por ejemplo de acetileno, apropiada a la demanda temporal de la carga dependiente del contenido de carbono real en el acero.

20 Otra solución ha sido presentada en la patente US nº 6.846.366, en la que se proporciona la descripción de un dispositivo y un método de cementación a una presión de entre 13 y 1.000 Pa, en una atmósfera que contiene menos de 20% de monóxido de carbono, el contenido del cual se controla mediante la medición de la conducción de calor con el medidor de vacío de Pirani, a fin de regular los parámetros de proceso de temperatura, presión y atmósfera gaseosa.

30 El documento DE 10242616A1 da a conocer un sistema para regular un procedimiento de cementación, en el que el caudal de masa de gas carburante se determina pesando un cuerpo de referencia con un área superficial conocida antes y después de la cementación, y regulando el flujo de gas carburante en dependencia del caudal calculado de masa.

35 A partir de la publicación de patente polaca nº P-356754 se conoce la mezcla ternaria que contiene etileno, acetileno e hidrógeno o amonio, que durante el procedimiento de cementación en presión negativa demuestra un efecto sinérgico de hidrocarburos de grado elevado sobre la superficie cargada, lo que resulta en una hábil transmisión de carbono desde la mezcla hasta la superficie cargada sin creación de incómodos productos secundarios en forma de alquitrán y/o hollín. Durante el procedimiento, tiene lugar la transferencia de carbono de la atmósfera al área cargada mediante una fase indirecta creada sobre el área cargada completa - un depósito de carbono hidrogenado (Kula et al., 2006). La transmisión de carbono hasta la superficie resulta ser altamente intensiva, y basándose en lo anterior el procedimiento tecnológico se divide en varias etapas cortas, de algunos minutos, de refuerzo con carbono y una etapa de distribución totalmente difusiva del carbono en el acero. Éstas son condiciones no estacionarias y de no equilibrio del procedimiento, de entre las que el curso de los efectos y el crecimiento de la capa difusiva pueden ser totalmente programados basándose en una simulación por ordenador a través del sistema experto, que incluye la base de datos sobre los materiales tratados y el modelo físico y matemático del procedimiento. Bajo las condiciones de una línea productiva modificable, el sistema experto programa el curso del procedimiento de modo correcto, con la condición de que el operador introduzca en el mismo los parámetros de capa requeridos, la temperatura del procedimiento, el grado del acero y la superficie de carga activa, que resulta difícil de estimar bajo las condiciones de producción, lo que puede resultar en cierto grado de error.

50 La naturaleza del método según la invención se basa en el hecho de que las señales procedentes del convertidor de flujo de masa recogidas en el intervalo de tiempo entre los segundos 30 y 300, durante la primera etapa de refuerzo con carbono, se transmiten al sistema experto con el fin de compararlas con las fijadas experimentalmente en la función de superficie de carga activa, con las características del modelo para sus indicaciones, y con el fin de estimar una corrección para una superficie de carga establecida aceptada en el sistema.

60 Respecto a la naturaleza del sistema, según la invención, éste se basa en el hecho de que el circuito de desviación de retorno, conectado al conjunto tecnológico de bomba o conjunto de bombas de vacío, y horno de vacío, que contiene entre otros el convertidor de flujo de masa para la muestra de gases de escape y la válvula de calibración, se encuentra conectado mediante una válvula de referencia a un sistema que suministra gases de referencia, los cuales están destinados al sistema de calibración.

65 Aparentemente resulta beneficioso desconectar el circuito de derivación, que contiene en la conexión en serie la primera válvula de cierre, la segunda válvula de corte del filtro de gases, el convertidor de flujo de masa, la válvula de

calibración y la tercera válvula de corte, entre la entrada y la salida del conjunto de bombas de vacío, y conectar simultáneamente la salida de la válvula de referencia entre la válvula de corte y el filtro de gases.

Simultáneamente, aparentemente también resulta beneficioso conectar el circuito de derivación, que contiene en conexión en serie la primera válvula de cierre, el filtro de gases, la segunda válvula de cierre, que proporciona soporte a la bomba de vacío, el reductor de estabilización de la presión, el convertor de flujo de masas, la válvula de calibración y la tercera válvula de corte, entre la entrada de la bomba de vacío y la salida de la válvula tecnológica de cierre del horno de vacío, y conectar simultáneamente la salida de la válvula de referencia entre la salida de la bomba de vacío de soporte y el reductor.

El método y el sistema que constituyen el sistema compacto de medición, según la invención, eliminan el riesgo de daños debido a la carga, y/o los daños a las instalaciones, resultantes de la posibilidad de error y de los datos imprecisos en el área de los elementos tratados introducidos por el operario.

Se describe la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

la figura 1 es un sistema de medición y control con un convertor de flujo de masa situado en el circuito de derivación de retorno de una bomba de vacío principal,

y

la figura 2 es una variante del sistema con el convertor de flujo de masa situado en el circuito de derivación de retorno del sistema de bomba principal en el lado de vacío.

El sistema en la figura 1 de una primera variante presentado se instala a modo de circuito de derivación de retorno de la bomba o conjunto de bombas de vacío (8), la entrada del cual se encuentra conectada, mediante la válvula tecnológica de cierre (9), al horno de vacío (10). Además, se encuentra activada una rama de desvío entre la entrada y la salida del conjunto de bomba de vacío (8), el cual contiene, conectados en serie, los dispositivos siguientes: primera válvula de cierre (1), filtro de gases (2), segunda válvula de cierre (3), convertor de flujo de masa (5), muestreador de gases de salida, válvula de calibración (6) y tercera válvula de cierre (7), encontrándose activada la salida de la válvula de referencia entre la válvula de cierre (1) y el filtro de gases (2), la cual es una válvula que suministra los gases de referencia externos al sistema de calibración.

La estimación del volumen del flujo de referencia en el sistema se lleva a cabo mediante el método de gases haciendo referencia al valor de flujo de masas de gases de calibración, por ejemplo nitrógeno, helio o aire, que ha sido prefijado por la válvula de referencia (4), el convertor de flujo de masas (5), la válvula de calibración (6) y la válvula de cierre (7).

En la variante en la figura 2, el circuito de derivación, que contiene conectados en serie la primera válvula de cierre (1), el filtro de gases (2), la segunda válvula de cierre (3), la bomba de vacío de soporte (11), el reductor de estabilización de presión (12), el convertor de flujo de masas (5), la válvula de calibración (6) y la tercera válvula de cierre (7), se encuentra activado entre la entrada al conjunto de bomba de vacío (8) y la válvula tecnológica de cierre (9), el horno de vacío (10), mientras que la salida de la válvula de referencia se encuentra activada entre la salida de la bomba de vacío de soporte (11) y el reductor (12).

Durante el procedimiento llevado a cabo en la mezcla ternaria de cementación, que incluye etileno, acetileno e hidrógeno, en el intervalo de presiones de entre 0,1 y 10 kPa y en el intervalo de temperaturas de entre 800°C y 1.100°C, se abre la derivación lateral de medición en el intervalo de tiempos de entre el segundo 30 y el segundo 300 durante la primera etapa de cementación, mientras que las señales eléctricas recogidas durante el periodo se transmiten al sistema experto con el fin de compararlas con las características del modelo fijadas experimentalmente en la función de un área de carga activa, y con el fin de realizar una estimación de la corrección del área de carga estimada que se acepta en el sistema. Como resultado de la corrección durante el curso del procedimiento, se consiguen capas cementadas regularmente de una forma correcta, capas de perfil complejo de concentración de carbono, y se evita la creación de productos secundarios tales como el alquitrán y el hollín.

Ejemplo 1

En la cámara del horno de vacío de uso universal (10), con un tamaño de la cámara operativa de 400x400x600 mm, se introdujeron elementos de acero 16CrMn5, de superficie estimada en 2,1 m², y se introdujo a continuación el valor estimado en la simulación y se ajustó el sistema de horno conjuntamente con los parámetros restantes de la capa, es decir: la concentración de carbono superficial - 0,75% del peso, profundidad contratada de la capa cementada - 0,6 mm con la concentración limitante de 0,4% del peso de C, y los parámetros del procedimiento: temperatura de -950°C y gas carbonífero que proporcionó presión en las etapas de refuerzo, con fluctuación de las presiones entre 0,5 y 0,8 kPa. El sistema de simulación programó la organización del procedimiento de cementación según la secuencia de etapas siguiente:

- calentamiento por convección en nitrógeno hasta 700°C,
- calentamiento bajo vacío hasta 950°C,
- 5 - refuerzo con carbono: 5 min. 41 s,
- difusión: 11 min. 22 s,
- 10 - refuerzo con carbono: 3 min. 24 s,
- difusión: 18 min., 53 s,
- refuerzo con carbono: 3 min. 24 s,
- 15 - difusión: 37 min.,
- refuerzo con carbono: 3 min. 24 s,
- 20 - difusión: 23 min. 33 s,
- enfriamiento hasta la temperatura de endurecimiento de 840°C a una velocidad de 5°C/min.,
- endurecimiento en nitrógeno bajo una presión de 10 bar.

25 Para lo anterior, los valores óptimos de proporciones de la mezcla de cementación fueron: etileno (26%), acetileno (26%) e hidrógeno (46%). Tras 30 s de la primera etapa de inicio de refuerzo con carbono, el sistema abrió el circuito de derivación de retorno de la bomba de vacío (8), iniciando el flujo de gas de escape de muestreo a través del convertor de flujo de masas (5) y seguidamente cerró el paso tras 270 s adicionales. Basándose en las señales recibidas, el sistema fijó la densidad de gases de escape en 0,156 g/dm³, y mediante la comparación con las características del modelo corrigió el área de carga activa elevándola a 2,6 m². En las siguientes etapas de refuerzo con carbono, el sistema aceptó los valores corregidos de proporciones de la mezcla de cementación. Como resultado del procedimiento se consiguieron capas cementadas regulares de una forma correcta del perfil complejo de concentraciones de carbono (C_R 0,75% C, A_{HT} 0,59 mm) y se evitó la creación de productos secundarios tales como el alquitrán y el hollín.

35 Ejemplo 2

En la cámara del horno de vacío de uso universal (10), con un tamaño de la cámara de trabajo de 400x400x600 mm, se introdujeron algunos elementos de acero 16CrMn5 de superficie estimada en 2,3 m², y se introdujo a continuación el valor estimado en la simulación y se ajustó el sistema de horno conjuntamente con los parámetros restantes de la capa, es decir: la concentración de carbono superficial - 0,75% del peso, la profundidad contratada de la capa cementada - 0,65 mm con la concentración limitante de 0,4% del peso de C, y los parámetros del procedimiento: temperatura de -1.000°C y gas carbonitrurante en las etapas de refuerzo con fluctuación de las presiones entre 0,5 y 0,8 kPa. El sistema de simulación programó la organización del procedimiento de cementación según la secuencia de etapas siguiente:

- calentamiento por convección en nitrógeno hasta 400°C,
- 50 - calentamiento de 400°C a 700°C a una presión de 0,25 kPa, con introducción de amonio en la cámara,
- calentamiento bajo vacío hasta 1.000°C,
- refuerzo con carbono: 6 min. 12 s,
- 55 - difusión: 29 min., 33 s,
- refuerzo con carbono: 4 min. 47 s,
- difusión: 17 min. 7 s,
- 60 - endurecimiento en nitrógeno bajo una presión de 10 bar.

65 Para lo anterior, los valores óptimos de proporciones de la mezcla de cementación fueron: etileno (26%), acetileno (26%) e hidrógeno (46%). Tras 60 s de la primera etapa de inicio de refuerzo con carbono, el sistema abrió el circuito de derivación de retorno de la bomba de vacío (8), iniciando el flujo de gas de escape de muestreo a través del convertor de flujo de masas (5) y seguidamente cerró el paso tras 180 s adicionales. Basándose en las señales

- 5 recibidas, el sistema fijó la densidad de gases de escape en $0,125 \text{ g/dm}^3$, y a partir de la comparación con las características del modelo decidió que el valor mencionado podía ser tolerado y aceptó el área de carga prefijada para llevar a cabo la segunda etapa de refuerzo con carbono. Como resultado del procedimiento se consiguieron capas cementadas regulares de una forma correcta del perfil complejo de concentraciones de carbono (C_R 0,74% C, A_{HT} 0,66 mm) y además, en el ejemplo proporcionado, se evitó la creación de productos secundarios tales como el alquitrán y el hollín.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de medición para el control de una superficie de carga activa en el procedimiento de cementación a baja presión, en el intervalo de presiones de 0,1 a 10 kPa y en el intervalo de temperaturas de 800 a 1.100°C, provisto de un sistema experto, caracterizado porque comprende el circuito de derivación de retorno conectado al complejo tecnológico de una bomba o conjunto de bombas de vacío (8) y horno de vacío (10), a continuación el circuito de derivación de retorno contiene, en una conexión en serie, el convertor de flujo de masas (5) para la muestra de gas de escape y la válvula de calibración (6), conectado mediante la válvula de referencia (4) a un sistema que suministra gases de referencia destinados al sistema de calibración.
- 10 2. Sistema de medición según la reivindicación 1, en el que el circuito de derivación, que contiene en la conexión en serie la primera válvula de cierre (1), el filtro de gases (2), la segunda válvula de cierre (3), el convertor de flujo de masas (5), la válvula de calibración (6) y la tercera válvula de cierre (7), se encuentra activado entre la salida y la entrada del conjunto de bombas de vacío (8), mientras que la salida de la válvula de referencia (4) se encuentra activada entre la válvula de cierre (1) y el filtro de gases (2).
- 15 3. Sistema de medición según la reivindicación 1, en el que el circuito de derivación, que contiene en la conexión en serie, la primera válvula de cierre (1), el filtro de gases (2), la segunda válvula de cierre (3), la bomba de vacío de soporte (11), el reductor de estabilización de la presión (12), el convertor de flujo de masas (5), la válvula de calibración (6) y la tercera válvula de cierre (7), se encuentra activado entre la salida el conjunto de bombas de vacío (8) y la salida de la válvula tecnológica de cierre (9) del horno de vacío (10), mientras que la salida de la válvula de referencia (4) se encuentra activada entre la salida de la bomba de vacío de soporte (11) y el reductor (12).
- 20 4. Método para controlar una superficie de carga activa en el procedimiento de cementación a baja presión, en el intervalo de presiones de 0,1 a 10 kPa y en el intervalo de temperaturas de 800 a 1.100°C, con el sistema de medición según la reivindicación 1 ó 2 ó 3, caracterizado porque las señales, que reflejan el flujo de masas de la muestra de gas de escape, recogidas en el intervalo de tiempo entre los segundos 30 y 300 del tiempo en que continúa la primera etapa de refuerzo de carbono, se transmiten al sistema experto con el fin de compararlas con las fijadas experimentalmente en la función de superficie de carga activa, con las características del modelo para sus indicaciones, y con el fin de estimar la corrección para la superficie de carga estimada, una aceptada en el sistema.
- 25 30

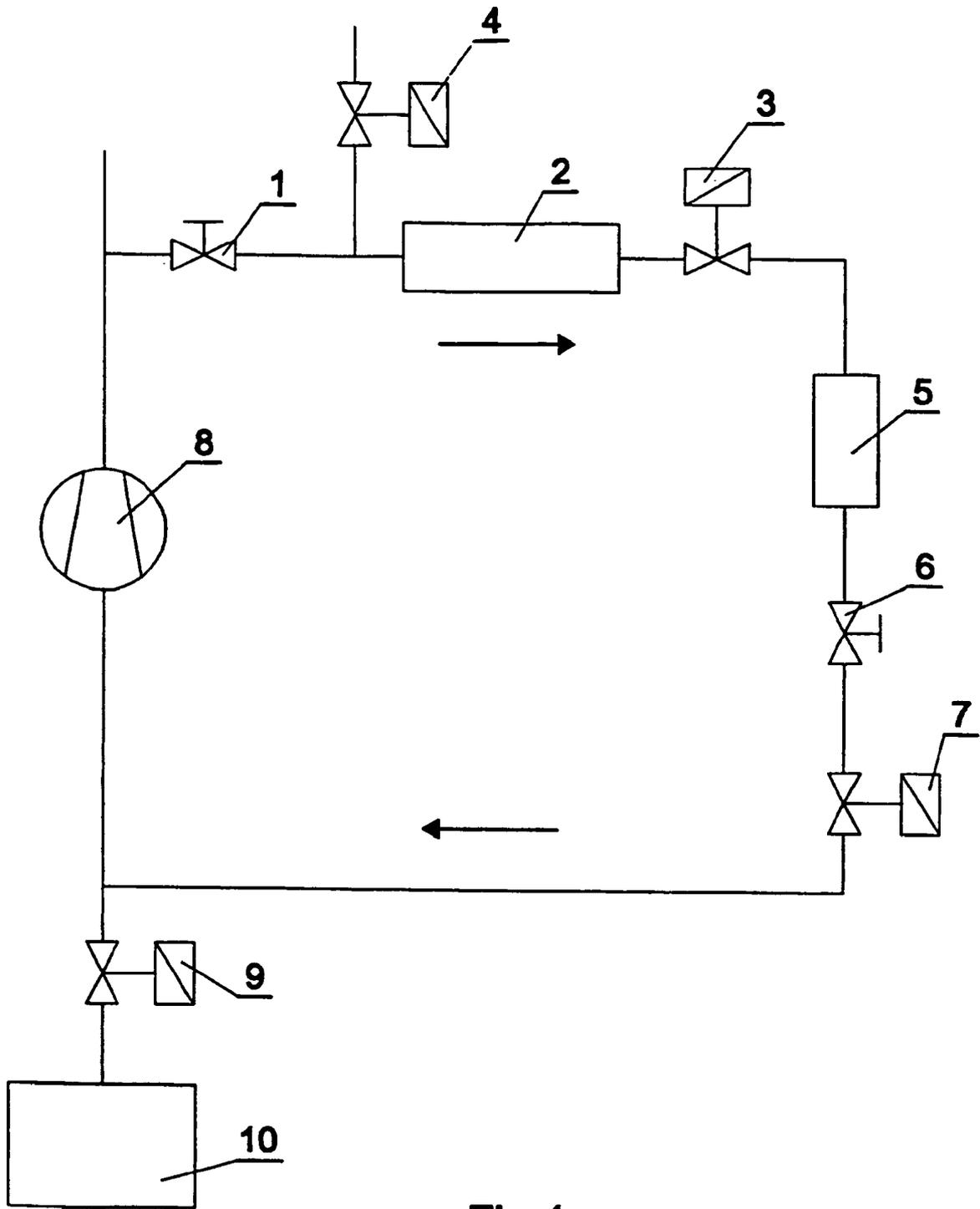


Fig.1

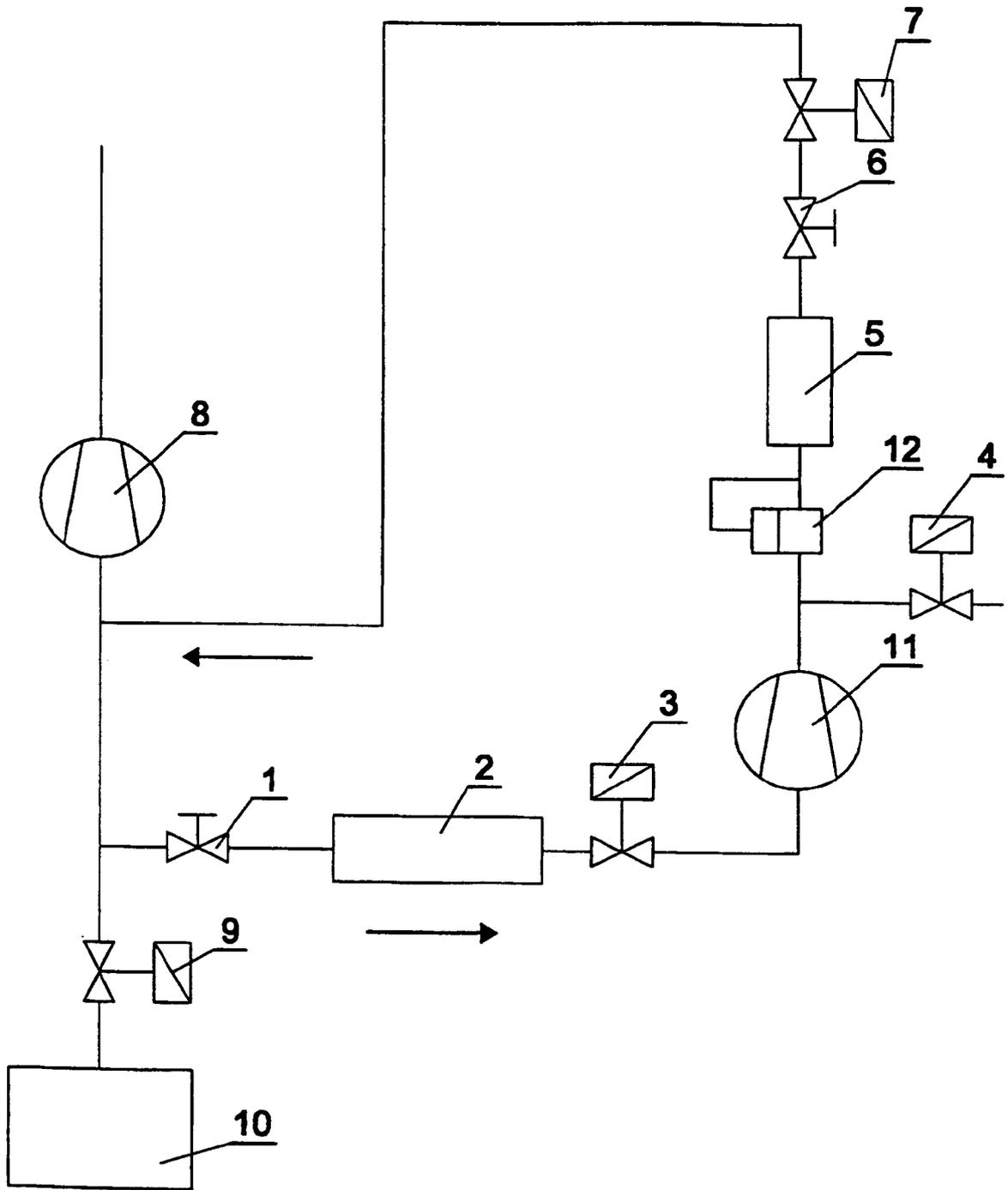


Fig.2