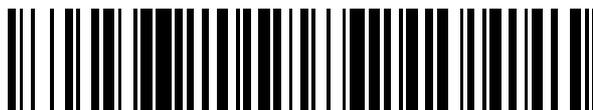


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 393**

51 Int. Cl.:

F25B 27/02 (2006.01)

B60H 1/18 (2006.01)

B60H 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2011 E 11826165 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.10.2014 EP 2637883**

54 Título: **Máquina frigorífica de adsorción accionada por gas de escape**

30 Prioridad:

10.11.2010 DE 102010050951

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.01.2015

73 Titular/es:

**INVENSOR GMBH (50.0%)
Nussbaumweg 7-9
06886 Lutherstadt-Wittenberg, DE y
AMOVIS GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HOETGER, MICHAEL;
PAULUSSEN, SÖREN y
BRAUNSCHWEIG, NIELS**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 527 393 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

Máquina frigorífica de adsorción accionada por gas de escape

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la provisión de frío, en el que una máquina frigorífica de adsorción se conecta a un conducto de gas de escape. Adicionalmente, la invención se refiere a un dispositivo para realizar el procedimiento.

10 El motor de combustión interna clásico ha alcanzado un alto grado de perfeccionamiento a lo largo de su evolución. Cabe esperar que todavía continúe representando la tecnología de propulsión dominante durante mucho tiempo, aun cuando los futuros desarrollos cada vez tengan que tener en cuenta más y más la sostenibilidad de las fuentes de recursos en lo relacionado con la construcción y los combustibles. Del concepto del vehículo eléctrico surge una competencia para el motor de combustión interna, que en principio tiene la misma antigüedad, aunque presenta ventajas y desventajas completamente diferentes. Un problema que hasta hoy no ha sido solucionado satisfactoriamente en relación al almacenamiento de la energía se opone a la implementación de un motor propulsor altamente eficiente y técnicamente perfeccionado con ventajas sustanciales en el tráfico local urbano típico.

15 En los dispositivos de accionamiento de vehículos, en particular también en los motores de combustión interna de automóviles, durante el funcionamiento se genera una cantidad significativa de calor de escape. Éste se disipa a través del sistema de refrigeración del accionamiento mediante el calentamiento de un medio refrigerante, generalmente agua, y/o se emite en los gases de escape calientes que son evacuados a través de un sistema de escape de gases correspondiente.

20 También el calentamiento o la refrigeración, respectivamente, del espacio interior son más que solo una función de confort, ya que según se ha demostrado en diversos estudios ello representa un aspecto esencial de la seguridad activa. Para mantener el estado de equilibrio en funcionamiento con una temperatura exterior de 8 °C y una temperatura interior de 22 °C es suficiente una potencia calorífica de 0,5 kW a 0,7 kW en el funcionamiento de aire circulante.

25 Los sistemas de calefacción en los que el calor se libera por la combustión de sustancias combustibles, potencialmente tienen un mayor grado de rendimiento en la generación de calor, pero requieren un mayor dispendio en la distribución del calor. Por una parte, las elevadas temperaturas del medio de transmisión tienen que ser bajadas a temperaturas soportables después de la combustión, por ejemplo por mezcla, y por otra parte, los sistemas disponibles en el mercado, tales como las calefacciones auxiliares comercialmente disponibles, con frecuencia emplean combustibles fósiles u otros combustibles que contienen carbono. En lo relacionado con los vehículos eléctricos, que por lo demás tienen un sistema de accionamiento libre de emisiones, esto no solo se considera como un defecto, sino que en determinados espacios jurídicos, por ejemplo en California, esto tiene como consecuencia que tales vehículos ya no se clasifiquen como "Vehículo de cero emisiones" (ZEV, por las siglas en inglés de *Zero Emission Vehicle*).

30 De manera análoga a esto se plantea el problema de la refrigeración/climatización del espacio interior del vehículo. El compresor del aire acondicionado en los automóviles convencionales es accionado por el motor de combustión interna y de esa manera contribuye a un mayor consumo de combustible. En el servicio de carga parcial, la potencia extraída adicionalmente sin embargo resulta en un aumento del grado de eficiencia del motor, de tal manera que el consumo de combustible adicional es menor que el grado en que aumenta la energía de propulsión. En el vehículo eléctrico, con un compresor de aire acondicionado necesariamente accionado eléctricamente, la energía extraída por el contrario reduce claramente la autonomía (hasta en un 30 %).

35 En el estado de la técnica se describen diferentes procedimientos y dispositivos para la obtención de energía mecánica o eléctrica a partir del calor de escape. Así, por ejemplo, el documento DE 10 2006 043 139 A1 desvela un dispositivo para la obtención de energía a partir del calor de escape de un motor de combustión interna de vehículo automotor. A este respecto, se conoce por lo menos un sistema de transformación térmica conectado a una fuente de calor de escape de un motor de combustión interna que suministra el calor en un nivel de temperatura comparativamente bajo, en donde dicho sistema de transformación térmica transforma por lo menos una parte del calor de escape liberado por el motor de combustión interna en energía mecánica o eléctrica. Junto a los transformadores termoeléctricos, tales como termoelementos, o convertidores térmicos realizados como generadores termoiónicos, también se emplean procesos de circuito termodinámico con sustancias activas fácilmente evaporables a bajas temperaturas para la generación de corriente eléctrica.

40 Adicionalmente, por ejemplo, del documento DE 10 2007 004 765 A1 se conoce un procedimiento para atemperar un vehículo automotor en parada. En el procedimiento descrito, una así llamada unidad de atemperación residual, que suministra calor y/o frío producido durante la marcha del vehículo, se combina con una unidad de atemperación activa, en particular una calefacción auxiliar.

65 El documento DE 10 2010 007 911 A1 desvela una unidad de accionamiento de un vehículo automotor que está equipada con un motor de combustión interna acoplado a un árbol receptor y un sistema de aprovechamiento del

calor de escape, a través del que por lo menos una parte del calor de escape derivado del motor de combustión interna y/o de un sistema de gas de escape acoplado al motor de combustión interna se transforma en energía eléctrica por medio de un transformador de energía accionado por medios térmicos, en donde dicha energía eléctrica puede ser suministrada por lo menos en parte a por lo menos un consumidor secundario y/o una red eléctrica de a bordo del vehículo automotor. La solución técnica descrita se caracteriza por que adicionalmente al sistema de aprovechamiento del calor de escape se provee una fuente de calor adicional, a través de la cual se puede abastecer con calor el transformador de energía térmicamente accionado.

El documento US 5 333 471, que representa el estado de la técnica más próximo, desvela un procedimiento para la preparación de frío, en donde los gases de escape emanados de un conducto de gas de escape conectado a un motor de combustión interna son dirigidos opcionalmente a un primer o segundo adsorbedor. Dependiendo de la posición de una válvula dispuesta en la corriente de aire ambiental, un adsorbedor funciona como adsorbedor adsorbente y el otro como adsorbedor desorbente, o viceversa. En cualquier caso, se produce una mezcla del aire ambiental más frío y de los gases calientes provenientes del motor.

En el estado de la técnica se describen máquinas frigoríficas que en general sirven para la calefacción y/o refrigeración de edificios. Las máquinas frigoríficas realizan procesos de circuito termodinámico, en los que por ejemplo se absorbe calor por debajo de la temperatura ambiente y se emite a una temperatura mayor. Los procesos de circuito termodinámico son similares a los de una bomba térmica. Las máquinas frigoríficas conocidas en el estado de la técnica son, por ejemplo, dispositivos frigoríficos de adsorción, máquinas frigoríficas de difusión-absorción, instalaciones frigoríficas de adsorción o bombas térmicas de sorción de sólidos, así como dispositivos frigoríficos de compresión. Las instalaciones conocidas en el estado de la técnica normalmente son muy grandes, lo que por una parte se debe a la potencia frigorífica instalada y por otra parte a la realización del material adsorbente o absorbente.

La generación técnica de frío normalmente se basa en la evaporación de un medio refrigerante (analogía: frío por evaporación). Las máquinas frigoríficas de compresión eléctricas convencionales logran esto por medio de una compresión (aumento de la presión) y distensión (reducción de la presión) del medio refrigerante a través de un proceso de compresión mecánico. En el caso de las máquinas frigoríficas de adsorción (MFA), en cambio, se habla de una condensación térmica. En el caso de la adsorción, esto se realiza mediante el secado (desorción) de un material de adsorción (o medio de adsorción) a través del suministro de calor. Una vez que el material de adsorción se haya secado y enfriado nuevamente, comienza a absorber el medio refrigerante (adsorción). De esta manera se produce una disminución de la presión y por lo tanto la evaporación del medio refrigerante de manera análoga a la máquina frigorífica de compresión.

La máquina frigorífica de adsorción desvelada en el estado de la técnica está formada por una unidad de adsorción/desorción, un evaporador, un condensador y/o una unidad combinada de evaporación/condensación que están alojadas dentro de un contenedor o en contenedores separados que en ese caso se interconectan mediante tubos o conductos similares para el flujo del medio refrigerante. La ventaja de las máquinas de sorción en comparación con la tecnología convencional de bombas de calor consiste en que el desarrollo de la adsorción/desorción se produce exclusivamente por la atemperación del medio de sorción. Por lo tanto, el contenedor de la máquina de adsorción puede estar cerrado de forma estanca y hermética al gas.

En el proceso de la máquina de adsorción, el calor de adsorción y el calor de condensación tienen que ser conducidos fuera de la instalación. Esto se hace normalmente a través de un medio portante de calor fluido que transporta dicho calor a un sumidero de calor, por ejemplo un refrigerador de retorno, que entonces emite el calor al aire ambiental. Sin embargo, si el calor de adsorción y/o el calor de condensación no se disipan o se disipan de manera deficiente, aumentarían las temperaturas y con ello también las presiones dentro de la máquina de adsorción, resultando en la paralización del proceso de adsorción. Por lo tanto, el grado de eficiencia de una máquina de adsorción se puede incrementar de manera significativa a través de una transmisión mejorada del calor, lo que forzosamente también mejora la rentabilidad del sistema.

Desventajas en el estado de la técnica son que los sistemas de climatización por compresión convencionales reducen el grado de eficiencia general del vehículo y que además no es posible un almacenamiento óptimo de la energía térmica.

El objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento que aproveche el calor de escape de un motor, provea calor y/o frío y no presente las desventajas o deficiencias del estado de la técnica.

Este objetivo se logra a través de lo expuesto en la reivindicación independiente. Formas de realización ventajosas se derivan de las reivindicaciones subordinadas.

La invención se refiere a un procedimiento para la producción de frío que comprende las siguientes etapas:

- a. introducción de gases de escape desde un conducto de gas de escape proveniente de un motor de combustión interna a un aparato regulador antepuesto a por lo menos una máquina frigorífica de adsorción, y/o

b. introducción de aire en el aparato regulador,

c. introducción de los gases de escape o de una mezcla de gas de escape-aire o de aire desde el aparato regulador a por lo menos un intercambiador de calor de la máquina frigorífica de adsorción,

d. desorción de un material de adsorción que se encuentra en por lo menos una unidad de adsorción/desorción de la máquina frigorífica de adsorción mediante la energía calorífica del gas de escape, condensándose el medio refrigerante presente en forma de vapor en por lo menos una unidad de evaporación/condensación, y

e. evaporación de un medio refrigerante que fluye en la máquina frigorífica de adsorción en una unidad de evaporación/condensación de la máquina frigorífica de adsorción, proveyéndose así el frío.

Por medio del procedimiento es posible usar un gas de escape producido en un proceso de combustión como energía propulsora para una máquina frigorífica de adsorción. A este respecto, el gas de escape es dirigido desde un motor de combustión interna a través de una tubería correspondiente hacia un intercambiador térmico de la máquina frigorífica de adsorción, en donde la energía térmica del gas de escape se puede aprovechar para desorber un medio refrigerante en una unidad de adsorción/desorción de la máquina frigorífica de adsorción, es decir que se prefiere que un material de adsorción que se encuentra en una unidad de adsorción/desorción de la máquina frigorífica de adsorción sea desorbido por la energía térmica del gas de escape. El medio refrigerante preferentemente es agua o metanol. También se puede preferir que el gas de escape se introduzca en la máquina frigorífica de adsorción sin un aparato regulador. En el sentido de la presente invención, una máquina frigorífica de adsorción puede comprender por lo menos una unidad de evaporación/condensación, prefiriéndose también las combinaciones de esto, es decir que se puede preferir que una máquina frigorífica de adsorción preferida comprenda por lo menos una unidad de adsorción, una unidad desorción, una unidad de evaporación y/o una unidad de condensación.

Ha sido totalmente sorprendente que el procedimiento preferido pueda ser usado como sistema de calefacción y/o refrigeración de un vehículo automotor. Se desvela un procedimiento de aplicación universal que hace disponible el calor de escape de una fuente térmica, en particular de un motor de combustión interna, para el uso en una máquina frigorífica de adsorción y proporcionar frío. En el sentido de la presente invención, una fuente de calor se refiere en particular a una fuente que genera energía térmica, en donde la energía térmica también puede ser producida como un producto de desecho. Por medio del sistema, es posible reducir el tamaño de la instalación e incrementar al mismo tiempo el grado de eficiencia de la misma. Adicionalmente, a través del procedimiento conforme a la invención es posible ventajosamente almacenar energía frigorífica o térmica prácticamente sin ninguna pérdida (por ejemplo, para una climatización o calefacción auxiliar en parada).

En el sentido de la presente invención, un vehículo automotor se refiere en particular a vehículos de propulsión mecánica, ventajosamente seleccionados entre el grupo que comprende vehículos eléctricos, vehículos con pila de combustible, vehículos con motor de combustión interna o vehículos guiados sobre carriles. El tamaño y la potencia de la máquina frigorífica de adsorción se pueden variar ventajosamente en función del respectivo vehículo automotor. Puede preferirse la configuración de la máquina frigorífica de adsorción con diversas formas de realización, pudiendo realizarse geometrías redondas, planas, angulares, etc. El procedimiento se aplica ventajosamente para vehículos de un solo pasajero o de múltiples pasajeros.

Para la condensación se puede usar el intercambiador de calor de la unidad de adsorción/desorción, de la unidad de condensación/adsorción/desorción o cualquier otro condensador o intercambiador térmico presente en la máquina frigorífica de adsorción. Para una provisión continua de frío puede preferirse la operación alternada de dos adsorbedores, en donde se alternan las etapas de adsorción y desorción. En primer lugar, un material de adsorción es desorbido bajo aplicación de calor. Para ello se puede usar ventajosamente el calor de escape del gas de escape. El medio refrigerante previamente absorbido emerge y se condensa con emisión de calor. Se prefiere que las máquinas frigoríficas de adsorción presenten por lo menos dos unidades de adsorción/desorción para la desorción y adsorción del medio refrigerante con desplazamiento de fases, en donde el respectivamente otro adsorbedor realiza la adsorción y se encarga del proceso de evaporación en el evaporador. Esto permite una provisión preferentemente continua de frío. Se prefiere que en la máquina frigorífica de adsorción se use agua como medio refrigerante. De esta manera se puede proporcionar una máquina frigorífica ecológicamente inocua.

El procedimiento preferido comprende en particular tres etapas, específicamente la regeneración, la activación y la generación de frío. La regeneración consiste preferentemente en la desorción del material de adsorción (suministro de calor) y la condensación del medio refrigerante (extracción de calor). En la condensación se condensa preferentemente el medio refrigerante en forma de vapor que está presente en una unidad de evaporación/condensación. Se prefiere que se impida una transición del medio refrigerante en forma de vapor desde la unidad de adsorción/desorción hacia la unidad de evaporación/condensación por medio de una válvula de cierre y/o retención.

A la regeneración sigue ventajosamente la activación, en la que se enfría el material de adsorción previamente desorbido y por lo tanto calentado. Con la refrigeración del material de adsorción, éste queda preparado para un

posterior proceso de adsorción y adsorbe el medio refrigerante en forma de vapor. El medio refrigerante preferentemente se evapora en una unidad de evaporación/condensación bajo la acción de energía térmica. Los procesos de adsorción y evaporación en el sentido de la presente invención se denominan como generación de frío, debido a que para la evaporación se emplea energía térmica, que por ejemplo se extrae de un aire ambiental y así se produce frío. Se prefiere que la regeneración, es decir, la desorción y condensación, se desarrolle durante el funcionamiento del motor de combustión interna. De manera correspondiente se prefiere que la desorción del material de adsorción y la condensación del medio refrigerante ocurran durante el funcionamiento del motor de combustión interna.

En el sentido de la presente invención, un motor de combustión interna se refiere a una máquina de energía térmica que mediante combustión transforma la energía química de un combustible en trabajo mecánico. A este respecto, la combustión ocurre preferentemente en una cámara de combustión, en donde se enciende una mezcla de combustible y aire ambiental. En el sentido de la invención, el motor de carburador (Otto) y el motor diesel en los vehículos automotores pueden ser denominados como motores de combustión interna. Sin embargo, ha sido totalmente sorprendente que el procedimiento pueda ser aplicado de manera universal y que también pueda ser conectado con una fuente térmica de calor de una turbina de vapor, de una máquina de vapor o de un motor Stirling. A este respecto, puede ser ventajoso si la máquina frigorífica de adsorción se acopla por medio de una tubería a un conducto de gas de escape de las máquinas. [...] no forman parte de los motores de combustión interna. El calor necesario para su funcionamiento no tiene que ser generado por combustión. También los dispositivos de funcionamiento continuo como una turbina de gas y el propulsor de cohete sorprendentemente pueden ser acoplados con la máquina frigorífica de adsorción como fuente térmica de calor y de esa manera producir frío.

La activación, es decir, en particular la refrigeración del material de adsorción, ocurre durante el funcionamiento o el no funcionamiento del motor de combustión interna. Se puede preferir que mediante el aparato regulador se dirija aire ambiental y no gas de escape al interior del intercambiador de calor de la unidad de adsorción/desorción, mediante lo cual se produce un enfriamiento del material de adsorción y/o del calor de adsorción. Adicionalmente, puede preferirse que desde el aparato regulador se dirija aire a por lo menos una unidad de adsorción/desorción y/o una unidad de evaporación/condensación. Esto también puede ocurrir de manera activa durante el funcionamiento del motor de combustión interna, cuando el aparato regulador impide la entrada de gas de escape en la máquina frigorífica de adsorción y dirige aire, en particular aire ambiental, al interior de la máquina frigorífica de adsorción. A este respecto, también puede ser ventajoso que para el enfriamiento del material de adsorción se dirija aire desde el aparato regulador a por lo menos una unidad de adsorción/desorción y/o una unidad de evaporación/condensación. De esta manera, con el aire se refrigera no solo la unidad de adsorción/desorción, sino también por lo menos una unidad de evaporación/condensación. Esto puede ocurrir ventajosamente durante el funcionamiento o no funcionamiento del motor de combustión interna. Puede ser ventajoso que también durante el no funcionamiento del motor de combustión interna se realice activamente la refrigeración, en particular que se disipe el calor, por medio de un ventilador o un tubo Venturi.

Se prefiere que la introducción de aire para la refrigeración de retorno de la unidad de adsorción/desorción y/o de la unidad de evaporación/condensación se realice por medio de un ventilador o un tubo Venturi, lo que en el sentido de la presente invención se puede denominar en particular como refrigeración activa. Por lo tanto, se prefiere que el calor producido por la unidad de adsorción/desorción y/o la unidad de evaporación/condensación se disipe de manera activa o pasiva. La disipación activa o pasiva del calor puede ocurrir durante el funcionamiento o el no funcionamiento del motor de combustión interna, en donde la disipación es apoyada por un dispositivo de ventilación, en particular un ventilador soplador o un tubo Venturi. Una disipación pasiva del calor se puede lograr, por ejemplo, mediante una corriente de aire o aire ambiental en circulación que en particular se hace pasar junto a las unidades a ser refrigeradas. Se puede preferir, por ejemplo, que las unidades de la máquina frigorífica de adsorción estén dispuestas de tal manera que se provea una corriente de aire permanente para el enfriamiento de las unidades. En el sentido de la invención, la unidad de adsorción/desorción y/o la unidad de evaporación/condensación también se denominan como unidades.

Se prefiere que ocurra una refrigeración de retorno continua de la unidad de adsorción/desorción y/o de la unidad de evaporación/condensación mediante aire ambiental y que la desorción ocurra contra esta refrigeración. Ha sido totalmente sorprendente que la activación también es posible durante el funcionamiento del motor de combustión interna y que por lo tanto también se puede producir frío durante el funcionamiento. A este respecto ocurre una refrigeración permanente de las unidades de la máquina frigorífica de adsorción, en particular de la unidad de adsorción/desorción y/o la unidad de evaporación/condensación, en donde no se conmuta entre etapas de desorción y refrigeración de retorno, sino que la desorción simplemente se superpone a la refrigeración de retorno. De esta manera, a pesar de la refrigeración de retorno se logra una desorción y por consiguiente se provee frío.

En una forma de realización preferida, la disipación del calor que es producido por la unidad de adsorción/desorción y/o la unidad de evaporación/condensación se puede hacer por derivación del mismo a un material sólido. Una disipación pasiva del calor en el sentido de la presente invención se refiere a una conducción de calor no activa, en particular una irradiación de calor, conducción de calor o convección no forzada. Los expertos en el arte saben que la conducción de calor se refiere a un flujo de calor, por ejemplo en un sólido, que se desarrolla debido a una caída de temperatura. A este respecto, el calor fluye en la dirección de la menor temperatura. Por lo tanto, el calor de la

unidad de adsorción/desorción y/o la unidad de evaporación/condensación puede ser disipado hacia un cuerpo sólido circundante. Se prefiere, por ejemplo, que la máquina frigorífica de adsorción se encuentre dispuesta en la carrocería de un vehículo automotor y exista un contacto térmico entre las unidades de la máquina frigorífica de adsorción y la carrocería o los componentes del vehículo automotor, de tal manera que el calor de las unidades pueda ser disipado, por ejemplo, a una placa de piso de la carrocería o al motor de combustión interna, lo cual resulta en la refrigeración de las unidades. También se puede preferir que el calor de la unidad de adsorción/desorción y/o de la unidad de evaporación/condensación se aproveche para el precalentamiento del motor, mediante el establecimiento de una conexión térmica entre el motor de combustión interna y las unidades, de manera que el motor pueda ser precalentado. Adicionalmente, puede ser ventajoso que el calor producido por la unidad de adsorción/desorción y/o la unidad de evaporación/condensación se disipe mediante la evaporación de un condensado producido por un aparato de climatización por compresión. Por lo tanto, la refrigeración de retorno de las unidades puede producirse a través de un enfriamiento por evaporación del condensado proveniente de una instalación de aire acondicionado convencional. También las demás etapas, es decir la activación o la generación de frío, pueden apoyarse mediante una disipación activa o pasiva del calor.

La adsorción que ocurre en una máquina de adsorción describe un proceso físico en el que un medio refrigerante en forma de gas (en particular agua) se adhiere a un material sólido (un material de adsorción) y a través de esta adherencia se transfiere energía del medio refrigerante al material sólido. La desorción del medio refrigerante, es decir, el desprendimiento del medio refrigerante del material sólido, a su vez requiere energía. En una máquina frigorífica de adsorción, el medio refrigerante, que a baja temperatura y baja presión absorbe calor y a mayor temperatura y mayor presión emite calor, se elige de tal manera que con la adsorción y la desorción, respectivamente, ocurre un cambio en el estado de agregación. Como medio de adsorción se prefieren sustancias que tengan una superficie interna muy grande. Materiales ventajosos son carbón activado, óxido de aluminio, fosfatos de aluminio, fosfatos de sílice-aluminio, fosfatos de metal-sílice-aluminio, silicatos mesoestructurales, estructuras metal-orgánicas y/o material microporoso, comprendiendo polímeros microporosos. Sin embargo, también se pueden usar cualesquiera otros materiales que tengan una propiedad adsorbente. Los materiales de adsorción preferidos son geles de sílice o zeolitas, que debido a su gran superficie interior tienen la propiedad de absorber agua extremadamente bien. Ambos materiales se emplean con frecuencia como agentes desecadores (embalajes, doble acristalamiento), pero también en la industria (petroquímica) como soportes de catalizador o tamices molares a gran escala técnica. Con el medio refrigerante agua, la adsorción/desorción se desarrollan a presión negativa (0 mbar - 200 mbar o más). Se prefiere que la máquina frigorífica de adsorción esté realizada como recipiente de vacío.

Se prefiere que la máquina frigorífica de adsorción se use como acumulador de frío, en donde entre la unidad de adsorción/desorción y la unidad de evaporación/condensación se encuentre dispuesta una válvula de cierre. De esta manera es posible acumular el calor y/o el frío generado por la máquina de adsorción para usarlo cuando se requiera. A este respecto, el adsorbedor/desorbedor y el evaporador/condensador están dispuestos en contenedores separados conectados, en donde en una conexión entre los contenedores se encuentra instalada una válvula. El adsorbente desorbido "aspira" entonces la cantidad de medio refrigerante ajustada en la válvula hasta su saturación y de esta manera se extrae del evaporador el calor de evaporación. De esta forma se dispone de un acumulador de frío que puede ser recargado mediante la desorción del medio de sorción cuando se requiera.

Por medio del procedimiento preferido es posible proporcionar una potencia frigorífica para la climatización de la cabina de pasajeros de un vehículo. El procedimiento también se puede emplear ventajosamente para precalentar el motor, mediante la conducción del calor generado en la condensación y adsorción o en el enfriamiento del material de adsorción hacia un motor (por ejemplo, un motor de combustión interna). Adicionalmente, la técnica de adsorción ofrece el potencial de almacenar energía frigorífica o calorífica prácticamente sin pérdidas (climatización en parada y calefacción en parada). También se prefiere que el procedimiento se use como bomba de calor, en donde el calor se recibe a baja temperatura y luego se transmite a mayor temperatura a un sistema a ser calentado (por ejemplo, la calefacción de la cabina de pasajeros).

El aparato regulador preferentemente es una válvula regulable de manera automática o manual. Ventajosamente, en el tubo que lleva del motor de combustión interna a la máquina frigorífica de adsorción se pueden integrar diferentes válvulas, que pueden clasificarse de acuerdo con su forma geométrica. A este respecto, se pueden usar válvulas que comprenden válvulas de paso, válvulas angulares, válvulas de asiento oblicuo y/o válvulas de tres vías. Mediante el uso de válvulas, con la modificación de la anchura nominal se pueden dosificar de manera exacta y precisa los volúmenes de flujo en las tuberías y proporcionar un cierre seguro en relación al entorno. Las válvulas pueden ser accionadas ventajosamente de forma manual, por el medio que fluye, de forma mecánica o electromagnética. A través del aparato regulador es posible de manera sorprendente regular la entrada de un fluido en la máquina frigorífica de adsorción. Un fluido en el sentido de la presente invención puede ser aire, en particular aire ambiental o gas de escape de un motor de combustión interna. El aire ambiental puede introducirse, por ejemplo, a través de aberturas en la carrocería. El aparato regulador permite que o bien gas de escape, una mezcla de gas de escape-aire o solo aire se conduzca al interior de la máquina frigorífica de adsorción, en particular a un intercambiador de calor de la máquina frigorífica de adsorción. Se prefiere que el aparato regulador sea una válvula de regulación automática o manual, en donde el gas de escape que se conduce al interior de la máquina frigorífica de adsorción se limita a una determinada temperatura, preferentemente cuando la temperatura del gas de escape

ascienda a más de 400 °C. El aparato regulador por lo tanto puede ser usado para limitar la temperatura. Se ha demostrado que una temperatura en particular de más de 400 °C puede causar daños en los componentes de la máquina frigorífica de adsorción. El aparato regulador presenta preferentemente un sensor de temperatura que determina la temperatura del gas de escape. Si el gas de escape ha alcanzado una temperatura definida, el aparato regulador puede detener automáticamente el suministro de gas de escape o adaptar el flujo volumétrico que se conduce al interior de la máquina frigorífica de adsorción a una temperatura definida, que preferentemente se ubica por debajo de 400 °C. Para ello se puede introducir preferentemente aire en el aparato regulador, de tal manera que se reduzca la temperatura del gas de escape. La mezcla de gas de escape-aire, que preferentemente tiene una temperatura menor de 400 °C, puede ser conducida entonces al interior de la máquina frigorífica de adsorción.

Ha sido totalmente sorprendente que para el procedimiento preferido se pueda usar una máquina frigorífica de adsorción, cuyos componentes soportan una temperatura de más de 400 °C, de tal manera que no se requiere el uso de un aparato regulador.

Para proporcionar frío, la máquina frigorífica de adsorción preferentemente presenta una conexión a una bomba de agua salobre y un intercambiador de aire frío-calor. De esta manera, el frío generado en la evaporación del medio refrigerante se puede suministrar de manera rápida y efectiva a un intercambiador de aire frío-calor.

Sin embargo, también puede ser ventajoso si la máquina frigorífica de adsorción presenta una conexión a un tubo de calor y un intercambiador de aire frío-calor. Un tubo de calor se refiere en particular a un tubo conductor de calor o un transmisor de calor que usando el calor de evaporación de una sustancia permite una alta densidad de corriente térmica. Los tubos de calor contienen preferentemente un volumen herméticamente encapsulado, casi siempre en forma de tubo. El mismo está relleno con un medio de servicio (por ejemplo agua), que llena el volumen en pequeña medida en estado líquido y en su mayor parte en estado de vapor. Dentro del mismo se encuentran respectivamente una superficie de transmisión de calor para la fuente de calor y el sumidero de calor.

En un aspecto adicional, la invención se refiere a un dispositivo para la realización del procedimiento, en donde el dispositivo presenta

- una máquina frigorífica de adsorción,
- un conducto de alimentación proveniente de un motor de combustión interna,
- un tubo de calor o bomba de agua salobre y
- un intercambiador de aire frío-calor.

Ha sido totalmente sorprendente que el dispositivo se pueda integrar fácilmente en un vehículo automotor y se pueda usar para proporcionar frío de climatización o para la generación de frío. A este respecto, la máquina frigorífica de adsorción puede estar dimensionada de tal manera que se instale en la carrocería en contacto con un conducto de gas de escape del vehículo automotor. Se prefieren realizaciones planas o redondas de la máquina frigorífica de adsorción, en donde la máquina frigorífica de adsorción presenta por lo menos una unidad de adsorción/desorción y por lo menos una unidad de evaporación/condensación. Por lo tanto, también se prefieren máquinas frigoríficas de adsorción de cámaras múltiples que permiten una provisión continua de frío. También se puede preferir que la máquina frigorífica de adsorción esté formada por al menos una unidad de adsorción/desorción y al menos un evaporador y un condensador. En esta forma de realización, la máquina frigorífica de adsorción presenta por lo menos un conducto de retorno de condensado por el que el medio refrigerante líquido retorna del condensador al evaporador.

En una forma de realización preferida adicional, por lo menos en el evaporador se provee un material absorbente o fijador, respectivamente, para el medio refrigerante, a fin de prevenir una oscilación incontrolada del mismo durante un movimiento del dispositivo. Se prefieren materiales con efectos capilares, tales como fibras de vidrio, lana metálica o lana mineral. Un evaporador o un intercambiador de calor preferido se desvelan en el documento WO 2010/000255 o en el documento 2011/026483 que son abarcados por la presente invención. Las declaraciones hechas en relación al procedimiento rigen de manera análoga a las declaraciones hechas en relación al dispositivo y viceversa.

En una forma de realización preferida del dispositivo, un aparato regulador se encuentra conectado a la máquina frigorífica de adsorción para regular el flujo volumétrico de gas de escape y/o de aire al interior de la máquina frigorífica de adsorción. Sin embargo, puede ser ventajoso que el dispositivo no presente ningún aparato regulador, de tal manera que el gas de escape fluya continuamente al interior de la máquina frigorífica de adsorción, en particular dentro de un intercambiador de calor de la máquina, en donde por lo menos una válvula de retención o una válvula de cierre se encuentra integrada en la máquina frigorífica de adsorción, de tal manera que se impide un paso del agente refrigerante en forma de vapor de la unidad de adsorción/desorción a la unidad de evaporación/condensación. La válvula de cierre o de retención puede regular el paso del medio refrigerante de forma automática, en particular de manera autorregulante.

Se prefiere que el control del procedimiento se realice a través del aparato regulador. En una forma de realización preferida, el procedimiento es controlado solamente a través del aparato regulador de gas de escape/aire cuando en el funcionamiento de marcha, en particular durante el funcionamiento del motor de combustión interna, se realiza una refrigeración de retorno permanente del calor de condensación y de adsorción y el calor de desorción es superpuesto por el aparato regulador a la refrigeración de retorno de la adsorción según se requiera. Esto es apropiado para una construcción con evaporador y condensador separados, en donde la unidad de adsorción/desorción está separada del evaporador y del condensador mediante válvulas de retención.

La invención será descrita a continuación de manera ejemplar con referencia a las figuras, pero sin estar limitada a éstas. En las figuras:

Las Figs. 1, 3 muestran un procedimiento preferido con aprovechamiento del calor del gas de escape.

La Fig. 2 muestra etapas preferidas del procedimiento.

La Fig. 4 muestra un procedimiento con una bomba de agua salobre.

Las Figs. 5, 6 muestran máquinas frigoríficas de adsorción preferidas.

Las Figs. 7, 8 muestran un procedimiento preferido con un circuito de intercambiador de calor.

Las Figs. 1 y 3 muestran un procedimiento preferido para la provisión de frío mediante el aprovechamiento del calor del gas de escape. Para ello, una máquina frigorífica de adsorción 1 está conectada a un conducto de gas de escape 2 de un motor de combustión interna, de tal manera que el calor del gas de escape pueda ser conducido al interior de por lo menos un intercambiador de calor de la máquina frigorífica de adsorción 1. A este respecto, el calor del gas de escape puede ser usado, por ejemplo, para la desorción del material de adsorción en una unidad de adsorción/desorción de la máquina frigorífica de adsorción 1. El medio refrigerante en forma de vapor fluye de la unidad de adsorción/desorción al interior de una unidad de evaporación/condensación de la máquina frigorífica de adsorción 1 y se condensa. Cuando el medio refrigerante líquido se evapora en la unidad de evaporación/condensación, se puede proporcionar frío que a través de un intercambiador de aire frío-calor 5 se conduce hacia un espacio, por ejemplo el espacio interior de un vehículo automotor. La alimentación del gas de escape a la máquina frigorífica de adsorción en una forma de realización preferida puede ser regulada a través de un aparato regulador 4. También se puede preferir que aire atmosférico o aire ambiental fluya desde una entrada de aire 3 al interior del aparato regulador y, dado el caso, se mezcle con el gas de escape o se conduzca al interior de la máquina frigorífica de adsorción. También se prefiere que la alimentación de gas de escape o de aire se realice por medio de una derivación regulada, en donde el gas de escape y/o la mezcla del mismo con aire se usan para la limitación de la temperatura de la máquina frigorífica de adsorción 1. Una disipación del calor (refrigeración de retorno) de las unidades de la máquina frigorífica de adsorción se puede realizar opcionalmente por medio de un ventilador para producir una corriente de aire.

La Fig. 2 muestra etapas del procedimiento. La provisión de frío se puede dividir en tres etapas preferidas, es decir, la regeneración, la activación y la generación de frío, en donde la regeneración ocurre preferentemente durante el funcionamiento del motor de combustión interna y la activación en particular durante el no funcionamiento del mismo. La generación de frío puede desarrollarse ventajosamente durante el funcionamiento o el no funcionamiento del motor de combustión interna. Sin embargo, también se puede preferir que ocurra una refrigeración de retorno continua de todos los componentes de la máquina frigorífica de adsorción y en particular también de la unidad de desorción/adsorción por aire ambiental y que por el contrario la desorción se realice en contra de dicha refrigeración. De esta manera es posible una activación y de forma correspondiente también la generación de frío durante el funcionamiento del motor. De esta manera es posible lograr una refrigeración permanente, sin que se requiera una conmutación entre las etapas de desorción y refrigeración de retorno.

La Fig. 4 muestra un procedimiento preferido con una bomba de agua salobre. A este respecto, la máquina frigorífica de adsorción 1 está conectada a una bomba de agua salobre 6 y un intercambiador de aire frío-calor 5, de tal manera que se pueda conducir frío efectivamente hacia un espacio, por ejemplo, el espacio interior de un vehículo automotor. Opcionalmente a la bomba de agua salobre, también se puede conectar un tubo de calor a la máquina frigorífica de adsorción y al intercambiador de aire frío-calor. El procedimiento preferido presenta adicionalmente un conducto de gas de escape o conducto de alimentación de gas de escape 2 y una alimentación de aire 3. Ventajosamente, un aparato regulador 4 puede regular la entrada de gas de escape y/o de aire a la máquina frigorífica de adsorción.

Las Figs. 5, 6 muestran una máquina frigorífica de adsorción preferida. Un procedimiento preferido puede ser realizado con una máquina frigorífica de adsorción que esté formada por al menos una unidad de adsorción/desorción 8 y por lo menos una unidad de evaporación/condensación 9. A este respecto, el gas de escape es conducido desde un conducto de gas de escape 2 a través de un aparato regulador 4 al interior de por lo menos un intercambiador de calor o unidad de adsorción/desorción 8 y/o la unidad de evaporación/condensación 9, para así proporcionar frío 7. También se puede preferir que la máquina frigorífica de adsorción esté formada por al menos

una unidad de adsorción/desorción 8 y por lo menos un evaporador 11 y un condensador 10. A este respecto, es ventajoso si el medio refrigerante líquido se retorna del condensador 10 al evaporador 11.

5 Las Figs. 7, 8 muestran un procedimiento preferido con un circuito de intercambiador de calor. También se puede preferir que la totalidad o una parte del calor de adsorción y/o del calor de condensación a ser disipado de la máquina frigorífica de adsorción 1 se emita a través de un circuito de intercambiador de calor 12. Preferentemente, el calor se disipa entonces al aire ambiental o a través del canal de gas de escape o a un cuerpo sólido.

Lista de símbolos de referencia:

10	1	Máquina frigorífica de adsorción
	2	Conducto de gas de escape
	3	Conducto de alimentación de aire (aire ambiental)
	4	Aparato regulador
15	5	Intercambiador de calor de aire frío
	6	Bomba de agua salobre
	7	Frío
	8	Unidad de adsorción/desorción
	9	Unidad de evaporación/condensación
20	10	Condensador
	11	Evaporador
	12	Circuito del intercambiador de calor

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la provisión de frío (7), que comprende las siguientes etapas:
- 5 a. introducción de gases de escape desde un conducto de gas de escape (2) proveniente de un motor de combustión interna a un aparato regulador (4) antepuesto a por lo menos una máquina frigorífica de adsorción (1), y/o
- 10 b. introducción de aire (3) en el aparato regulador (4),
- 10 c. introducción de los gases de escape o de una mezcla de gas de escape-aire o de aire desde el aparato regulador (4) a por lo menos un intercambiador de calor de la máquina frigorífica de adsorción (1),
- 15 d. desorción de un material de adsorción que se encuentra en por lo menos una unidad de adsorción/desorción (8) de la máquina frigorífica de adsorción (1) mediante la energía calorífica del gas de escape, condensándose el medio refrigerante presente en forma de vapor en por lo menos una unidad de evaporación/condensación (9), y
- 15 e. evaporación de un medio refrigerante que fluye en la máquina frigorífica de adsorción (1) en una unidad de evaporación/condensación (9) de la máquina frigorífica de adsorción (1), proveyéndose así el frío.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** una refrigeración del material de adsorción se puede realizar tanto durante el no funcionamiento como también durante el funcionamiento del motor de combustión interna.
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se realiza una refrigeración de retorno continua de la unidad de adsorción/desorción (8) y/o de la unidad de evaporación/condensación (9) mediante aire ambiental y la desorción se realiza en contra de esta refrigeración.
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el calor provisto por la unidad de adsorción/desorción (8) y/o la unidad de evaporación/condensación (9) se disipa de manera activa o pasiva.
- 30 5. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** para la refrigeración del material de adsorción se conduce aire del aparato regulador (4) al interior de por lo menos una unidad de adsorción/desorción (8) y/o aire del aparato regulador (4) al interior de por lo menos una unidad de evaporación/condensación (9).
- 35 6. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el aparato regulador (4) es una válvula regulable de manera automática o manual, limitándose el gas de escape conducido al interior de la máquina frigorífica de adsorción (1) a una temperatura determinada.
- 40 7. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la máquina frigorífica de adsorción (1) presenta una conexión a una bomba de agua salobre (6) y un intercambiador de aire frío-calor (5) y/o una conexión a un tubo de calor y un intercambiador de aire frío-calor (5).
- 45 8. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la introducción de aire en el aparato regulador (5) se realiza por medio de un ventilador o un tubo Venturi y/o la introducción de aire para la refrigeración de retorno de la unidad de adsorción/desorción (8) y/o de la unidad de evaporación/condensación (9) se realiza por medio de un ventilador o un tubo Venturi.
- 50 9. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el calor producido por la unidad de adsorción/desorción (8) y/o la unidad de evaporación/condensación (9) se disipa hacia un cuerpo sólido.
- 55 10. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el calor proporcionado por la unidad de adsorción/desorción (8) y/o la unidad de evaporación/condensación (9) se disipa mediante la evaporación de un condensado producido en una instalación de climatización por compresión.
- 60 11. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se impide el paso del medio refrigerante en forma de vapor desde la unidad de adsorción/desorción (8) a la unidad de evaporación/condensación (9) por medio de una válvula de cierre y/o una válvula de retención.
- 65 12. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** hay agua como medio refrigerante en la máquina frigorífica de adsorción (1) y/o por que como medio de adsorción en la máquina frigorífica de adsorción (1) hay carbón activado, óxido de aluminio, fosfatos de aluminio, fosfatos de sílice-aluminio, fosfatos de metal-sílice-aluminio, silicatos mesoestructurales, estructuras metal-orgánicas y/o un material microporoso, comprendiendo polímeros microporosos, geles de sílice o zeolitas.

- 5 13. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la máquina frigorífica de adsorción (1) se usa como acumulador de frío, existiendo entre la unidad de adsorción/desorción (8) y la unidad de evaporación/condensación (9) una válvula de cierre y/o por que la máquina frigorífica de adsorción (1) presenta por lo menos dos unidades de adsorción/desorción (8) para la desorción y adsorción del medio refrigerante con desplazamiento de fases.
14. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el control del procedimiento se realiza por medio del aparato regulador (4).
- 10 15. Dispositivo para la realización del procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo presenta
- una máquina frigorífica de absorción (1),
 - un aparato regulador (4),
- 15 - un conducto de alimentación proveniente de un motor de combustión interna,
- un tubo de calor y/o una bomba de agua salobre (6) y
 - un intercambiador de aire frío-calor (5),
- 20 en donde la máquina frigorífica de adsorción presenta por lo menos una unidad de adsorción/desorción (8) y por lo menos una unidad de evaporación/condensación (9) y el aparato regulador (4) está antepuesto a la máquina frigorífica de adsorción (1).

Fig. 1

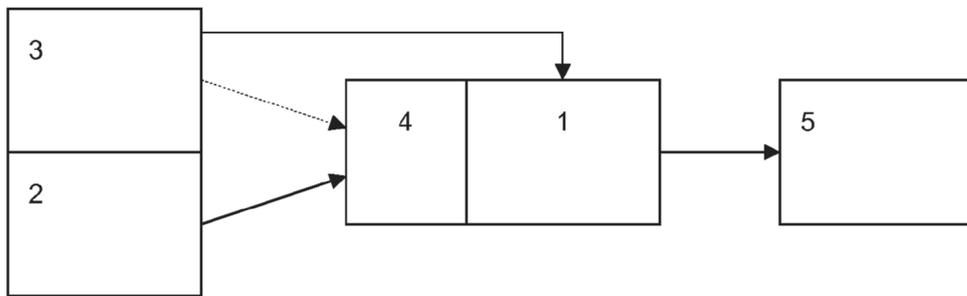


Fig. 2

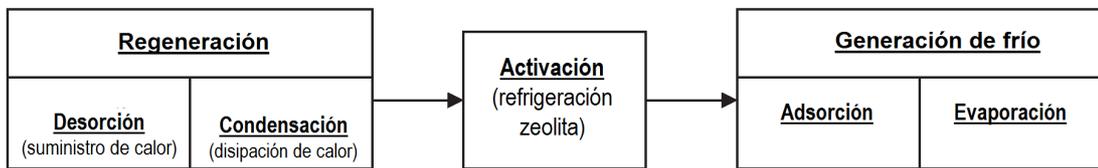


Fig. 3

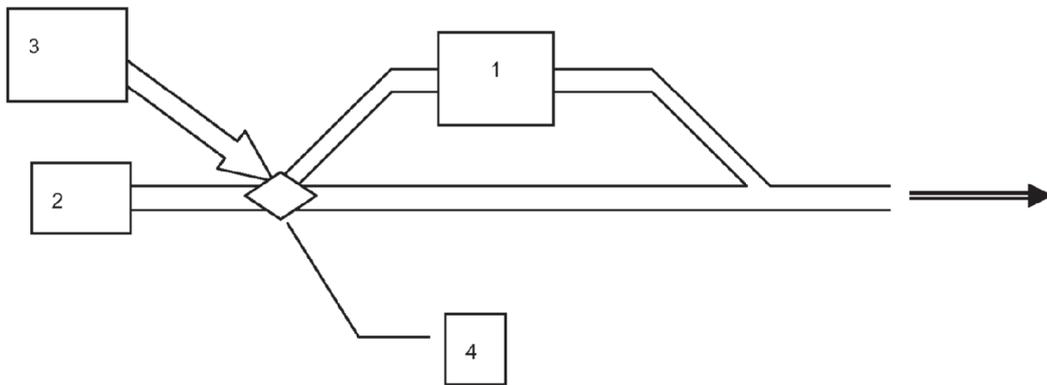


Fig. 4

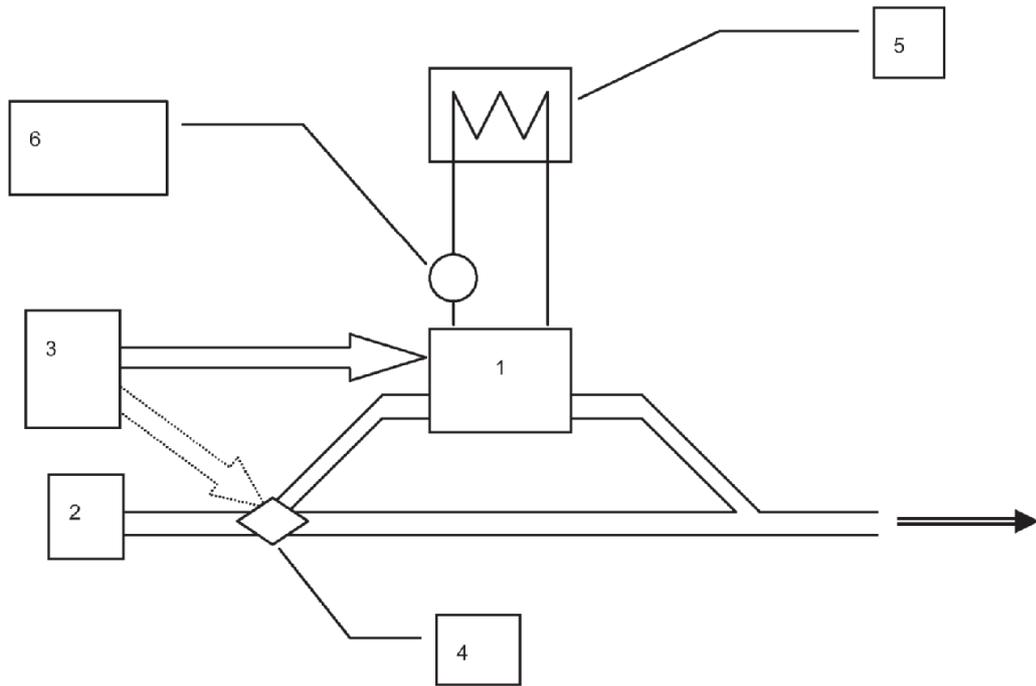


Fig. 5

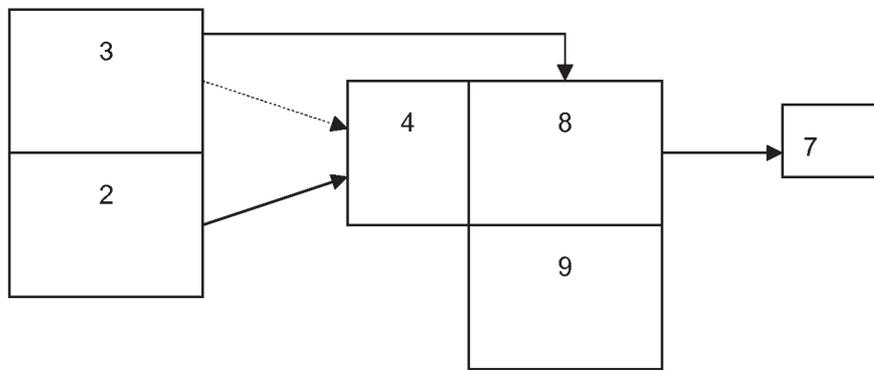


Fig. 6

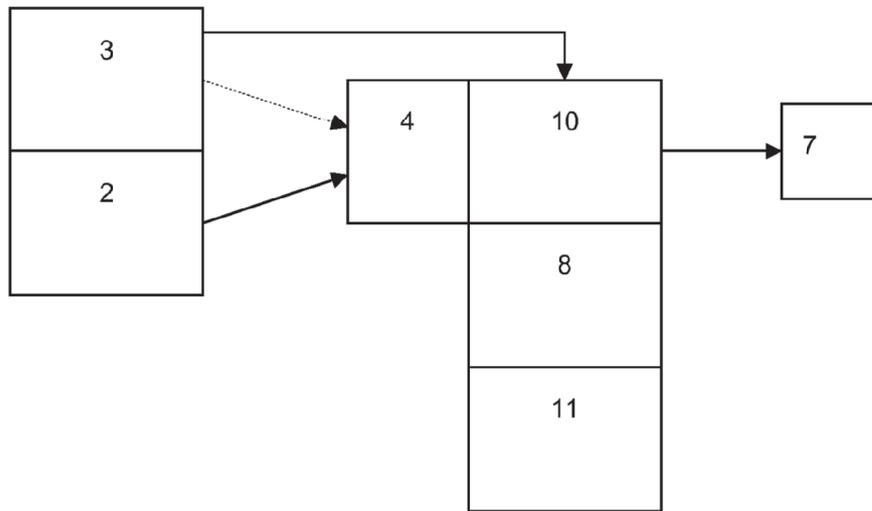


Fig. 7

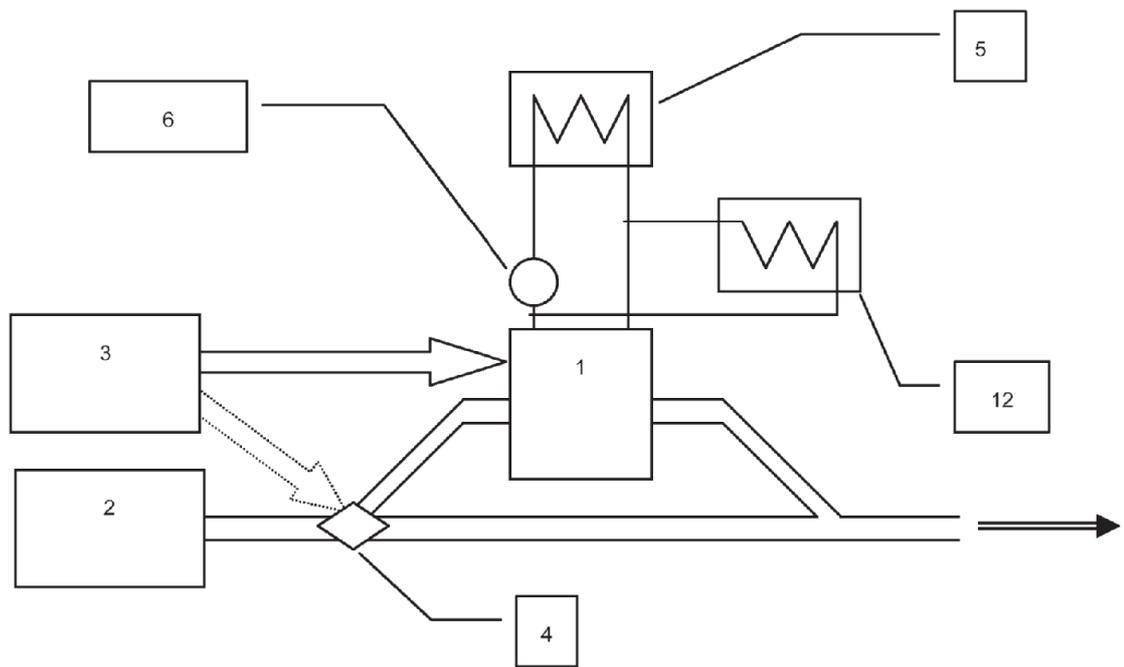


Fig. 8

