

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 837**

51 Int. Cl.:

F22B 1/18 (2006.01)

F22B 21/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2004** **E 04705821 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2012** **EP 1590603**

54 Título: **Refrigerador de aire para centrales eléctricas así como aplicación de un refrigerador de aire de este tipo**

30 Prioridad:

29.01.2003 DE 10303341

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

11.03.2013

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
BROWN BOVERI STRASSE 7
5400 BADEN, CH**

72 Inventor/es:

YOUSSEF, MUSTAFA

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 397 837 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

Refrigerador de aire para centrales eléctricas así como aplicación de un refrigerador de aire de este tipo

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de la técnica de las centrales eléctricas. Se refiere a un refrigerador de aire de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 así como a una aplicación de un refrigerador de aire de este tipo.

Un refrigerador de aire del tipo mencionado al principio se conoce, por ejemplo, a partir de la publicación EP-A1-0 773 349 (ver allí la figura 5 y la descripción correspondiente).

Estado de la técnica

10 En instalaciones de turbinas de gas es habitual refrigerar el aire extraído desde el compresor por medio de inyección de agua o por medio de refrigeración externa, antes de que éste sea alimentado como aire de refrigeración al sistema de refrigeración de la turbina. En este caso, este calor se pierde en gran medida en el sistema general.

15 En cambio, en instalaciones de ciclo combinado se realiza de manera conocida la mayoría de las veces una refrigeración del aire con agua en un intercambiador de calor de aire y agua y el calor producido a partir de la refrigeración del aire de refrigeración es utilizable de nuevo. Por medio de bombas de transporte se eleva la presión en el lado del agua para la prevención de una evaporación por encima de la presión del vapor saturado y el agua calentada en el refrigerador es expandida posteriormente en un sistema de baja presión, en el que se puede evaporar. En una solución modificada, el intercambiador de calor es accionado en paralelo a un economizador de un generador de calor perdido conectado a continuación del grupo de turbinas de gas.

20 Como calentador de circulación forzada, el refrigerador de aire está integrado en una central eléctrica de ciclo combinado. De esta manera se consiguen una regulación más sencilla y un rendimiento más elevado frente a la refrigeración mencionada anteriormente de las instalaciones de turbinas de gas. La figura 1 – que corresponde a la figura 1 de la publicación mencionada al principio- muestra una central eléctrica de ciclo combinado 40 con un turbo grupo de gas y un turbo grupo de vapor. El turbo grupo de gas está constituido por un compresor 1, una cámara de combustión conectada a continuación 2 y una turbina de gas 3 dispuesta curso debajo de la cámara de combustión 2. En la turbina de gas 3 está acoplado un generador 4, que se ocupa de la generación de corriente. El aire de aspiración 5 aspirado por el compresor 1 es conducido después de la compresión como aire comprimido 6 a la cámara de combustión 2 y es mezclado allí con combustible 7 líquido y/o en forma de gas inyectado. La mezcla de combustible y aire correspondiente es quemada. El gas caliente 8 que circula desde la cámara de combustión es expandido a continuación en la turbina de gas 3 bajo potencia de trabajo. El gas de escape 8 de la turbina de gas 3 es utilizado a continuación en un generador de vapor de calor perdido 15 del circuito de vapor conectado a continuación.

35 Puesto que la carga de calor de la cámara de combustión 2 y de la turbina de gas 3 es muy alta, debe realizarse una refrigeración lo más efectiva posible de los agregados solicitados térmicamente. Esto se realiza con la ayuda de un refrigerador de aire 10, que es un generador de vapor de hélice. El refrigerador de aire 10 es atravesado por la corriente de una cantidad parcial de aire comprimido 11 tomada desde el compresor 1, la cual está ya muy caliente. El intercambio de calor dentro del refrigerador de aire 10 se realiza con la corriente parcial de agua 12 que circula a través de los tubos del generador de vapor de hélice. El aire comprimido 11 es refrigerado, por lo tanto, en uno de los lados, de tal manera que a continuación es conducido como aire de refrigeración 13 a los agregados a refrigerar. 40 En la figura 1 se representa como ejemplo el refrigerador de alta presión. Éste extrae aire 11 totalmente comprimido en la salida del compresor 1 y su aire refrigerado 13 es utilizado para la refrigeración de agregados en la cámara de combustión 2 y en la fase más alta de presión de la turbina de gas 3. Como alternativa a ello se puede extraer también aire de baja presión desde una fase intermedia del compresor 1, que se emplea para fines de refrigeración en la fase de presión correspondiente de la turbina de gas 3.

45 En el otro lado, la corriente parcial de agua 12 en el refrigerador de aire de refrigeración 10 es calentada tan fuertemente que el agua se evapora. Este vapor 14 es conducido entonces según la figura 1 a la parte del recalentador de un generador de vapor de calor perdido 15. Éste multiplica el vapor fresco 16, con el que se impulsa la turbina de vapor 17 y, por lo tanto, sirve para la mejora del rendimiento de toda la instalación. En este funcionamiento normal de la central eléctrica, el valor 14 generado en el refrigerador de aire de refrigeración es utilizado, por lo tanto, de una manera óptima desde el punto de vista de la técnica energética. De la misma manera, es posible mezclar el vapor 14 directamente con el vapor frío o conducirlo a la cámara de combustión o bien a la

turbina de gas.

El generador de vapor de calor perdido 15 circula con gas de escape 9 provisto todavía con un potencial calórico alto hacia la turbina de gas 3. Ésta convierte, por medio de un procedimiento de intercambio de calor, el agua de alimentación 18 que entra en el generador de vapor de calor perdido 15, en vapor frío 16, que forma entonces el medio de trabajo del resto del circuito de vapor. Los gases de escape aprovechados calóricamente circulan a continuación como gas de humo 19 al aire libre. La energía producida a partir de la turbina de vapor 17 es convertida en corriente a través de otro generador 20 acoplado. En la figura 1 se representa como ejemplo una disposición de varios árboles. Evidentemente también se pueden seleccionar disposiciones de un árbol, en las que la turbina de gas 3 y la turbina de vapor 17 funcionan sobre un árbol y accionan el mismo generador. El vapor de salida 21 desde la turbina de vapor 17 es condensado en un condensador 22 refrigerado por agua o por aire. El producto condensado es bombeado entonces por medio de una bomba no representada aquí a un depósito de agua de alimentación / desgasificador dispuesto curso abajo del condensador 22 y no mostrado en la figura 1. A continuación se bombea el agua de alimentación 18 a través de otra bomba al generador de vapor de calor perdido 15 para un nuevo ciclo o bien se conduce una corriente parcial 12 del agua a través de una válvula de regulación no mostrada aquí hacia el refrigerador de aire 10.

En la publicación EP-A1-0 773 349 mencionada al principio, en las figuras 2 a 5 y en las partes correspondientes de la descripción se proponen ahora diferentes tipos de refrigeradores de aire, que son especialmente adecuados para el empleo en una central eléctrica de ciclo combinado de acuerdo con la figura 1. En las formas de realización de las figuras 2 a 4, el aire de refrigeración a refrigerar es conducido por el interior en el refrigerador de aire colocado vertical en un tubo central desde abajo hacia arriba por delante del haz de tubos de forma helicoidal del intercambiador de calor dispuesto en un recipiente de presión, es desviado por encima del haz de tubos hacia abajo y circula a través del haz de tubos desde arriba hacia abajo bajo la cesión de calor al vapor de agua que circula en el haz de tubos a contra corriente (desde abajo hacia arriba). El aire de refrigeración refrigerado que sale por abajo desde el haz de tubos es desviado de nuevo y circula en el recipiente de gas en el exterior por delante del haz de tubos hacia arriba, donde es tomado desde el recipiente de presión. Puesto que en estas configuraciones del refrigerador de aire el lado interior de la pared exterior del recipiente de presión está expuesto exclusivamente al aire de refrigeración ya refrigerado, la pared exterior se puede diseñar para una temperatura de funcionamiento comparativamente baja, lo que implica ventajas considerables, por ejemplo, en lo que se refiere a las resistencias necesarias. En cambio, es un inconveniente que la corriente total de aire debe desviarse hacia arriba, que se necesita un canal anular grande para la corriente total de aire desviada y que el racor de salida colocado arriba no pasa hacia la turbina.

En cambio, en la forma de realización de la figura 5 del documento EP-A1-0 773 349 se prescinde de la segunda desviación del aire de refrigeración en la salida del haz de tubos y el aire refrigerado es tomado directamente debajo del haz de tubos desde el recipiente de presión, que forma al mismo tiempo también el recipiente para el haz de tubos. Esta variante tiene diferentes ventajas técnicas de la instalación, pero tiene el inconveniente de que las paredes del recipiente de presión se calientan demasiado, porque están expuestas especialmente en la zona superior del refrigerador de aire directamente al aire no refrigerado que procede desde el compresor.

Además, en el documento US-A-5 797 259 se publica un refrigerador de aire de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

40 Representación de la invención

El cometido de la invención es ahora crear un refrigerador de aire para centrales eléctricas, que evita los inconvenientes del último refrigerador de aire mencionado, sin renunciar a sus ventajas técnicas de la instalación, así como indicar una aplicación de este refrigerador de aire.

El cometido se soluciona por medio de la totalidad de las características de las reivindicaciones 1 a 7. El núcleo de la invención consiste en utilizar una configuración mixta de las dos formas de realización mencionadas, en la que la parte principal del aire que circula a través del refrigerador de aire es tomada de forma inalterada desde el mismo extremo del refrigerador de aire, donde también es alimentada (como en la figura 5 del documento EP-A1-0 773 349), pero en un circuito de derivación dejar circular una porción reducida del aire refrigerado hacia la salida del haz de tubos hacia el exterior entre el haz de tubos y la pared exterior del recipiente de presión hacia arriba y tomarla allí (como en las figuras 2 a 4 del documento EP-A1-0 773 349). De esta manera se refrigera en una medida suficiente la pared exterior del recipiente de presión, pero la toma principal del aire de refrigeración se realiza, si embargo, por abajo en el refrigerador de aire (dispuesto vertical).

Una configuración preferida de refrigerador de aire de acuerdo con la invención se caracteriza porque los medios de unión separados comprenden al menos un racor de salida que desemboca desde el exterior en el tercer espacio así como un tubo de conexión, que conecta el al menos un racor de salida con el racor de salida de aire, y porque el

tubo de conexión termina dentro del racor de salida de aire en un difusor. El racor de salida que pertenece a la derivación puede penetrar en el tercer espacio. También se pueden prever varios racores de salida, que se acumulan en un tubo de conexión.

5 Se consigue una acción óptima para un refrigerador de aire de la invención cuando de acuerdo con otra configuración preferida, el intersticio anular y los medios de conexión separados están dimensionados de tal forma que la corriente de aire de derivación que circula a través del intersticio anular representa aproximadamente el 10 % de la corriente de aire que circula en total a través del ventilador de aire.

10 Con preferencia, además, en la zona del segundo espacio en el recipiente de presión está dispuesta una cámara de entrada de agua que está en comunicación con el lado del haz de tubos dirigido hacia el segundo espacio y en la zona del tercer espacio está dispuesta una cámara de salida de vapor que está en comunicación con el lado del haz de tubos que está dirigido hacia el tercer espacio.

Además, es conveniente que el refrigerador de aire esté vertical, y que el segundo espacio esté dispuesto abajo y el primero y el tercer espacios estén dispuestos arriba.

Breve explicación de las figuras

15 A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de ejemplos de realización en conexión con el dibujo. En este caso:

La figura 1 muestra el esquema simplificado de la instalación de una central eléctrica con refrigerador de aire de refrigeración, como es adecuada para la aplicación del refrigerador de aire de acuerdo con la invención, y

20 La figura 2 muestra una sección longitudinal a través de un refrigerador de aire de acuerdo con un ejemplo de realización preferido de la invención.

Modos de realización de la invención

25 En la figura 2 se representa en la sección longitudinal un refrigerador de aire de acuerdo con un ejemplo de realización preferido de la invención. El refrigerador de aire 10 tiene un recipiente de presión 39 alargado esencialmente cilíndrico, dispuesto vertical, que está cerrado en el extremo inferior y en el extremo superior, respectivamente, por medio de un fondo arqueado. Dentro del recipiente de presión está alojada una disposición coaxial al eje longitudinal del refrigerador de aire 10, que está compuesta por un tubo central cilíndrico 24, un haz de tubos 25 de forma helicoidal que rodea el tubo central 24 y una envolvente interior cilíndrica 26 que rodea el haz de tubos 25. El tubo central 24 desemboca en el extremo superior de la disposición coaxial 24, 25, 26 en un primer espacio 33 que se conecta en el haz de tubos 25 y que se cierra hacia el exterior por medio de la envolvente interior 26. El tubo central 24 puede ser impulsado con aire en el extremo inferior de la disposición coaxial 24, 25, 26 a través de un segundo espacio 34 que se conecta en el haz de tubos 25 por medio de un racor de entrada de aire 23 desde el exterior del recipiente de presión 39. La envolvente que rodea el haz de tubos 25 y el primer espacio 33 está configurada como envolvente interior 26 separada del recipiente de presión 39. La envolvente interior 26 está rodeada concéntricamente por la envolvente exterior cilíndrica 28 del recipiente de presión 39 bajo la configuración de un intersticio anular 27 entre la envolvente interior 26 y la envolvente exterior 28. Fuera del primer espacio 33 y dentro del recipiente de presión 39 está configurado en el extremo superior del recipiente de presión 39 un tercer espacio 35, que está incomunicación con el segundo espacio 34 a través del intersticio anular 27.

40 Para la alimentación de agua, en la zona del segundo espacio inferior 34 está dispuesta una cámara de entrada de agua 31 en el recipiente de presión 39, que está conectada con el extremo inferior del haz de tubos 25 a través de conductos de alimentación (solamente representados en principio en la figura 2) y recibe agua desde el exterior a través de una válvula de regulación 37. Para la extracción de vapor generado en el haz de tubos 25, en la zona del tercer espacio superior 35 está dispuesta una cámara de salida de vapor 32, que está conectada con el extremo superior del haz de tubos 25 a través de conductos de alimentación, y a través de los cuales se puede tomar vapor desde el haz de tubos 25. El segundo espacio 34 es accesible desde el exterior a través de un racor de salida de vapor 29. El tercer espacio 35 está conectado en este racor de salida de aire 29 a modo de una derivación a través de un tubo de unión 30 separado que está conectado en el lado de entrada en un racor de salida 36 conducido desde el tercer espacio 35 y termina en el lado de salida en un difusor 38 dispuesto coaxialmente en el racor de salida de aire 28 en forma de tubo.

50 En el funcionamiento del refrigerador de aire 10, desde abajo a través del racor de salida de aire 23 se conduce aire al tubo central 24 (doble flecha continua en la figura 2), que sale por encima del haz de tubos 25 desde el tubo central 24 al primer espacio 33 a una presión p_1 , se desvía de acuerdo con las flechas curvadas representadas en la

5 figura 2 y circula a través del haz de tubos 28 hacia abajo. El aire cede calor, en el recorrido a través del haz de tubos 25 al agua que circula a contra corriente en el haz de tubos 25 y sale refrigerada desde el extremo inferior del haz de tubos 25 a una presión p_2 al segundo espacio 34. En virtud de las pérdidas de presión en el haz de tubos, la presión p_2 es inferior a la presión p_1 . La parte principal del aire refrigerado presente en el segundo espacio sale a través del racor de salida de aire 29 desde el recipiente de presión 39 y es reutilizado, por ejemplo, de acuerdo con la figura 1 para la refrigeración de determinadas partes de la instalación.

10 Una corriente de derivación de aproximadamente 10 % del aire refrigerado presente en el segundo espacio 34 circula a través del intersticio anular o bien el canal anular 27 entre la envolvente interior 26 y la envolvente exterior 28 hacia arriba al tercer espacio 35 y en este caso refrigera la envolvente interior 26 y la envolvente exterior 28. El intersticio anular 27 tiene, por ejemplo, una anchura de 20 mm. En el tercer espacio 35 predomina una presión p_3 , que en virtud de la pérdida de presión en el intersticio anular 27 es menor que la presión p_2 . Desde el tercer espacio 35 circula el aire de derivación a través del racor de salida 36, el tubo de unión 30 y el difusor 38 hasta el racor de salida de aire 29 dispuesto abajo y se mezcla allí. La caída de la presión de aceleración en el racor de salida de aire 29 reduce la presión estática en el racor de salida de aire 29 a un valor inferior a p_2 . Esta diferencia de presión de accionamiento (acción de aspiración) es aprovechada para la superación de la caída de la fricción y de la caída de la presión de la curvatura y para la consecución de la corriente de aire de derivación a través del intersticio anular 27. La corriente de aire de derivación deseada (por ejemplo, 10 % de la corriente total de aire) se puede ajustar a través del dimensionado del intersticio anular 27, el tubo de unión 30 y la geometría del extremo del tubo (difusor 38) del tubo de unión 30. Puesto que el aire que circula a través del intersticio anular 27 refrigera la envolvente exterior 28 del recipiente de presión 39, se puede diseñar el espesor de la pared de la envolvente exterior 28 o bien de la bandeja de presión para una temperatura más baja del aire.

En general, el refrigerador de aire de acuerdo con la invención se caracteriza por las siguientes ventajas y características:

- 25 - se puede reducir la temperatura de diseño de la envolvente exterior 28 y de los arcos arqueados. Esto da como resultado ahorros de material;
- es posible la incorporación de una construcción más sencilla del colector de vapor; de esta manera se evita la conducción de tubos individuales a través de la cáscara exterior;
- 30 - el diámetro de la envolvente exterior 28 se reduce con respecto al refrigerador de aire con salida de aire en el extremo superior (figuras 2 a 4 del documento EP-A1-0 773 349), por ejemplo alrededor de 150 mm. Ello implica un espesor de pared pequeño de la envolvente exterior 28;
- el recalentamiento de la corriente de aire refrigerada es menor frente a la refrigeración conocida de la envolvente con corriente total de aire (por ejemplo, 5K en lugar de 7K);
- la pérdida de presión total con el mismo haz de tubos 25 y el mismo racor de salida de aire 29 es menor frente a la refrigeración conocida de la envolvente con corriente total de aire.

35 Lista de signos de referencia

- 1 Compresor
- 2 Cámara de combustión
- 3 Turbina de gas
- 4, 20 Generador
- 40 5 Aire de aspiración
- 6, 11 Aire comprimido
- 7 Combustible
- 8 Gas caliente

ES 2 397 837 T3

	9	Gas de escape
	10	Refrigerador de aire
	12	Corriente parcial (agua)
	13	Aire de refrigeración
5	14	Vapor (desde el refrigerador de aire)
	15	Generador de vapor de calor perdido (HRSG)
	16	Vapor frío
	17	Turbina de vapor
	18	Agua de alimentación
10	19	Gas de humo
	21	Vapor de escape
	22	Condensador
	23	Racor de entrada de aire
	24	Tubo central
15	25	Haz de tubos (hélice)
	26	Envolvente interior
	27	Intersticio anular (canal anular)
	28	Envolvente exterior (recipiente de presión)
	29	Racor de salida de aire
20	30	Tubo de unión (derivación)
	31	Cámara de entrada de agua
	32	Cámara de salida de agua
	33, 34, 35	Espacio
	36	Racor de salida (derivación)
25	37	Válvula de regulación
	38	Difusor
	39	Recipiente de presión
	40	Central eléctrica (instalación de ciclo combinado)

REIVINDICACIONES

- 1.- Refrigerador de aire (10) para centrales eléctricas (40), que comprende un recipiente de presión (39), en el que está alojada una disposición coaxial (24, 25, 26) formada por un tubo central cilíndrico (24), un haz de tubos (25) de forma helicoidal, que rodea el tubo central (24) y una envolvente cilíndrica (26) que rodea el haz de tubos (25), en el que el tubo central (24) desemboca en un extremo de la disposición coaxial (24, 25, 26) en un primer espacio (33) que se conecta en el haz de tubos (25) y que está cerrado hacia fuera a través de una envolvente (26), en el que, además, el tubo central (24) puede ser impulsado con aire en el otro extremo de la disposición coaxial (24, 25, 26) a través de un segundo espacio (34) que se conecta en el haz de tubos (25) por medio de un racor de entrada de aire (23) desde el exterior del recipiente de presión (39), y en el que están previstos medios de conexión (31, 32) para el haz de tubos (25), a través de los cuales se puede alimentar agua desde el otro extremo de la disposición coaxial (24, 25, 26) hasta el haz de tubos y se puede extraer vapor en uno de los extremos desde el haz de tubos (25), y el segundo espacio (34) es accesible desde el exterior a través de un racor de salida de aire (29), caracterizado porque la envolvente que rodea el haz de tubos (25) y el primer espacio (33) está configurada como envolvente interior (26) separada del recipiente de presión, porque la envolvente interior (26) está rodeada concéntricamente por una envolvente exterior cilíndrica (28) de recipiente de presión bajo la formación de un intersticio anular (27) entre la envolvente interior (26) y la envolvente exterior (28), porque, además, fuera del primer espacio (33) y dentro del recipiente de presión (39) está configurado un tercer espacio (35), que está en comunicación a través del intersticio anular (27) con el segundo espacio (34), y porque el tercer espacio (35) está en comunicación con el racor de salida de aire (29) a través de medios de unión (30, 36, 38) separados, de tal manera que durante el funcionamiento se ajusta una presión (p3) en el tercer espacio (35), que es menor que la presión (p2) en el segundo espacio.
- 2.- Refrigerador de aire de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los medios de unión separados comprenden al menos un racor de salida (36) que desemboca en el tercer espacio (35) así como un tubo de unión (30), que conecta el al menos un racor de salida (36) con el racor de salida de aire (29).
- 3.- Refrigerador de aire de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque el tubo de unión termina dentro del racor de salida de aire (29) en un difusor (38).
- 4.- Refrigerador de aire de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el intersticio anular (27) y los medios de conexión (30, 36, 38) separados están dimensionados de tal forma que la corriente de aire de derivación que circula a través del intersticio anular (27) representa aproximadamente el 10 % de la corriente de aire que circula en total a través del ventilador de aire (10).
- 5.- Refrigerador de aire de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque en la zona del segundo espacio (34) en el recipiente de presión (39) está dispuesta una cámara de entrada de agua (31) que está en comunicación con el lado del haz de tubos (25) dirigido hacia el segundo espacio (34) y en la zona del tercer espacio (35) está dispuesta una cámara de salida de vapor (32) que está en comunicación con el lado del haz de tubos (25) que está dirigido hacia el tercer espacio (35).
- 6.- Refrigerador de aire de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el refrigerador de aire (10) está vertical, y porque el segundo espacio (34) está dispuesto abajo y el tercer espacio (33, 35) está dispuesto arriba.
- 7.- Utilización del refrigerador de aire (10) de acuerdo con la reivindicación 1 para la refrigeración del aire de refrigeración (11) tomado desde un compresor (1) en una central eléctrica de ciclo combinado (40), en la que el agua para la alimentación del haz de tubos (25) es tomada desde un generador de vapor de valor perdido (15) y el valor generado en el haz de tubos (25) es alimentado al generador de vapor de calor perdido (15).

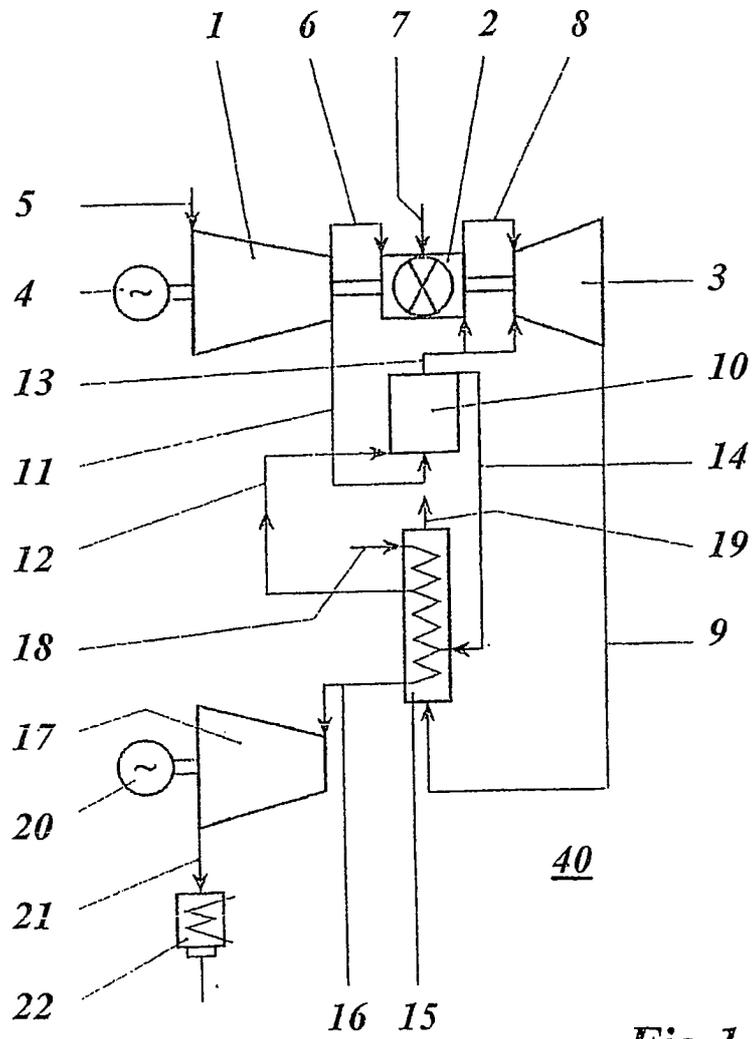


Fig.1

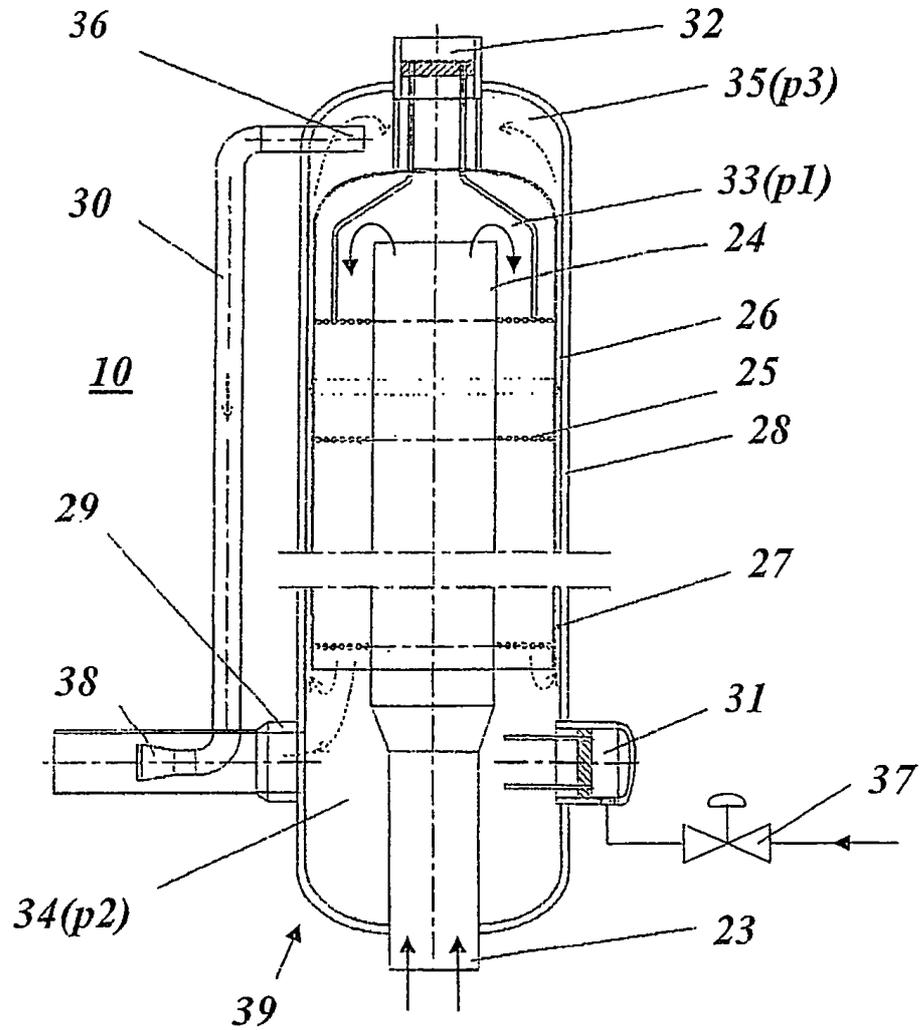


Fig.2