

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 245958 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442284**

(22) Data zgłoszenia: **2022.09.14**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.03.18 BUP 12/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.11.04 WUP 45/2024**

(51) MKP:

F25B 9/00 (2006.01)

F25B 40/00 (2006.01)

F25B 41/40 (2021.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WARSZAWSKA, Warszawa, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

MICHAŁ SOBIERAJ, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Oliwia Czarnocka, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Układ chłodniczy z wewnętrznymi wymiennikami ciepła

PL 245958 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ chłodniczy z wewnętrznymi wymiennikami ciepła.

W wielokanałowych wymiennikach ciepła stosowanych jako parowniki w urządzeniach chłodniczych, a zwłaszcza w wymiennikach płytowych, występuje problem nierównomiernego zasilania poszczególnych kanałów związany z występowaniem przepływu dwufazowego.

W opisie patentowym US 2006/0075775A1 przedstawiono wymiennik ciepła, zwłaszcza płytowy i układ chłodniczy zawierający takie wymienniki. Rozwiązanie to zapewnia równomierną dystrybucję czynnika roboczego wewnątrz kanałów płytowych wymienników ciepła pracujących z wieloskładnikowymi mieszaninami czynników roboczych, stosowanymi w autokaskadowych układach chłodniczych i układach Joula-Thomsona. W kolektorach wlotowych płytowych wymienników ciepła umieszczane są elementy zaburzające przepływ (kulki, pierścienie, inne złożone kształty geometryczne) w celu zapewnienia odpowiedniego i równomiernego zasilania poszczególnych kanałów. Trudnością techniczną związaną z niniejszym rozwiązaniem jest konieczność umieszczania dodatkowych elementów wewnątrz wymienników ciepła. Elementy zaburzające przepływ przyczyniają się do znaczącego wzrostu oporów przepływu a tym samym powodują obniżenie efektywności energetycznej urządzenia chłodniczego.

Z opisu patentowanego EP2867596B1 znane jest rozwiązanie autokaskadowego układu chłodniczego z wymiennikami wewnętrznymi, w tym także z wymiennikami płytowymi, w którym występują co najmniej trzy wewnętrzne wymienniki ciepła, zaś jeden z wymienników pełni funkcję dochładzacza. Niniejsze rozwiązanie nie rozwiązuje kwestii równomiernego zasilania poszczególnych kanałów wymienników ciepła.

Problemem technicznym nieznanym rozwiązaniu w obecnym stanie techniki jest zapewnienie równomiernej dystrybucji czynnika chłodniczego, zwłaszcza czynnika chłodniczego w stanie dwufazowym, wewnątrz kanałów wymiennika ciepła w celu zapewnienia efektywnego działania autokaskadowego obiegu chłodniczego zawierającego wewnętrzne wymienniki ciepła.

Z opisu patentowego PAT.237681 znany jest autokaskadowy układ chłodniczy, wyposażony w element pomiarowy do pomiaru i regulacji składu czynnika roboczego. W opisie ujawniono urządzenie chłodnicze pracujące z mieszaniną zawierającą dwutlenek węgla, z wykorzystaniem elementu pomiarowego do kontroli składu czynnika roboczego oraz regulacji procesu chłodzenia. Ujawnione urządzenie nie dostarcza rozwiązania problemu równomiernej dystrybucji czynnika chłodniczego, zwłaszcza czynnika chłodniczego w stanie dwufazowym, wewnątrz kanałów wymiennika ciepła w celu zapewnienia efektywnego działania autokaskadowego obiegu chłodniczego zawierającego wewnętrzne wymienniki ciepła. Zatem istnieje nadal potrzeba opracowania rozwiązań w zakresie równomiernej dystrybucji czynnika chłodniczego, zwłaszcza czynnika chłodniczego w stanie dwufazowym.

Celem niniejszego wynalazku jest rozwiązanie problemu równomiernej dystrybucji czynnika chłodniczego, zwłaszcza czynnika chłodniczego w stanie dwufazowym, wewnątrz kanałów wymiennika ciepła w celu zapewnienia efektywnego działania autokaskadowego obiegu chłodniczego zawierającego wewnętrzne wymienniki ciepła.

Układ chłodniczy według wynalazku wyposażony jest w sprężarkę, która jest połączona po stronie tłocznej kolejno ze skraplaczem, stroną wysokociśnieniową pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła i separatorem fazy, którego króciec parowy jest połączony poprzez stronę wysokociśnieniową drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła z pierwszym zaworem rozprężnym, a wylot pierwszego zaworu rozprężnego jest połączony kolejno z parownikiem, stroną niskociśnieniową drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła i stroną niskociśnieniową pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła, zaś wylot strony niskociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła połączony jest ze stroną ssawną sprężarki, przy czym króciec strony cieczowej separatora fazy połączony jest poprzez drugi zawór rozprężny z wlotem strony niskociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła charakteryzuje się tym, że wewnętrzne wymienniki ciepła usytuowane są poziomo i mają skierowane ku dołowi wloty i wyloty stron wysokociśnieniowych oraz wloty i wyloty stron niskociśnieniowych. Skraplacz jest połączony przez pierwszą rurę syfonową z wlotem strony wysokociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła, zaś wylot strony wysokociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła połączony jest przez pierwszą rurę zasilającą z wlotem separatora fazy, zaś wylot parowy separatora fazy połączony jest drugą rurą syfonową z wlotem strony wysokociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła. Parownik jest połączony przez trzecią rurę syfonową z wlotem strony niskociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła, zaś wylot strony niskociśnieniowej drugiego we-

wewnętrznego wymiennika ciepła połączony jest przez czwartą rurę syfonową z wlotem strony niskociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła. Wylot strony niskociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła jest połączony przez piątą rurę syfonową ze sprężarką. Wylot strony cieczerwowej separatora fazy połączony jest poprzez drugą rurę zasilającą z wlotem drugiego zaworu rozprężnego, zaś wylot tego zaworu połączony jest poprzez trzecią rurę zasilającą z pierwszym trójnikiem zainstalowanym w czwartej rurze syfonowej, gdzie wlot separatora fazy, znajduje się poniżej wylotu strony wysokociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła. Pierwsza, druga i piąta rura syfonowa zawiera co najmniej jeden łuk o osi znajdującej się poniżej położenia pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła. Trzecia rura syfonowa zawiera łuk wlotowy i łuk wylotowy o osiach usytuowanych poniżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła oraz zawiera łuk środkowy o osi znajdującej się powyżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła, przy czym pomiędzy łukiem środkowym i łukiem wylotowym umieszczony jest pierwszy trójnik o osi przyłącza poziomego, usytuowanej powyżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła. Czwarta rura syfonowa ma łuk wlotowy, łuk środkowy i łuk wylotowy, przy czym oś łuku wlotowego znajduje się poniżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła, a łuk środkowy i łuk wylotowy mają osie usytuowane odpowiednio powyżej i poniżej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła.

Korzystnie, w układzie chłodniczym według wynalazku wewnętrzne wymienniki ciepła są wymiennikami płytowymi.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym:

- fig. 1 przedstawia schemat ideowy układu chłodniczego,
- fig. 2 przedstawia widok boczny zespołu wewnętrznych wymienników ciepła,
- fig. 3 przedstawia widok główny zespołu wewnętrznych wymienników ciepła,
- fig. 4 przedstawia pierwszy widok aksonometryczny zespołu wewnętrznych wymienników ciepła,
- fig. 5 przedstawia drugi widok aksonometryczny zespołu wewnętrznych wymienników ciepła.

Każdy z wewnętrznych wymienników ciepła 3, 5 ma stronę wysokociśnieniową wyposażoną we wloty 24, 28 i wyloty 25, 29 oraz stronę niskociśnieniową wyposażoną we wloty 26, 30 i wyloty 27, 31. Wewnętrzne wymienniki ciepła są wymiennikami przeponowymi, tj. posiadają przeponę w postaci ścianki, która oddziela czynnik pod wysokim ciśnieniem od czynnika pod niskim ciśnieniem. Strona wysokociśnieniowa wymiennika ciepła oznacza wewnętrzne kanały przepływowe, którymi przepływa czynnik chłodniczy pod wysokim ciśnieniem oddający ciepło. Strona niskociśnieniowa wymiennika ciepła odnosi się do wewnętrznych kanałów przepływowych, którymi przepływa czynnik chłodniczy pod niskim ciśnieniem, który odbiera ciepło.

Jak przedstawiono na fig. 1–5, układ chłodniczy według wynalazku wyposażony jest w sprężarkę 1, która jest połączona po stronie tłocznej kolejno ze skraplaczem 2, stroną wysokociśnieniową pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3 i separatorem fazy 4, którego króciec parowy jest połączony poprzez stronę wysokociśnieniową drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5 z pierwszym zaworem rozprężnym 6, a wylot pierwszego zaworu rozprężnego 6 jest połączony kolejno z parownikiem 7, stroną niskociśnieniową drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5 i stroną niskociśnieniową pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3, zaś wylot strony niskociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3 połączony jest ze stroną ssawną sprężarki 1, przy czym króciec strony cieczerwowej separatora fazy 4 połączony jest poprzez drugi zawór rozprężny 8 z wlotem strony niskociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5 gdzie, wewnętrzne wymienniki ciepła 3, 5 usytuowane są poziomo i mają skierowane ku dołowi wloty 24, 28 i wyloty 25, 29 stron wysokociśnieniowych czynnika chłodniczego oraz wloty 26, 30 i wyloty 27, 31 stron niskociśnieniowych czynnika chłodniczego, przy czym

skraplacz 2 jest połączony przez pierwszą rurę syfonową 9 z wlotem strony wysokociśnieniowej 24 pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3, zaś wylot strony wysokociśnieniowej 25 pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3 połączony jest przez pierwszą rurę zasilającą 10 z wlotem separatora fazy 4, zaś wylot parowy separatora fazy 4 połączony jest drugą rurą syfonową 11 z wlotem strony wysokociśnieniowej 28 drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5, oraz

parownik 7 jest połączony przez trzecią rurę syfonową 12 z wlotem strony niskociśnieniowej 30 drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5, zaś wylot strony niskociśnieniowej 31 drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5 połączony jest przez czwartą rurę syfonową 13 z wlotem strony niskociśnieniowej 26 pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3, oraz

wylot strony niskociśnieniowej 27 pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła jest połączony przez piątą rurę syfonową 14 ze sprężarką 1, oraz

wylot strony cieczowej separatora fazy 4 połączony jest poprzez drugą rurę zasilającą 15 z wlotem drugiego zaworu rozprężnego 8, zaś wylot tego zaworu połączony jest poprzez trzecią rurę zasilającą 16 z pierwszym trójnikiem 17 zainstalowanym w czwartej rurze syfonowej 12, gdzie wlot separatora fazy 4, znajduje się poniżej wylotu 25 strony wysokociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3, przy czym

pierwsza 9, druga 11 i piąta 14 rura syfonowa zawiera co najmniej jeden łuk o osi znajdującej się poniżej położenia pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3, oraz

trzecia rura syfonowa 12 zawiera łuk wlotowy 18 i łuk wylotowy 20 o osiach usytuowanych poniżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5 oraz zawiera łuk środkowy 19 o osi znajdującej się powyżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5, przy czym pomiędzy łukiem środkowym 19 i łukiem wylotowym 20 umieszczony jest pierwszy trójnik 17 o osi przyłącza poziomego, usytuowanej powyżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5, oraz

czwarta rura syfonowa 13 ma łuk wlotowy 21, łuk środkowy 22 i łuk wylotowy 23, przy czym oś łuku wlotowego 21 znajduje się poniżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5, a łuk środkowy 22 i łuk wylotowy 23 mają osie usytuowane odpowiednio powyżej i poniżej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3.

W układzie chłodniczym według wynalazku sprężarka 1 spręża zeotropowy czynnik chłodniczy, który następnie zostaje wstępnie skroplony w skraplaczu 2 i wprowadzony przez pierwszą rurę syfonową 9 do strony wysokociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3, gdzie zachodzi dalsze skraplanie, a częściowo skroplony czynnik zostaje wprowadzony przez pierwszą rurę zasilającą 10 do separatora fazy 4, w którym zostaje rozdzielony na parę suchą nasyconą i ciecz nasyconą. Para sucha nasycona odpływa wylotem parowym przez drugą rurę syfonową 11 do części wysokociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5, gdzie zostaje skroplona, a następnie jako ciecz zostaje skierowana do pierwszego zaworu rozprężnego 6 i częściowo odparowana w parowniku 7, w którym uzyskuje się oczekiwany efekt chłodniczy. Częściowo odparowany czynnik chłodniczy przepływa z parownika 7 do trzeciej rury syfonowej 12, wypełniając łuk wlotowy rury syfonowej i część odcinka prostego. Ciekły czynnik odpływający drugą rurą zasilającą 15 z separatora fazy 4, zostaje rozprężony w drugim zaworze rozprężnym 8, i następnie skierowany trzecią rurą zasilającą 16 do trójnika 17, w którym zostaje zmieszany z czynnikiem odpływającym z parownika 7.

Ze względu na ukształtowanie trzeciej rury syfonowej 12, ciekły czynnik w stanie dwufazowym ze znacznym udziałem frakcji ciekłej, wypełniając łuk wylotowy i część odcinka prostoliniowego do poziomu trójnika 17 wywiera ciśnienie hydrostatyczne zapewniając równomiernie zasilenie kanałów strony niskociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5. Czynnik chłodniczy odparowując w kanałach strony niskociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5 odbiera ciepło od czynnika przepływającego stroną wysokociśnieniową drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła 5, a następnie przepływa przez czwartą rurę syfonową 13 do pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3.

Ze względu na ukształtowanie czwartej rury syfonowej 13, ciekły czynnik w stanie dwufazowym ze znacznym udziałem frakcji ciekłej, wypełniając łuk wylotowy i część odcinka prostoliniowego pomiędzy łukiem wylotowym a łukiem środkowym wywiera ciśnienie hydrostatyczne zapewniając równomiernie zasilenie kanałów strony niskociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3. Czynnik chłodniczy odparowując w kanałach strony niskociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3 odbiera ciepło od czynnika przepływającego stroną wysokociśnieniową pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła 3, a następnie przepływa przez piątą rurę syfonową 14 do sprężarki 1.

W rozwiązaniu według wynalazku kluczową rolę odgrywa poziome usytuowanie wewnętrznych wymienników ciepła (3, 5), skierowanie wlotów (24, 26, 28, 30) i wylotów (25, 27, 29, 31) czynnika chłodzącego ku dołowi, położenie i ukształtowanie rur łączących te wymienniki w układzie chłodniczym oraz usytuowanie separatora fazy (4).

Wykaz oznaczeń odsyłających:

- 1 – sprężarka
- 2 – skraplacz
- 3 – pierwszy wewnętrzny wymiennik ciepła
- 4 – separator fazy
- 5 – drugi wewnętrzny wymiennik ciepła
- 6 – pierwszy zawór rozprężny
- 7 – parownik

- 8 – drugi zawór rozprężny
- 9 – pierwsza rura syfonowa
- 10 – pierwsza rura zasilająca
- 11 – druga rura syfonowa
- 12 – trzecia rura syfonowa
- 13 – czwarta rura syfonowa
- 14 – piąta rura syfonowa
- 15 – druga rura zasilająca
- 16 – trzecia rura zasilająca
- 17 – pierwszy trójnik
- 18 – łuk wlotowy trzeciej rury syfonowej
- 19 – łuk środkowy trzeciej rury syfonowej
- 20 – łuk wylotowy trzeciej rury syfonowej
- 21 – łuk wlotowy czwartej rury syfonowej
- 22 – łuk środkowy czwartej rury syfonowej
- 23 – łuk wylotowy czwartej rury syfonowej
- 24 – wlot strony wysokociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła
- 25 – wylot strony wysokociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła
- 26 – wlot strony niskociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła
- 27 – wylot strony niskociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła
- 28 – wlot strony wysokociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła
- 29 – wylot strony wysokociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła
- 30 – wlot strony niskociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika
- 31 – wylot strony niskociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ chłodniczy wyposażony w sprężarkę (1), która jest połączona po stronie tłocznej kolejno ze skraplaczem (2), stroną wysokociśnieniową pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła (3) i separatorem fazy (4), którego króciec parowy jest połączony poprzez stronę wysokociśnieniową drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła (5) z pierwszym zaworem rozprężnym (6), a wylot pierwszego zaworu rozprężnego (6) jest połączony kolejno z parownikiem (7), stroną niskociśnieniową drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła (5) i stroną niskociśnieniową pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła (3), zaś wylot strony niskociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła (3) połączony jest ze stroną ssawną sprężarki (1), przy czym króciec strony cieczowej separatora fazy (4) połączony jest poprzez drugi zawór rozprężny (8) z wlotem strony niskociśnieniowej drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła (5) **znamienny tym**, że wewnętrzne wymienniki ciepła (3, 5) usytuowane są poziomo i mają skierowane ku dołowi wloty (24, 28) i wyloty (25, 29) stron wysokociśnieniowych oraz wloty (26, 30) i wyloty (27, 31) stron niskociśnieniowych, przy czym

skraplacz (2) jest połączony przez pierwszą rurę syfonową (9) z wlotem strony wysokociśnieniowej (24) pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła (3), zaś wylot strony wysokociśnieniowej (25) pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła (3) połączony jest przez pierwszą rurę zasilającą (10) z wlotem separatora fazy (4), zaś wylot parowy separatora fazy (4) połączony jest drugą rurą syfonową (11) z wlotem strony wysokociśnieniowej (28) drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła (5), oraz

parownik (7) jest połączony przez trzecią rurę syfonową (12) z wlotem strony niskociśnieniowej (30) drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła (5), zaś wylot strony niskociśnieniowej (31) drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła (5) połączony jest przez czwartą rurę syfonową (13) z wlotem strony niskociśnieniowej (26) pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła (3), oraz

wylot strony niskociśnieniowej (27) pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła jest połączony przez piątą rurę syfonową (14) ze sprężarką (1), oraz

wylot strony cieczowej separatora fazy (4) połączony jest poprzez drugą rurę zasilającą (15) z wlotem drugiego zaworu rozprężnego (8), zaś wylot tego zaworu połączony jest poprzez trzecią rurę zasilającą (16) z pierwszym trójnikiem (17) zainstalowanym w czwartej rurze syfonowej (12), gdzie wlot separatora fazy (4), znajduje się poniżej wylotu (25) strony wysokociśnieniowej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła (3), przy czym

pierwsza (9), druga (11) i piąta (14) rura syfonowa zawiera co najmniej jeden łuk o osi znajdującej się poniżej położenia pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła (3), oraz

trzecia rura syfonowa (12) zawiera łuk wlotowy (18) i łuk wylotowy (20) o osiach usytuowanych poniżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła (5) oraz zawiera łuk środkowy (19) o osi znajdującej się powyżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła (5), przy czym pomiędzy łukiem środkowym (19) i łukiem wylotowym (20) umieszczony jest pierwszy trójnik (17) o osi przyłącza poziomego, usytuowanej powyżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła (5), oraz

czwarta rura syfonowa (13) ma łuk wlotowy (21), łuk środkowy (22) i łuk wylotowy (23), przy czym oś łuku wlotowego (21) znajduje się poniżej położenia drugiego wewnętrznego wymiennika ciepła (5), a łuk środkowy (22) i łuk wylotowy (23) mają osie usytuowane odpowiednio powyżej i poniżej pierwszego wewnętrznego wymiennika ciepła (3).

2. Układ chłodniczy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wewnętrzne wymienniki ciepła (3, 5) są wymiennikami płytowymi.

Rysunki

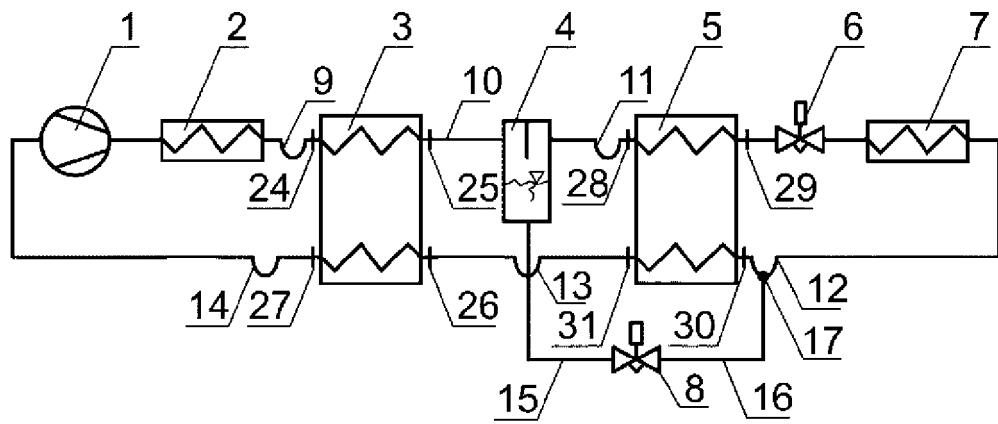


Fig.1

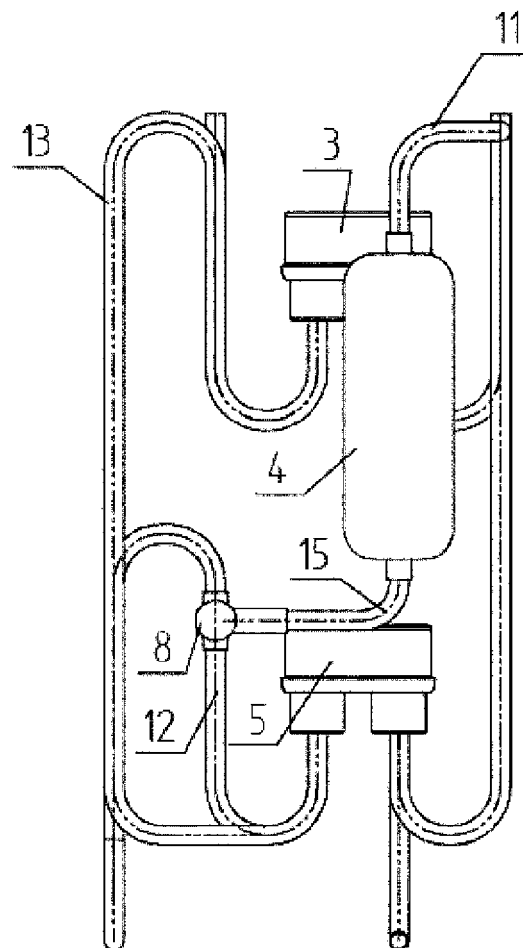


Fig.2

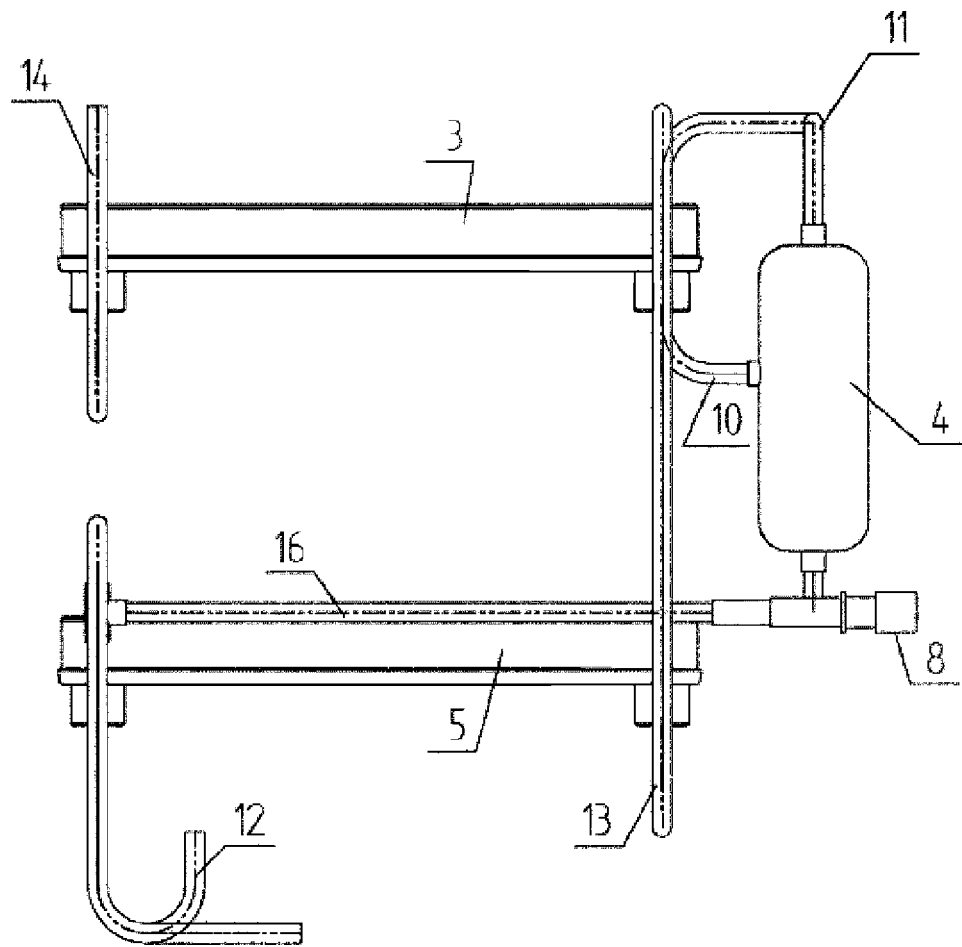


Fig.3

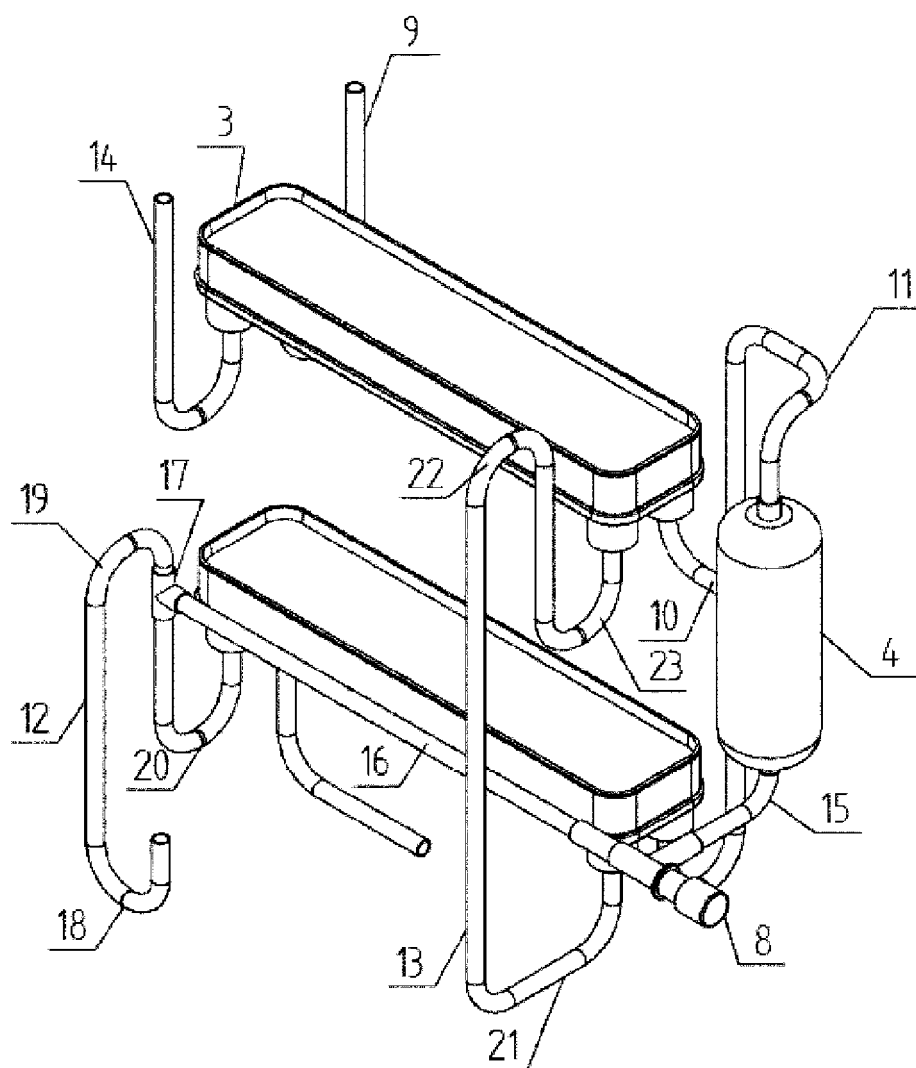


Fig. 4

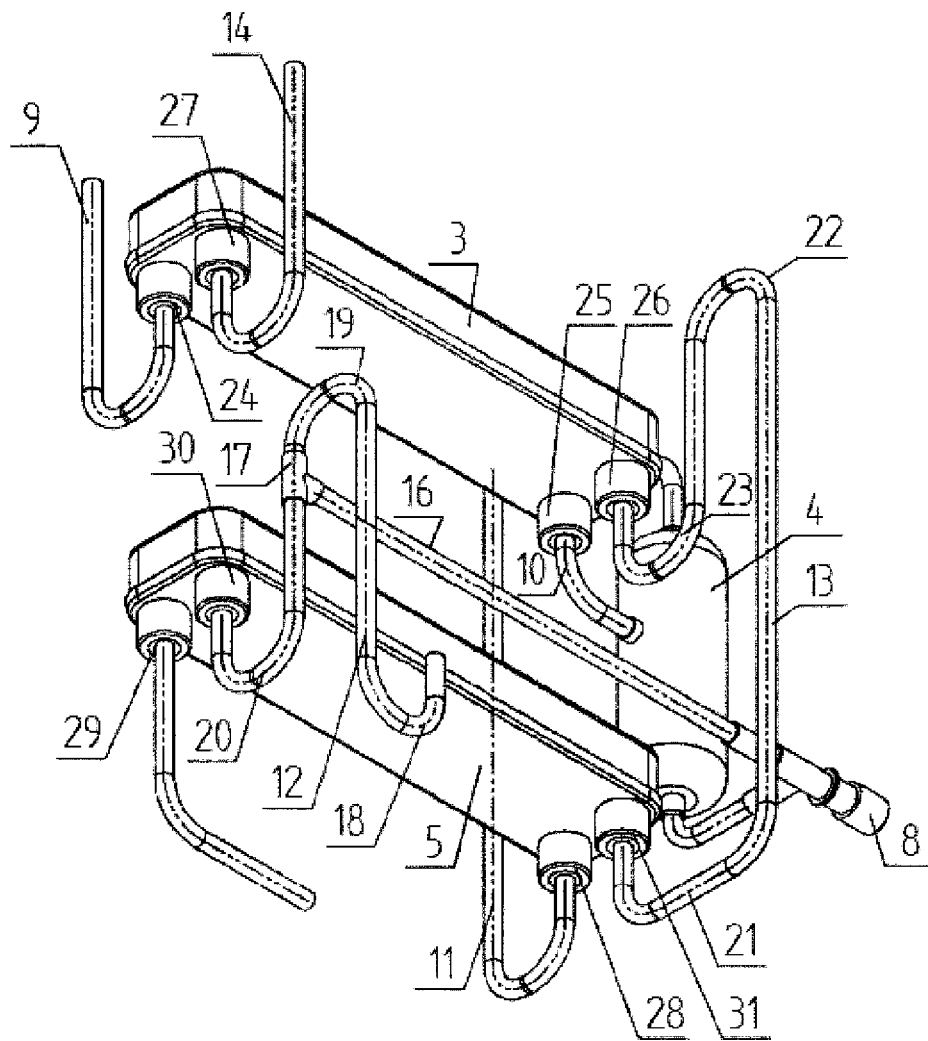


Fig.5