

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 247023 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **443568**

(22) Data zgłoszenia: **2023.01.25**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.07.29 BUP 31/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.04.28 WUP 17/2025**

(51) MKP:

F25B 29/00 (2006.01)

F25B 30/00 (2006.01)

F25B 49/00 (2006.01)

F25B 41/24 (2021.01)

F24D 3/08 (2006.01)

F24D 3/18 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

SAJEWICZ MARCIN, Sucha Beskidzka, PL
JANCZAK ŁUKASZ, Łaziska Górne, PL
CZARNECKI KAROL, Katowice, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

MARCIN SAJEWICZ, Sucha Beskidzka, PL
ŁUKASZ JANCZAK, Łaziska Górne, PL
KAROL CZARNECKI, Katowice, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Oskar Gińko, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego oraz sposób odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego

PL 247023 B1

Opis wynalazku

Dziedzina techniki

Wynalazek dotyczy dziedziny wykorzystywania energii cieplnej. Bardziej szczegółowo, przedmiotem wynalazku jest system do odzyskiwania energii cieplnej wytwarzanej podczas pracy urządzenia do rezonansu magnetycznego w celu odbioru wytworzonego ciepła przez odbiorniki.

Stan techniki

Aktualne systemy realizujące obrazowanie za pomocą rezonansu magnetycznego działają na zasadzie nadprzewodzącego magnesu chłodzonego ciekłym helem. Temperatura wrzenia helu wynosi -270°C (a dokładniej $-268,9^{\circ}\text{C}$) i aby utrzymać niską temperaturę, nie przekraczającą temperatury wrzenia helu, stosuje się systemy chłodzenia oparte o sprężarki Helu – tzw. Linie Helowe. Hel jest używany do schładzania cewek magnesu nadprzewodzącego w rezonansach magnetycznych, które umożliwiają precyzyjną diagnozę. Rezonanse magnetyczne wykorzystują pole magnetyczne do wytwarzania szczegółowego obrazu w przekroju poprzecznym ludzkiego ciała. Efektem pracy linii helowych jest obniżenie temperatury po jednej stronie urządzenia i wydzielenie ciepła z drugiej. Ciepło jest generowane w sposób ciągły przez 24 godziny na dobę. Dodatkowo podczas badania wytwarzane jest ciepło w układzie cewek gradientowych, nadajnika i wzmacniacza rf oraz pozostałych podzespołów wchodzących w skład rezonansu.

Hel powstaje w głębi Ziemi jako izotop w procesach rozpadu pierwiastków promieniotwórczych: toru i uranu. Hel rozpuszcza się w wodach gruntowych i przenika do złóż gazu ziemnego. Odzysk następuje przez oczyszczanie zaazotowanego gazu ziemnego. Hel jest szeroko stosowany w kriogenice, gdyż ma zdolność utrzymania się w stanie ciekłym w ultra niskich temperaturach. Hel ma najniższą temperaturę wrzenia. Stosowany jest do schładzania rtęci, arsenu, niobu i innych pierwiastków do temperatur, w których tracą one opór elektryczny, stając się nadprzewodnikami.

W celu utrzymania urządzenia do rezonansu w optymalnym warunkach do pracy, hel jest potrzebny do chłodzenia magnesu nadprzewodzącego. Jednak ilość helu jest na wyczerpaniu, a także następuje wzrost jego ceny. Istnieje możliwość, że niedobór helu uniemożliwi dostęp do narzędzia diagnostycznego, rezonansu magnetycznego. Bardzo duże ilości helu są wykorzystywane corocznie na ochładzanie. Aktualnie całe ciepło wytwarzane przez urządzenie do rezonansu magnetycznego jest utylizowane poprzez odprowadzenie przez kolejne urządzenia chłodnicze do atmosfery.

W stanie techniki dokument CN217979094U ujawnia system do odzysku ciepła z układu rezonansu magnetycznego zawierający m.in. pętlę chłodziwa, pompę ciepła oraz układ ciepłej wody. Dokument zapewnia system chłodzenia rozwiązujący problem niewystarczającego odprowadzania ciepła z chłodzonego powietrzem systemu odprowadzania ciepła.

Stan techniki nie zapewnia rozwiązania, które optymalizuje pracę pompy ciepła podczas odprowadzania ciepła wytwarzanego przez urządzenie do rezonansu magnetycznego do celów użytkowych.

Istota wynalazku

Celem wynalazku jest zapewnienie systemu, który wykorzysta ciepło wytwarzane przez urządzenie do rezonansu magnetycznego do celów użytkowych przy jednoczesnym chłodzeniu urządzenia do rezonansu oraz zapewni optymalizację pracy pompy ciepła.

Zgodnie z wynalazkiem zapewniono system do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego, zawierający: układ chłodzenia zawierający: wymiennik ciepła, bufor ciepła układu chłodzenia, który to układ chłodzenia przystosowany jest do chłodzenia urządzenia do rezonansu magnetycznego. System zawiera także stację odzysku ciepła zawierającą pompę ciepła, układ sterowania zaworów, który zawiera co najmniej jeden zawór, układ sterujący skonfigurowany do sterowania układem sterowania zaworów i pompą ciepła w celu optymalnego wykorzystania ciepła do ogrzania układu ciepłej wody, bufor ciepła stacji odzysku ciepła, przy czym system zawiera trzy pętle wymiany ciepła: pętlę chłodziwa rezonansu magnetycznego, pętlę wymiennika ciepła i pętlę odzysku ciepła.

Pętla chłodziwa rezonansu magnetycznego zawiera urządzenie do rezonansu magnetycznego i układ chłodzenia, przy czym w pętli chłodziwa rezonansu magnetycznego jest pierwszy czynnik, pętla wymiennika ciepła zawiera wymiennik ciepła i bufor ciepła, przy czym w pętli wymiennika ciepła jest drugi czynnik, gdzie wymiennik ciepła jest częścią wspólną pętli chłodziwa rezonansu magnetycznego i pętli wymiennika ciepła. Pętla odzysku ciepła zawiera stację odzysku ciepła i układ ciepłej wody, przy czym w pętli odzysku ciepła jest trzeci czynnik, gdzie pętla odzysku ciepła jest połączona z pętlą wymiennika ciepła poprzez pompę ciepła stacji odzysku ciepła, przy czym stacja odzysku ciepła w pętli

odzysku ciepła jest przystosowana do chłodzenia drugiego czynnika przepływającego z pętli wymiennika ciepła, który następnie przechodzi do układu chłodzenia w pętli chłodziwa rezonansu magnetycznego i chłodzi płynący w nim pierwszy czynnik, który następnie chłodzi urządzenie do rezonansu magnetycznego, przy czym, stacja odzysku ciepła w pętli odzysku ciepła jest jednocześnie przystosowana do ogrzewania trzeciego czynnika i tak ogrzany trzeci czynnik ogrzewa układ ciepłej wody.

Korzystnie układ chłodzenia zawiera agregat wody lodowej w pętli chłodziwa rezonansu magnetycznego.

W jednym z przykładów wykonania zawiera pętlę sterowania niedoborem ciepła, zawierający element pozyskujący ciepło, który skonfigurowany jest do pozyskiwania ciepła z zewnątrz systemu i ogrzewania płynącego drugiego czynnika.

Korzystnie elementem pozyskującym ciepło jest chłodnica z wentylatorem.

W innym praktycznym przykładzie realizacji element pozyskujący ciepło skonfigurowany jest do pozyskiwania ciepła z atmosfery.

W jednym z przykładów wykonania pętla wymiennika ciepła ma zawór do sterowania pętlą sterowania niedoborem ciepła.

W innym praktycznym przykładzie realizacji zawiera pętlę sterowania nadmiarem ciepła, zawierający element oddający ciepło, który oddaje nadmiarowe ciepło z trzeciego czynnika na zewnątrz systemu. Elementem oddającym ciepło jest chłodnica z wentylatorem.

Korzystnie element oddający ciepło jest skonfigurowany do oddawania ciepła z trzeciego czynnika na zewnątrz systemu.

W innym przykładzie wykonania pompa ciepła ma instalację opartą o wymiennik ciec-z-ciecz albo gaz-ciecz.

Korzystnie układ ciepłej wody jest układem wody użytkowej CWU i/albo układem CO.

W jednym z przykładów wykonania pętla odzysku ciepła ma zbiornik na ciepłą wodę użytkową CWU.

Korzystnie pętla odzysku ciepła ma wymiennik ciepła do ciepłej wody użytkowej CO.

Pętla chłodziwa rezonansu magnetycznego, pętla wymiennika ciepła i pętla odzysku ciepła ma czujniki temperatury i czujniki przepływu.

W jeszcze innym przykładzie wykonania pierwszy czynnik, drugi czynnik i trzeci czynnik są tym samym czynnikiem.

Czynnikiem jest roztwór glikolu albo solanka.

Korzystnie zawiera pętlę obejścia wymiennika 3 ciepła poprzez zawór z₅ i obejście.

Zgodnie z wynalazkiem zapewniono sposób odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego za pomocą systemu, obejmujący następujące etapy:

- a) przepływania pierwszego czynnika przez pętlę chłodziwa rezonansu magnetycznego i pobierania ciepła wytworzonego przez urządzenie do rezonansu magnetycznego,
- b) przepływania czynnika pierwszego przez wymiennik ciepła i oddawania ciepła do drugiego czynnika w pętli wymiennika ciepła,
- c) przepływania drugiego czynnika przez pętlę wymiennika ciepła i wpływania do pętli odzysku ciepła do stacji odzysku ciepła,
- d) schładzania drugiego czynnika i powracania drugiego czynnika poprzez bufor ciepła do wymiennika ciepła do pętli chłodziwa rezonansu magnetycznego i chłodzenia przepływającego w nim pierwszego czynnika,
- e) jednoczesnego ogrzewania trzeciego czynnika w stacji odzysku ciepła w pętli odzysku ciepła,
- f) przepływania ogrzanego trzeciego czynnika przez układ sterowania zaworów do układu ciepłej wody i ogrzewania w nim wody.

Korzystnie po etapie b) następują etapy:

- g) przepływania drugiego czynnika do pętli sterowania niedoborem ciepła,
- h) przepływania drugiego czynnika przez element pozyskujący ciepło i pobierania ciepła,
- i) wpływania drugiego czynnika do pętli wymiennika ciepła.

W jeszcze innym przykładzie wykonania po etapie e) następują etapy:

- j) przepływania ogrzanego trzeciego czynnika przez układ sterowania zaworów do pętli sterowania nadmiarem ciepła,
- k) przepływania ogrzanego trzeciego czynnika przez element oddający ciepło i oddania części ciepła,
- l) powracania ogrzanego trzeciego czynnika do układu sterowania zaworów.

Korzystne skutki wynalazku

Przedstawiony przedmiot wynalazku pozwala na wykorzystanie powstałego ciepła dla celów użytkowych w formie możliwej do ogrzania budynku lub wody użytkowej przy zapewnieniu odpowiedniego chłodzenia urządzenia do rezonansu magnetycznego. System poprzez zastosowane buforów ciepła pozwala na gromadzenie nadmiaru wyprodukowanej energii cieplnej, którą można zużyć w czasie zwiększonego zapotrzebowania oraz w pracy z pompą ciepła pozwala na optymalizację pracy pompy ciepła. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego poprzez zastosowanie buforów ciepła układu chłodzenia i stacji odzysku ciepła zapewnia ograniczenie liczby włączeń i wyłączeń pompy ciepła, podłączenie dodatkowych urządzeń bez używania skomplikowanej automatyki i podłączenie obiegów odbiorczych o różnych wymaganiach temperaturowych.

Krótki opis figur rysunki

Wynalazek zostanie teraz bliżej przedstawiony w korzystnym przykładzie wykonania w nawiązaniu do załączonego rysunku, na którym:

Fig. 1 – przedstawia instalację odzysku ciepła z urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego z elementem 11 pozyskującym ciepło i elementem 10 oddającym ciepło i agregatem 2 wody lodowej,

Fig. 2– przedstawia instalację odzysku ciepła z urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego z elementem 11 pozyskującym ciepło i elementem 10 oddającym ciepło bez agregatu 2 wody lodowej,

Fig. 3 – przedstawia instalację odzysku ciepła z urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego z elementem 11 pozyskującym ciepło i agregatem 2 wody lodowej,

Fig. 4 – przedstawia instalację odzysku ciepła z urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego z agregatem 2 wody lodowej bez elementu 11 pozyskującego ciepło i elementu 10 oddającego ciepło,

Fig. 5 – przedstawia układ sterowania 6 zaworów.

Szczegółowy opis korzystnego przykładu wykonania wynalazku

System, według korzystnego przykładu realizacji wynalazku, zostało szczegółowo przedstawione wraz z wszystkimi elementami systemu na Fig. 1. Zastosowanie odpowiedniej konfiguracji w zależności od przykładu wykonania zależy od wymagań lokalizacji, istniejącego układu chłodzenia i możliwości odbioru wytworzonego ciepła przez odbiorniki. Takimi odbiornikami mogą być m.in. ciepła woda użytkowa – CWU, system centralnego ogrzewania – CO, ogrzewanie płyty lądowiska dla helikopterów czy parkingu.

System według wynalazku jest przeznaczony do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego. System zawiera układ 21 chłodzenia i stację 7 odzysku ciepła. Układ 21 chłodzenia skonfigurowany jest do chłodzenia urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego i zawiera wymiennik 3 ciepła i bufor 14 ciepła układu chłodzenia. Stacja 7 odzysku ciepła zbudowana jest z pompy 4 ciepła, układu sterowania 6 zaworów z co najmniej jednym zaworem, układu sterującego 5 i buforu 13 ciepła stacji odzysku ciepła. Układ sterujący 5 skonfigurowany jest do sterowania wszystkimi elementami systemu a zwłaszcza układem sterowania 6 zaworów i pompą 4 ciepła w celu optymalnego wykorzystania ciepła do ogrzania układu 18 ciepłej wody i do pobierania danych z czujników ciepła i temperatury. Układ sterujący 5 pobierając dane z każdego miejsca systemu kontroluje jego pracę i pozwala dostosować system do założonych wymagań. W tym przykładzie wykonania pompa 4 ciepła ma instalację opartą o wymiennik ciecz-ciecz. W innym przykładzie instalacja może być oparta o wymiennik gaz-ciecz.

Układ sterowania 6 zaworów przedstawiony jest na Fig. 5. Schemat budowy wewnętrznej pokazuje zawory z_2 i z_3 , które w zależności od sterowania przepuszczają trzeci czynnik 23 z stacji 7 odzysku ciepła do układu 18 ciepłej wody. Zawór z_4 przepuszcza czynnik do pętli sterowania 20 nadmiarem ciepła. Bufor 14 ciepła układu chłodzenia i bufor 13 ciepła stacji odzysku ciepła stosowane są w parze z pompą 4 ciepła. Ich obecność powoduje brak taktowania pompy 4 ciepła – ograniczenie liczby włączeń i wyłączeń pompy 4 ciepła, umożliwia podłączenia dodatkowych urządzeń bez używania skomplikowanej automatyki i powoduje łatwe podłączenie obiegów odbiorczych o różnych wymaganiach temperaturowych. Bufor 14 ciepła układu chłodzenia i bufor 13 ciepła stacji odzysku ciepła jest zbiornikiem, którego zadaniem jest gromadzenie nadmiaru wyprodukowanej energii cieplnej, którą będzie można zużyć w czasie zwiększonego zapotrzebowania. Bufor 14 ciepła układu chłodzenia i bufor 13 ciepła stacji odzysku ciepła służą do optymalizacji bezwładności układu i są dobierane wg specyfikacji pracy pomp 4 ciepła i urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego. W niektórych przypadkach bufory 13, 14 ciepła mogą być elementem pompy 4 ciepła lub agregatu 2 wody lodowej.

Kolejnym znaczącym elementem systemu jest wymiennik 3 ciepła, którego działanie polega na wymianie ciepła, która zachodzi poprzez zjawiska konwekcji przewodzenia. Następuje w nim wymiana

ciepła pomiędzy płynami, które mają różną temperaturę. Wymienniki ciepła mogą pracować w systemie ciągłym i nieciągłym.

System, tak jak widać to na Fig. 1, dzieli się na trzy pętle wymiany ciepła, którymi są: pętla 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego, pętla 16 wymiennika ciepła i pętla 17 odzysku ciepła. W pętli 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego umieszczone jest urządzenie 1 do rezonansu magnetycznego i układ 21 chłodzenia. Przez pętle 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego przepływa pierwszy czynnik 22. W pętli 16 wymiennika ciepła umieszczony jest wymiennik 3 ciepła i bufor 12 ciepła. Przez pętle 16 wymiennika ciepła przepływa drugi czynnik 23. Pętla 17 odzysku ciepła zawiera stację 7 odzysku ciepła i układ 18 ciepłej wody. Przez pętle 17 odzysku ciepła przepływa trzeci czynnik 24. Pętla 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego i pętla 16 wymiennika ciepła są ze sobą połączone poprzez wspólny element – wymiennik 3 ciepła. Pętla 17 odzysku ciepła jest połączona z pętlą 16 wymiennika ciepła poprzez pompę 4 ciepła stacji 7 odzysku ciepła. W innych przykładach wynalazku pętla 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego, pętla 16 wymiennika ciepła i pętla 17 odzysku ciepła ma czujniki temperatury i czujniki przepływu, które mierzą temperaturę i przepływy w różnych miejscach systemu.

Czujniki temperatury oznaczone są na Fig. 1, 2, 3 i 4 oznaczeniami od t_1 do t_{16} . Czujnik temperatury t_{15} przeznaczony jest są do odbierania temperatury zewnętrznej z zewnątrz systemu. Czujniki przepływu oznaczone są od V_1 , V_2 oraz od V_4 do V_9 . Dane otrzymywane z wszystkich czujników służą kontroli pracy pompy 4 ciepła. Obecność wszystkich czujników temperatury i przepływu nie jest konieczna, gdyż głównie służą monitorowaniu ilości odzyskanego ciepła, kontroli bezpieczeństwa, określaniu licznika pracy, ocenie efektywności i prawidłowej pracy układu.

W jednym z przykładów wynalazku pierwszy czynnik 22, drugi czynnik 23 i trzeci czynnik 24 są tym samym czynnikiem. Czynnikiem przepływającym przez pętle może być roztwór glikolu albo solanka. Główną wymaganą cechą charakterystyczną czynnika, który przepływa przez system odzysku ciepła z urządzenia 1 rezonansu magnetycznego jest przystosowanie do pracy w niskich temperaturach – poniżej zera. Koniecznym jest podawanie roztworów niezamarzających m.in. roztworu glikolu albo solanki. Dobranie odpowiedniego materiału czynnika zależy także od producenta pompy ciepła.

W innym przykładzie wykonania wynalazku układ 21 chłodzenia zawiera własny układ chłodzenia w postaci agregatu 2 wody lodowej umieszczonego w pętli 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego. Układ 18 ciepłej wody, który jest umieszczony w pętli 17 odzysku ciepła, jest w tym przykładzie wykonania układem wody użytkowej CWU lub układem CO. Pętla 17 odzysku ciepła w innym przykładzie wykonania ma zbiornik 8 na ciepłą wodę użytkową CWU, który jest widoczny na Fig. 1. W jeszcze innym przykładzie wykonania pętla 17 odzysku ciepła ma wymiennik 9 ciepła do ciepłej wody użytkowej. CWU to ciepła woda użytkowa przeznaczona na cele użytkowe, która jest ogrzewana w sposób przepływowy – w momencie jej poboru woda przepływa przez wymiennik 9 ciepła, gdzie następuje wymiana ciepła i ogrzanie do wymaganej temperatury. Pompa P_1 oznaczona na Fig. 1–4, znajduje się za wymiennikiem 9 ciepła i ma za zadanie wymusić obieg wody i jest elementem niezbędnym układu CO.

W jednym z przykładów wykonania system zawiera układ obejścia wymiennika 3 ciepła poprzez zawór z_5 i obejście, widoczne na Fig. 1, 2 i 3, który umożliwia generację ciepła nawet gdy temperatura w pętli 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego będzie niższa od minimalnej zadanej. Jest to układ, który odcina chłodzenie pętli 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego przez wymiennik 3 ciepła w sytuacji, gdy jest zapotrzebowanie na ogrzewanie wody użytkowej CO lub CWU, a temperatura atmosferyczna pozwala na pobranie ciepła z otoczenia, ale jest niższa od temperatury minimalnej dopuszczalnej przez producenta rezonansu, wówczas obieg pompy 4 ciepła będzie omijał wymiennik 3 ciepła poprzez bypass za zaworem z_5 i pobierał ciepło wyłącznie z atmosfery poprzez element 11 pozyskujący ciepło. Działanie systemu polega na tym, że ciepło wytworzone w urządzeniu 1 do rezonansu magnetycznego zostaje przekazane do pierwszego czynnika 22 w pętli 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego, a następnie przekazane przez wymiennik 3 ciepła do drugiego czynnika 23 w pętli 16 wymiennika ciepła, który to drugi czynnik 23 zasila pompę 4 ciepła. Stacja 7 odzysku ciepła w pętli 17 odzysku ciepła jest przystosowana do chłodzenia drugiego czynnika 23 przepływającego z pętli 16 wymiennika ciepła. W wyniku działania pompy 4 ciepła drugi czynnik 13 zostaje schłodzony i poprzez bufor 12 w pętli 16 wymiennika ciepła wraca do układu 21 chłodzenia do wymiennika 3 ciepła w pętli 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego i chłodzi płynący w nim pierwszy czynnik 22, który następnie chłodzi urządzenie 1 do rezonansu magnetycznego.

Znaczącą cechą jest to, że stacja 7 odzysku ciepła w pętli 17 odzysku ciepła jest jednocześnie przystosowana do ogrzewania trzeciego czynnika 24 do temperatury około 50°C i tak ogrzany trzeci czynnik 24 przechodzi przez układ sterowania 6 zaworów i ogrzewa układ 18 ciepłej wody. W zależności

od konfiguracji ogrzewa wodę CWU i/lub wodę CO. W innym przykładzie wykonania trzeci czynnik 24 ogrzewa przez wymiennik rurowy wodę w zbiorniku 8 ciepłą wodę użytkową CWU i przez wymiennik 9 ciepłą wodę w układzie CO budynku.

System w innym przykładzie wykonania zawiera pętle sterowania 19 niedoborem ciepła oraz pętle sterowania 20 nadmiarem ciepła. W przypadku niewystarczającej ilości ciepła w układzie urządzenia 1 do rezonansu, możliwe jest ogrzanie czynnika poprzez skierowanie jej do pętli sterowania 19 niedoborem ciepła, która zawiera element 11 pozyskujący ciepło, skonfigurowany do pozyskiwania ciepła z zewnątrz systemu i ogrzewania płynącego drugiego czynnika 23. Następnie ciepło zostaje przekazane do pompy 4 ciepła. Przez pętle sterowania 19 niedoborem ciepła przepływa drugi czynnik 23. W jednych z przykładów wykonania elementem 11 pozyskującym ciepło jest chłodnica z wentylatorem. Znacząca dziedzina ma wystarczającą wiedzę, aby móc wykorzystać także inne urządzenia do tego celu. Jednym z przykładów miejsca do pozyskania ciepła jest atmosfera. W przypadku sytuacji niedoboru ciepła, w tym przykładzie pętla 16 wymiennika ciepła ma zawór z_1 (widoczny na Fig. 1, 2 i 3), korzystnie trójdzielny, który służy do sterowania pętlą sterowania 19 niedoborem ciepła.

Pętla sterowania 19 niedoborem ciepła oraz pętla sterowania 20 nadmiarem ciepła są elementami awaryjnymi w przypadku nadmiaru albo niedoboru ciepła w układzie. W przypadku nadmiarowej ilości ciepła w układzie urządzenia do rezonansu możliwe jest oddanie nadmiaru ciepła z trzeciego czynnika 24 na zewnątrz systemu za pomocą pętli sterowania 20 nadmiarem ciepła i umieszczonego w nim elementu 10 oddającego ciepło. W tym przykładzie elementem 10 oddającym ciepło jest chłodnica z wentylatorem widoczna na Fig. 1. Element 10 oddający ciepło jest skonfigurowany do oddawania ciepła z trzeciego czynnika 24 na zewnątrz systemu.

Działanie systemu opiera się na układzie sterującym 5, który skonfigurowany jest do sterowania układem sterowania 6 zaworów i pompą 4 ciepła. Układ sterujący 5 zbiera dane z zmierzonych parametrów przepływów i temperatur w odpowiednich pętlach oraz z zadanych parametrów pracy układów CWU i CO. W zależności od zebranych danych, układ sterujący 5 decyduje o pracy układu sterowania 6 zaworów i przełączaniu umieszczonych w nim zaworów, zapewniając optymalne wykorzystanie wytworzonego ciepła do ogrzania układów. Na Fig. 1, 2, 3, 4 i 5 zawory oznaczone są symbolami z_1 , z_2 , z_3 , z_4 , z_5 .

Jeśli układ nie jest w stanie oddać ciepła do ogrzania wody CWU lub ogrzania CO układ sterujący 5 musi zapewnić otwarcie zaworu z_4 do sterowania pętlą sterowania 20 nadmiarem ciepła i oddanie ciepła poprzez element 10 oddający ciepło do atmosfery lub włączenie układu pierwotnie zaprojektowanego do chłodzenia rezonansu w postaci np. agregatu 2 wody lodowej. Taka sytuacja następuje, gdy układ 18 ciepłej wody jest ogrzany i tym samym CWU i CO, lub ogrzewanie tego układu jest wyłączone. System wtedy przekazuje ciepło do pętli sterowania 20 nadmiarem ciepła, gdzie element 10 oddający ciepło oddaje ciepło z trzeciego czynnika 24 na zewnątrz systemu, korzystnie w tym przykładzie wykonania do atmosfery. Ciepło musi zostać pobrane i oddane na zewnątrz, ponieważ system schładza urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego odbierając od niego wytworzone ciepło. Sposób zasilenia układów CWU i CO budynku zależy od istniejącej infrastruktury i zapotrzebowania i można założyć, że wygenerowane ciepło posłuży docelowo do ogrzania wody i budynku jak i w określonych warunkach tylko do wstępnego podgrzania.

Działanie systemu opiera się na odpowiednim sterowaniu, które musi zapewnić zdefiniowane przez producenta urządzenia do rezonansu magnetycznego. Typowymi warunkami jest temperatura czynnika od 6–12°C przy przepływie rzędu 100 l/min w pętli 15 chłodziwa urządzenia do rezonansu. Część producentów dopuszcza wyższe temperatury z większym przepływem czynnika o temperaturze 19–20°C przy przepływie 120 l/min.

Na Fig. 1 przedstawiona jest instalacja odzysku ciepła z urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego z elementem 11 pozyskującym ciepło i elementem 10 oddającym ciepło i agregatem 2 wody lodowej. Ten pierwszy przykład wykonania wynalazku ma układ własnego chłodzenia w postaci agregatu 2 wody lodowej. Ta konfiguracja przekazuje ciepło do układu 18 ciepłej wody, a w przypadku braku zapotrzebowania oddaje go na zewnątrz systemu za pomocą pętli sterowania 20 nadmiarem ciepła, a w przypadku niewystarczającej ilości ciepła możliwe jest jego pozyskanie przez pętle sterowania 19 niedoborem ciepła. W tym proponowanym schemacie, w przypadku awarii agregatu 2 wody lodowej system korzysta z odzysku ciepła zapewnionego przez podmiotowy wynalazek. W przypadku awarii systemu odzysku ciepła, system korzysta z agregatu 2 wody lodowej. Agregat 2 wody lodowej stanowi dodatkowe zabezpieczenie systemu.

Na Fig. 2 przedstawiona jest instalacja odzysku ciepła z urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego z elementem 11 pozyskującym ciepło i elementem 10 oddającym ciepło bez agregatu 2 wody lodowej. W tym przykładzie wykonania układ nie zawiera własnego układu chłodzenia. W tym przykładzie możliwe jest przekazanie całego wytworzonego ciepła do układu 18 ciepłej wody. W przypadku braku zapotrzebowania nadmiar jest oddawany na zewnątrz systemu za pomocą pętli sterowania 20 nadmiarem ciepła, a w przypadku niewystarczającej ilości ciepła możliwe jest jego pozyskanie przez pętlę sterowania 19 niedoborem ciepła. W tym przykładzie nie zachodzi zjawisko powtórzenia urządzeń z powodu braku agregatu 2 wody lodowej będącego własnym układem chłodzenia. Proponowany wynalazek ma zapewnić takie samo działanie jak agregat 2 wody lodowej, dlatego oprócz odbioru ciepła i przekazania go przez pompę 4 ciepła do układu 18 ciepłej wody, musi zapewnić chłodzenie przez oddanie nadmiaru ciepła do atmosfery poprzez element 10 oddający ciepło – w sytuacji, kiedy nie można już ogrzać więcej wody.

Na Fig. 3 przedstawiona jest instalacja odzysku ciepła z urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego z elementem 11 pozyskującym ciepło i agregatem 2 wody lodowej. W tym przykładzie wykonania system zawiera własny układ chłodzenia poprzez agregat 2 wody lodowej. W tym przykładzie możliwe jest przekazanie całego wytworzonego ciepła do układu 18 ciepłej wody, a w przypadku braku zapotrzebowania na ciepło, własny układ chłodzenia w postaci agregatu 2 wody lodowej zapewnia chłodzenie urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego. W przypadku niewystarczającej ilości ciepła oddawanego przez urządzenie 1 do rezonansu magnetycznego możliwe jest pozyskanie ciepła poprzez pętlę sterowania 19 niedoborem ciepła.

Na Fig. 4 przedstawiona jest instalacja odzysku ciepła z urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego z agregatem 2 wody lodowej bez elementu 11 pozyskującego ciepło i elementu 10 oddającego ciepło. W tym przykładzie wykonania system zawiera własny układ chłodzenia w postaci agregatu 2 wody lodowej. W tym przykładzie możliwe jest przekazanie wytworzonego ciepła do układu 18 ciepłej wody, a w przypadku braku zapotrzebowania na ciepło własny układ chłodzenia w postaci agregatu 2 wody lodowej zapewnia chłodzenie urządzenia 1 do rezonansu magnetycznego. W przypadku niewystarczającej ilości ciepła oddawanego przez urządzenie 1 do rezonansu magnetycznego za ogrzanie CWU i CO będą odpowiadać istniejące w infrastrukturze urządzenia grzewcze takie jak piec gazowy, elektryczny, ciepło systemowe itp.

Opisany powyżej system do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego jest wykorzystywany w sposobie odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego i obejmuje następujące etapy:

- a) przepływania pierwszego czynnika 22 przez pętlę 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego i pobierania ciepła wytworzonego przez urządzenie 1 do rezonansu magnetycznego,
- b) przepływania czynnika pierwszego 22 przez wymiennik 3 ciepła i oddawania ciepła do drugiego czynnika 23 w pętli 16 wymiennika ciepła,
- c) przepływania drugiego czynnika 23 przez pętlę 16 wymiennika ciepła i wpływania do pętli 17 odzysku ciepła do stacji 7 odzysku ciepła,
- d) schładzania drugiego czynnika 23 i powracania drugiego czynnika 23 poprzez bufor ciepła 12 do wymiennika 3 ciepła do pętli 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego i chłodzenia przepływającego w nim pierwszego czynnika 22,
- e) jednoczesnego ogrzewania trzeciego czynnika 24 w stacji 7 odzysku ciepła w pętli 17 odzysku ciepła,
- f) przepływania ogrzanego trzeciego czynnika 24 przez układ sterowania 6 zaworów do układu 18 ciepłej wody i ogrzewania w nim wody.

W innym przykładzie wykonania wynalazku po etapie b) realizowane są etapy g)-i), które są uruchamiane w sytuacji niedoboru ciepła w systemie:

- g) przepływania drugiego czynnika 23 do pętli sterowania 19 niedoborem ciepła,
- h) przepływania drugiego czynnika 23 przez element 11 pozyskujący ciepło i pobierania ciepła,
- i) wpływania drugiego czynnika 23 do pętli 16 wymiennika ciepła.

W innym przykładzie wykonania wynalazku po etapie e) realizowane są etapy j)-l), które są uruchamiane w sytuacji nadmiaru ciepła w systemie:

- j) przepływania ogrzanego trzeciego czynnika 24 przez układ sterowania 6 zaworów do pętli sterowania 20 nadmiarem ciepła,
- k) przepływania ogrzanego trzeciego czynnika 24 przez element 10 oddający ciepło i oddania części ciepła,
- l) powracania ogrzanego trzeciego czynnika 24 do układu sterowania 6 zaworów.

Poniżej zostaną przedstawione tabele stanów, które opisują jak na podstawie panujących w danym momencie warunków (w1-w6) mają być uruchamiane poszczególne elementy sterujące. Przyjęto sterowania typu włącz/wyłącz (1/0). Należy zaznaczyć, że ze względu na bezwładność układu konieczne jest zastosowanie warunków z histerezą. Wartość histerezy zależy od konkretnych urządzeń.

Legenda:

- 1 – prawda, włączony, otwarty, 0 – fałsz, wyłączony, zamknięty
- w1 – Temperatura t1 obwodu
 - w1 = -1 dla $t1 < ZTR_{min}$ (poniżej zadanej minimalnej)
 - w1 = 0 dla $t1 > ZTR_{min}$ i $t1 < ZTR_{max}$ mieści się w zadany przez producenta zakresie
 - w1 = 1 dla $t1 > ZTR_{max}$, powyżej zadanej maksymalnej
- w2 – zapotrzebowanie na ciepło CO lub CWU (suma logiczna warunków w5 i w6) – opisuje czy układ może oddać tracone ciepło, aby ogrzać CWU lub CO
- w3 – temperatura $t_{13} > t_{15}$ lub jeśli system ma element 10 oddający ciepło – jeżeli układ ma element 10 oddający ciepło, może oddać ciepło do atmosfery (w praktyce zawsze)
- w4 – temperatura $t_3 < t_{15}$ lub czy warto włączyć element 11 pozyskujący ciepło. Jeżeli układ ma element 11 pozyskujący ciepło, może pobrać ciepło z atmosfery (temperatura $t_3 < t_{15}$)
- w5 – temperatura CO $t_9 < ZT_{co}$ – temperatura CO poniżej maksymalnej
- w6 – temperatura CWU $t_5 < ZT_{cwu}$ – temperatura CWU poniżej maksymalnej
- zawór z1 – zawór otwarty w kierunku pętli 16 wymiennika ciepła, 0 – otwarty w kierunku pętli sterowania (19) niedoborem ciepła
- zawór z5 – zawór otwarty przepływ przez wymiennik 3 ciepła, 0 – przepływ omijający wymiennik 3 ciepła poprzez bypass
- A – agregat 2 wody lodowej działa automatycznie (włączony), B – Brak agregatu 2 wody lodowej
- B – Brak elementu w danym układzie
- t1 – temperatura za urządzeniem 1 do rezonansu magnetycznego w pętli 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego
- t2 – temperatura za wymiennikiem 3 ciepła w pętli 15 chłodziwa rezonansu
- t3 – temperatura za wymiennikiem 3 ciepła w pętli 16 wymiennika ciepła
- t5 – temperatura wody w zbiorniku 8 CWU
- t9 – temperatura na wyjściu z wymiennika 9 ciepła na CO budynku
- t13 – temperatura na wyjściu z pompy 4 ciepła w stacji 7 odzysku ciepła
- t15 – temperatura powietrza atmosferycznego
- ZTRmin – minimalna temperatura wody lodowej w układzie rezonansu magnetycznego
- ZTRmax – maksymalna temperatura wody lodowej w układzie rezonansu magnetycznego
- ZTco – (zadana) maksymalna temperatura CO
- ZTcwu – (zadana) maksymalna temperatura CWU

	Warunki:	stan nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
1	Temp. T1 obwód (o1) T1<ZTRmin (-1); T1>ZTRmin i T1<ZTRmax (0); T1>ZTRmax (1);	w1	-	0	1	1	0	1	1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1			
2	Zapotrzebowanie na ciepło CO lub CWU	w2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	
3	Temp. T13 > T15 lub jeśli system ma element 10 oddający ciepło	w3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
4	Temp. T3 < T15 lub czy warto włączyć element 11 pozyskujący ciepło	w4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
5	Temp.CO T9 < ZTco	w5	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	
6	Temp. CWU T5 < ZTcwu	w6	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	
7	Elementy sterowane:	stan nr:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5			
8	Urządzenie 1 do rezonansu magnetycznego	RM(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
9	Agregat 2 wody lodowej	AWL(2)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
10	Pompa 4 ciepła	PC(4)	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
11	Element 10 oddający ciepło	ChW(10)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	Element 11 pozyskujący ciepło	ChW(11)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
13	zawór z1 Irójdzielny	z1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
14	zawór z2 CO	z2	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15	zawór z3 CWU	z3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
16	zawór z4 elementu 10 oddającego ciepło	z4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	zawór z5 obejście wymiennika 3 ciepła	z5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	

Tabela 1a

Warunki:	stan nr	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
1 Temp. T1 obwód (01) T1<ZTRmin (-1); T1>ZTRmin i T1<ZTRmax (0); T1>ZTRmax (1);	w1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	
2 Zapotrzebowanie na ciepło CO lub CWU	w2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
3 Temp. T13 > T15 lub jeśli system ma element 10 oddający ciepło	w3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4 Temp. T3 < T15 lub czy warto włączyć element 11 pozyskujący ciepło	w4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5 Temp.CO T9 < ZTco	w5	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	
6 Temp. CWU T5 < Z1cwu	w6	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
7 Elementy sterowane:	stan nr:	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
8 Urządzenie 1 do rezonansu magnetycznego	RM(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
9 Agregat 2 wody (odowej)	AWL(2)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
10 Pompa 4 ciepła	PC(4)	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	
11 Element 10 oddający ciepło	ChW(10)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
12 Element 11 pozyskujący ciepło	ChW(11)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	
13 zawór z1 trójdzielny	z1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	
14 zawór z2 CO	z2	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	
15 zawór z3 CWU	z3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
16 zawór z4 elementu 10 oddającego ciepło	z4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
17 zawór z5 obejście wymiennika 3 ciepła	z5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	

Tabela 1b

Warunki:	stan nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 Temp. T1 obwód (o1) T1<ZTRmin (-1); T1>ZTRmin i T1<ZTRmax (0); T1>ZTRmax (1);	w1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1
2 Zapotrzebowanie na ciepło CO lub CWU	w2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
3 Temp. T13 > T15 lub jeśli system ma element 10 oddający ciepło	w3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4 Temp. T3 < T15 lub czy warto włączyć element 11 pozyskujący ciepło	w4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5 Temp.CO T9 < ZTco	w5	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
6 Temp. CWU T5 < ZTcwu	w6	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
7 Elementy sterowane:	stan nr:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8 Urządzenie 1 do rezonansu magnetycznego	RM(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9 Agregat 2 wody lodowej	AWL(2)	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
10 Pompa 4 ciepła	PC(4)	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	
11 Element 10 oddający ciepło	CHW(10)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12 Element 11 pozyskujący ciepło	CHW(11)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
13 zawór z1 trójdrożny	z1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
14 zawór z2 CO	z2	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
15 zawór z3 CWU	z3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
16 zawór z4 elementu 10 oddającego ciepło	z4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
17 zawór z5 obejście wymiennika 3 ciepła	z5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1

Tabela 2

Warunki:	stan nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temp. T1 obwód (o1) T1<ZTRmin (-1); T1>ZTRmin i T1<ZTRmax (0); T1>ZTRmax (1);	w1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1
Zapotrzebowanie na ciepło CO lub CWU	w2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Temp. T13 > T15 lub jeśli system ma element 10 oddający ciepło	w3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Temp. T3 < T15 lub czy warto włączyć element 11 pozyskujący ciepło	w4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temp.CO T9 < ZTco	w5	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Temp. CWU T5 < ZTcwu	w6	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Elementy sterowane:	stan nr:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Urządzenie 1 do rezonansu magnetycznego	RM(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Agregat 2 wody lodowej	AWL(2)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Pompa 4 ciepła	PC(4)	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Element 10 oddający ciepło	ChW(10)	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Element 11 pozyskujący ciepło	ChW(11)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
zawór z1 trójdzielny	z1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
zawór z2 CO	z2	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
zawór z3 CWU	z3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
zawór z4 elementu 10 oddającego ciepło	z4	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
zawór z5 obejście wymiennika 3 ciepła	z5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1

Tabela 3

Warunki:	stan nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Temp. T1 obwód (o1) T1<ZTRmin (-1); T1>ZTRmin i T1<ZTRmax (0); T1>ZTRmax (1);	w1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1
2 Zapotrzebowanie na ciepło CO lub CWU	w2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
3 Temp. T13 > T15 lub jeśli system ma element 10 oddający ciepło	w3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
4 Temp. T3 < T15 lub czy warto włączyć element 11 pozyskujący ciepło	w4	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
5 Temp.CO T9 < ZTco	w5	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
6 Temp. CWU T5 < ZTcwu	w6	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
7 Elementy sterowane:	stan nr:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8 Urządzenie 1 do rezonansu magnetycznego	RM(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9 Agregat 2 wody lodowej	AWL(2)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
10 Pompa 4 ciepła	PC(4)	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
11 Element 10 oddający ciepło	ChW(10)	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
12 Element 11 pozyskujący ciepło	ChW(11)	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
13 zawór z1 trójdziałny	z1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
14 zawór z2 CO	z2	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
15 zawór z3 CWU	z3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
16 zawór z4 elementu 10 oddającego ciepło	z4	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
17 zawór z5 obejście wymiennika 3 ciepła	z5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Tabela 4

Wszystkie tabele opisują stany, które może osiągnąć system dla sześciu warunków temperaturowych, zadanych temperatur CO i CWU i wartości temperatury t_1 . Tabela 1 opisuje stany, które może osiągnąć system według pierwszego przykładu wykonania widocznego na Fig. 1. System w tym przykładzie zawiera wszystkie elementy, zawiera pętlę sterowania 19 niedoborem ciepła, pętlę sterowania 20 nadmiarem ciepła i agregat 2 wody lodowej.

Tabela 2 opisuje stany, które może osiągnąć system według drugiego przykładu wykonania widocznego na Fig. 2. System w tym przykładzie wykonania nie zawiera agregatu 2 wody lodowej.

Tabela 3 opisuje stany, które może osiągnąć system według trzeciego przykładu wykonania widocznego na Fig. 3. System w tym przykładzie nie zawiera pętli sterowania 20 nadmiarem ciepła.

Tabela 4 opisuje stany, które może osiągnąć system według czwartego przykładu wykonania widocznego na Fig. 4. System w tym przykładzie wykonania nie zawiera pętli sterowania 19 niedoborem ciepła ani pętli sterowania 20 nadmiarem ciepła.

W zależności warunków, którymi są wartości temperatury t_1 w pętli 15 chłodziwa rezonansu magnetycznego za urządzeniem 1 do rezonansu magnetycznego, temperatury na wyjściu z pompy 4 ciepła w stacji 7 odzysku ciepła, temperatury za wymiennikiem 3 ciepła w pętli 16 wymiennika ciepła, temperatury za wymiennikiem 9 ciepła do CO budynku i temperatury wody w zbiorniku 8 na wodę CWU, cały system przyjmuje różne stany. Jeśli warunek w_1 ma wartość -1, oznacza, że t_1 (gdzie t_1 jest temperaturą pierwszego czynnika 22) ma temperaturę niższą od zadanej minimalnej temperatury wody lodowej. Jeśli warunek w_1 ma wartość 0, to oznacza, że t_1 mieści się w zakresie podanym przez producenta, a jeśli w_1 równa się 1 to znaczy, że t_1 ma temperaturę wyższą niż zadana maksymalna temperatura wody lodowej. Wartość w_1 zależy od wartości t_1 , która może przyjmować wartości analogowe.

Zastrzeżenia patentowe

1. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego, zawierający: układ (21) chłodzenia zawierający:

- wymiennik (3) ciepła,
 bufor (14) ciepła układu chłodzenia,
 który to układ (21) chłodzenia przystosowany jest do chłodzenia urządzenia (1) do rezonansu magnetycznego;
 stację (7) odzysku ciepła zawierającą:
 pompę (4) ciepła,
 układ sterowania (6) zaworów, który zawiera co najmniej jeden zawór,
 układ sterujący (5) skonfigurowany do sterowania układem sterowania (6) zaworów i pompą (4) ciepła w celu optymalnego wykorzystania ciepła do ogrzania układu (18) ciepłej wody,
 bufor (13) ciepła stacji odzysku ciepła,
 przy czym system zawiera trzy pętle wymiany ciepła: pętlę (15) chłodziwa rezonansu magnetycznego, pętlę (16) wymiennika ciepła i pętlę (17) odzysku ciepła, gdzie:
 pętla (15) chłodziwa rezonansu magnetycznego zawiera urządzenie (1) do rezonansu magnetycznego i układ (21) chłodzenia, przy czym w pętli (15) chłodziwa rezonansu magnetycznego jest pierwszy czynnik (22),
 pętla (16) wymiennika ciepła zawiera wymiennik (3) ciepła i bufor (12) ciepła, przy czym w pętli wymiennika ciepła jest drugi czynnik (23),
 gdzie wymiennik (3) ciepła jest częścią wspólną pętli (15) chłodziwa rezonansu magnetycznego i pętli (16) wymiennika ciepła,
 pętla (17) odzysku ciepła zawiera stację (7) odzysku ciepła i układ (18) ciepłej wody, przy czym w pętli (17) odzysku ciepła jest trzeci czynnik (24),
 gdzie pętla (17) odzysku ciepła jest połączona z pętlą (16) wymiennika ciepła poprzez pompę (4) ciepła stacji (7) odzysku ciepła,
 przy czym stacja (7) odzysku ciepła w pętli (17) odzysku ciepła jest przystosowana do chłodzenia drugiego czynnika (23) przepływającego z pętli (16) wymiennika ciepła, który następnie przechodzi do układu (21) chłodzenia w pętli (15) chłodziwa rezonansu magnetycznego i chłodzi płynący w nim pierwszy czynnik (22), który następnie chłodzi urządzenie (1) do rezonansu magnetycznego,
 przy czym, stacja (7) odzysku ciepła w pętli (17) odzysku ciepła jest jednocześnie przystosowana do ogrzewania trzeciego (24) czynnika i tak ogrzany trzeci czynnik (24) ogrzewa układ (18) ciepłej wody.
2. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że układ (21) chłodzenia zawiera agregat (2) wody lodowej w pętli (15) chłodziwa rezonansu magnetycznego.
 3. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że zawiera pętlę sterowania (19) niedoborem ciepła, zawierający element (11) pozyskujący ciepło, który skonfigurowany jest do pozyskiwania ciepła z zewnątrz systemu i ogrzewania płynącego drugiego czynnika (23).
 4. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 3, **znamienny tym**, że elementem (11) pozyskującym ciepło jest chłodnica z wentylatorem.
 5. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 3 albo 4, **znamienny tym**, że element (11) pozyskujący ciepło skonfigurowany jest do pozyskiwania ciepła z atmosfery.
 6. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według któregokolwiek z zastrz. od 3 do 5, **znamienny tym**, że pętla (16) wymiennika ciepła ma zawór (z_1) do sterowania pętlą sterowania (19) niedoborem ciepła.
 7. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według któregokolwiek z zastrz. 1–6, **znamienny tym**, że zawiera pętlę sterowania (20) nadmiarem ciepła, zawierający element (10) oddający ciepło, który oddaje nadmiarowe ciepło z trzeciego czynnika (24) na zewnątrz systemu.
 8. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 7, **znamienny tym**, że elementem (10) oddającym ciepło jest chłodnica z wentylatorem.
 9. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 7 albo 8, **znamienny tym**, że element (10) oddający ciepło jest skonfigurowany do oddawania ciepła z trzeciego czynnika (24) na zewnątrz systemu.

10. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według któregoś z zastrz. 1–9, **znamienny tym**, że pompa (4) ciepła ma instalację opartą o wymiennik ciec-z-ciecz albo gaz-ciecz.
11. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według któregoś z zastrz. 1–10, **znamienny tym**, że układ (18) ciepłej wody jest układem wody użytkowej CWU i/albo układem CO.
12. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 11, **znamienny tym**, że pętla (17) odzysku ciepła ma zbiornik (8) na ciepłą wodę użytkową CWU.
13. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 11, **znamienny tym**, że pętla (17) odzysku ciepła ma wymiennik (9) ciepła do ciepłej wody użytkowej CO.
14. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według któregoś z zastrz. 1–13, **znamienny tym**, że pętla (15) chłodziwa rezonansu magnetycznego, pętla (16) wymiennika ciepła i pętla (17) odzysku ciepła ma czujniki temperatury i czujniki przepływu.
15. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według któregoś z zastrz. 1–14, **znamienny tym**, że pierwszy czynnik (22), drugi czynnik (23) i trzeci czynnik (24) są tym samym czynnikiem.
16. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 15, **znamienny tym**, że czynnikiem jest roztwór glikolu albo solanka.
17. System do odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według któregoś z zastrzeżeń, **znamienny tym**, że zawiera pętle obejścia wymiennika (3) ciepła poprzez zawór (z₅) i obejście.
18. Sposób odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego za pomocą systemu według któregoś z zastrz. 1–17 obejmujący następujące etapy:
 - a) przepływania pierwszego czynnika (22) przez pętlę (15) chłodziwa rezonansu magnetycznego i pobierania ciepła wytworzonego przez urządzenie (1) do rezonansu magnetycznego,
 - b) przepływania czynnika pierwszego (22) przez wymiennik (3) ciepła i oddawania ciepła do drugiego czynnika (23) w pętli (16) wymiennika ciepła,
 - c) przepływania drugiego czynnika (23) przez pętlę (16) wymiennika ciepła i wpływania do pętli, odzysku ciepła do stacji (7) odzysku ciepła,
 - d) schładzania drugiego czynnika (23) i powracania drugiego czynnika (23) poprzez bufor ciepła (12) do wymiennika (3) ciepła do pętli (15) chłodziwa rezonansu magnetycznego i chłodzenia przepływającego w nim pierwszego czynnika (22),
 - e) jednoczesnego ogrzewania trzeciego czynnika (24) w stacji (7) odzysku ciepła w pętli (17) odzysku ciepła,
 - f) przepływania ogrzanego trzeciego czynnika (24) przez układ sterowania (6) zaworów do układu (18) ciepłej wody i ogrzewania w nim wody.
19. Sposób odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 18, **znamienny tym**, że po etapie b) następują etapy:
 - g) przepływania drugiego czynnika (23) do pętli sterowania (19) niedoborem ciepła,
 - h) przepływania drugiego czynnika (23) przez element (11) pozyskujący ciepło i pobierania ciepła,
 - i) wpływania drugiego czynnika (23) do pętli (16) wymiennika ciepła.
20. Sposób odzysku ciepła z układów rezonansu magnetycznego według zastrz. 18, **znamienny tym**, że po etapie e) następują etapy:
 - j) przepływania ogrzanego trzeciego czynnika (24) przez układ sterowania (6) zaworów do pętli sterowania (20) nadmiarem ciepła,
 - k) przepływania ogrzanego trzeciego czynnika (24) przez element (10) oddający ciepło i oddania części ciepła,
 - l) powracania ogrzanego trzeciego czynnika (24) do układu sterowania (6) zaworów.

Rysunki

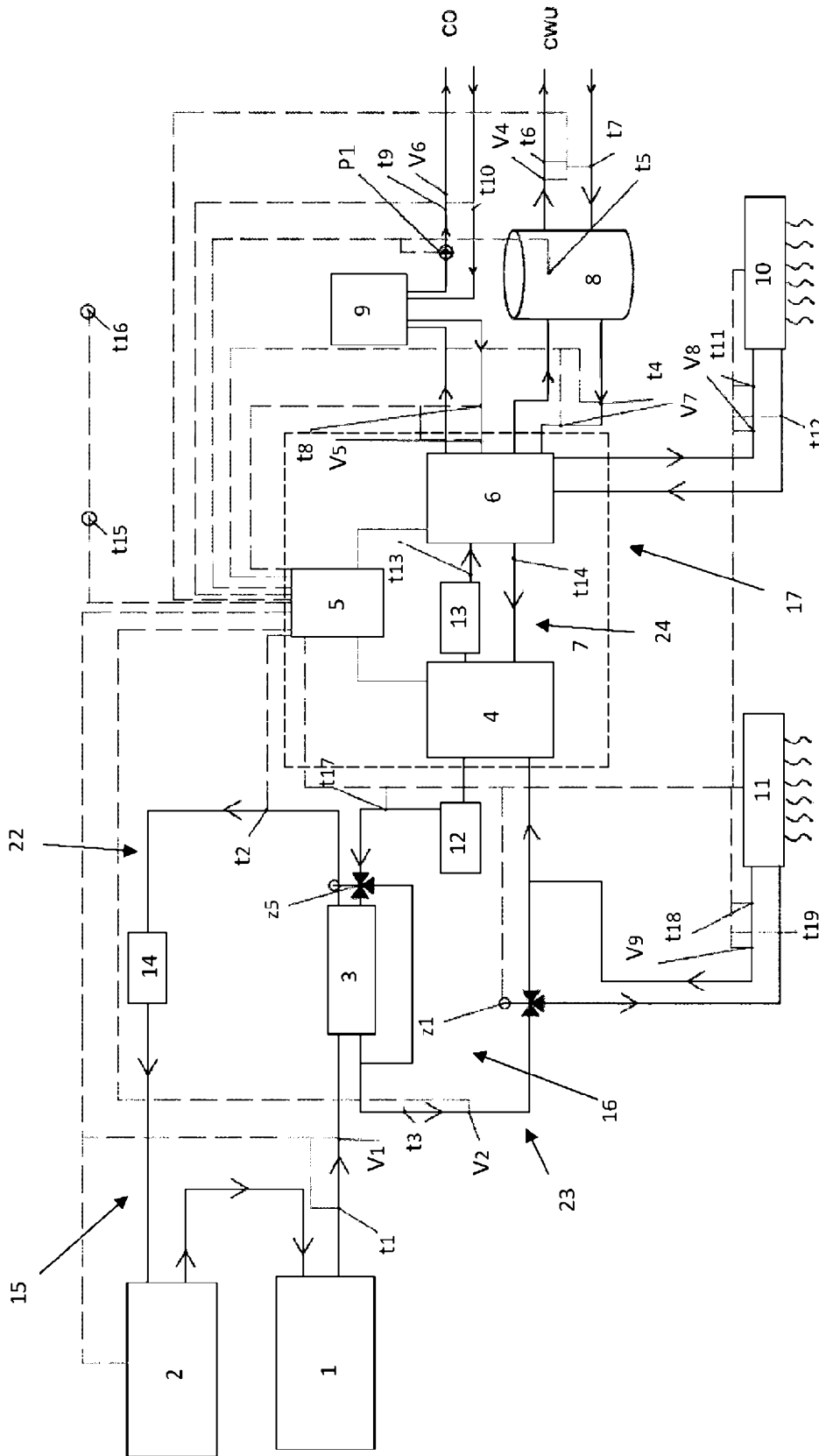


Fig. 1

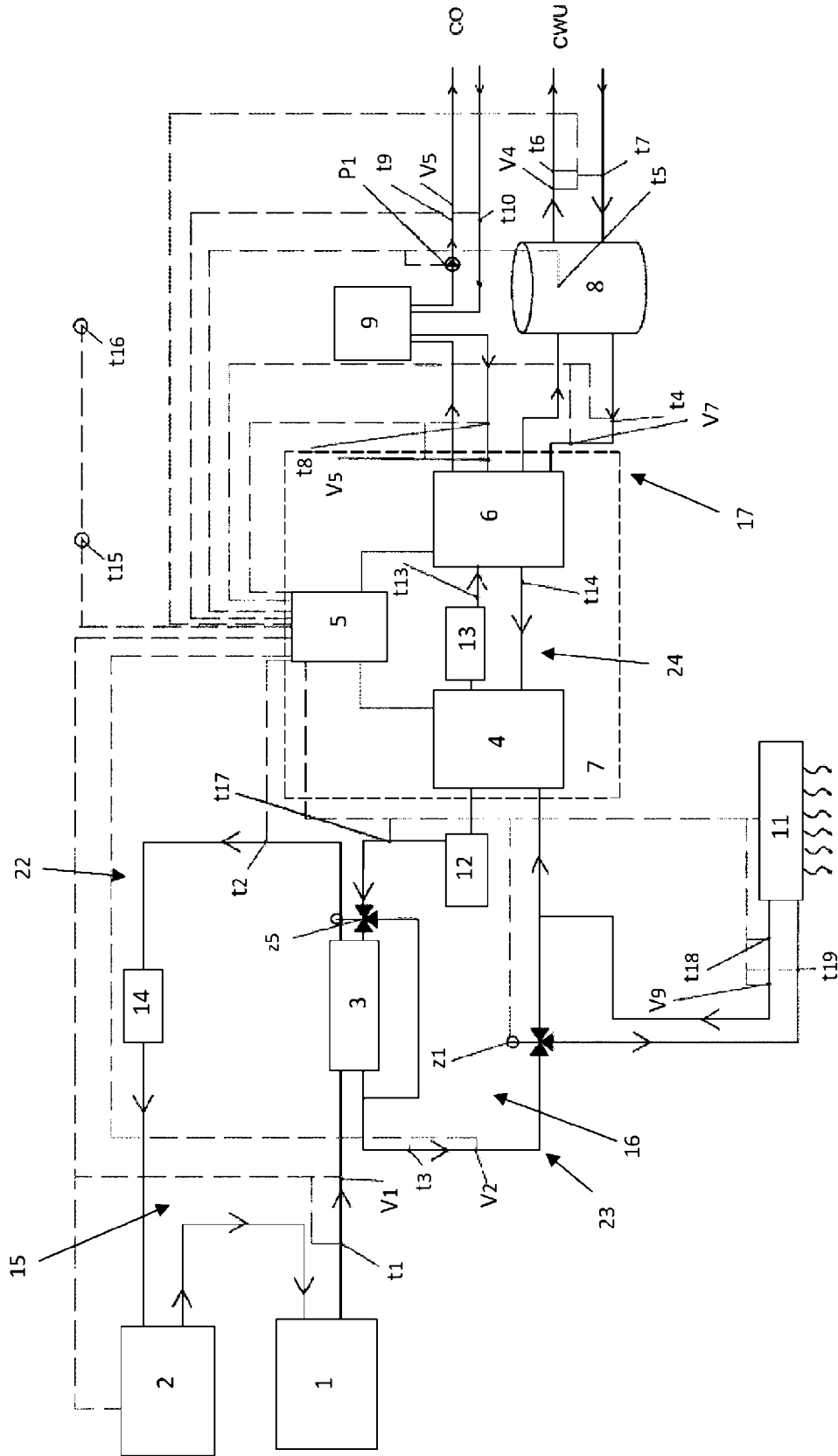


Fig. 3

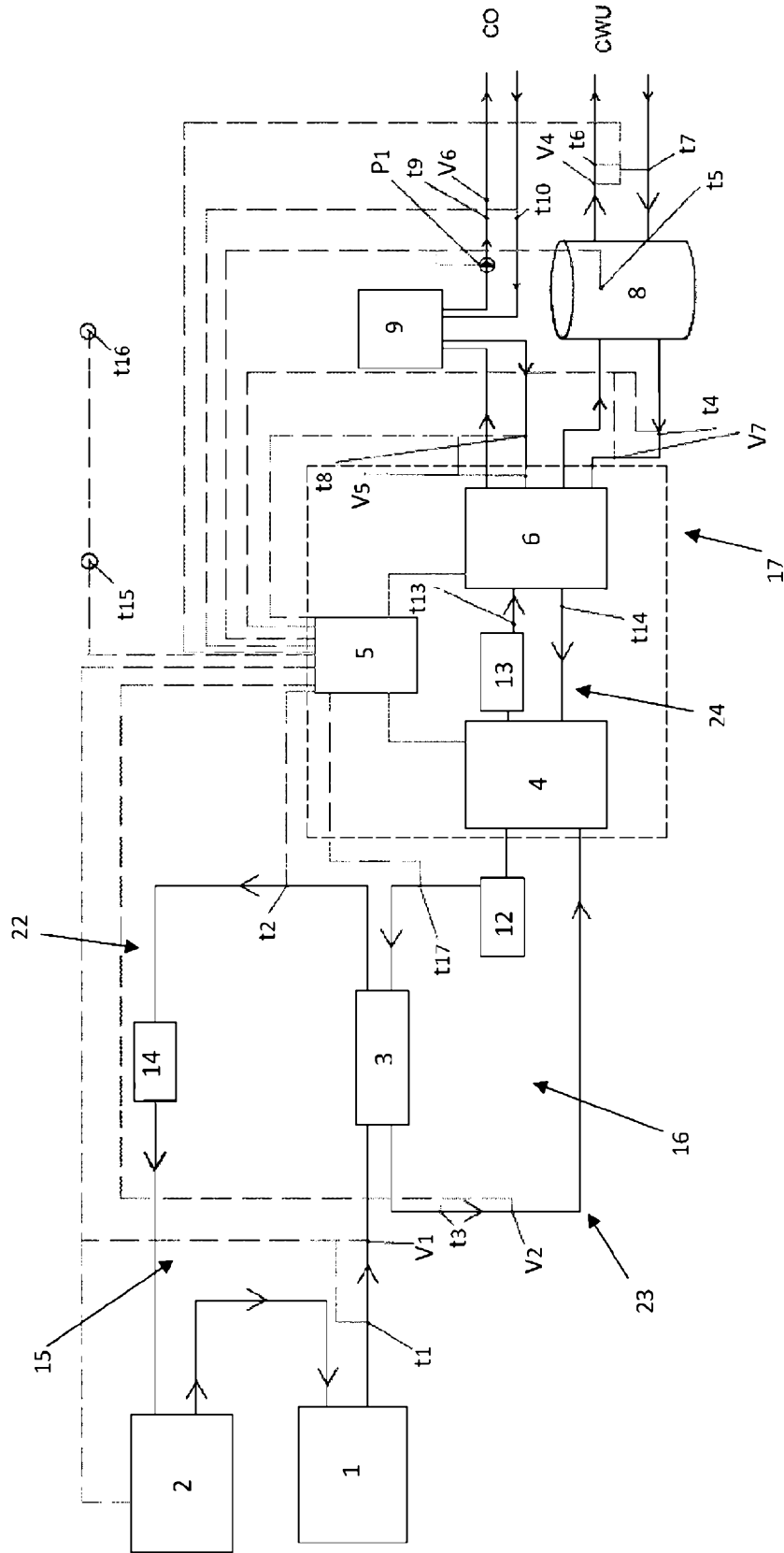


Fig. 4

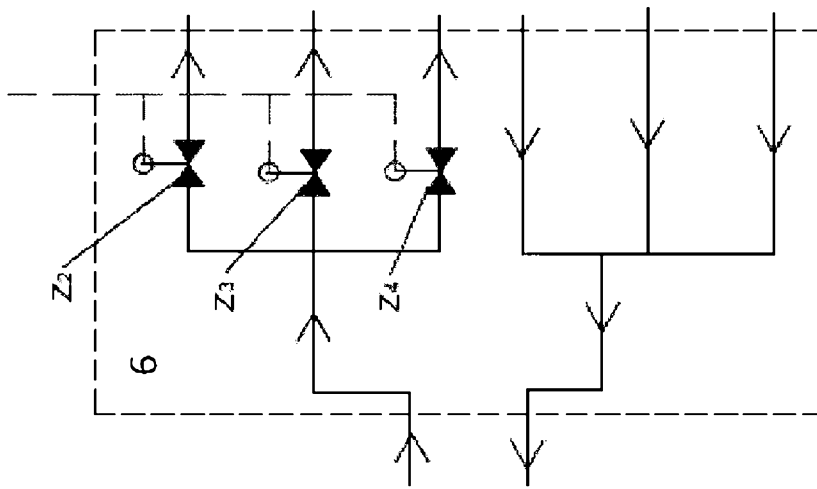


Fig. 5