

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **241287**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **433514**

(22) Data zgłoszenia: **10.04.2020**

(51) Int.Cl.

**F25B 25/02 (2006.01)**

**F25B 41/24 (2021.01)**

**F25D 16/00 (2006.01)**

(54) **Chłodnia adsorpcyjno-sprężarkowa oraz sposób chłodzenia czynnika  
przez układ adsorpcyjno-sprężarkowy**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**11.10.2021 BUP 28/21**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**29.08.2022 WUP 35/22**

(73) Uprawniony z patentu:

**M.A.S. SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ  
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Starachowice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**DARIUSZ NIESIOBĘCKI, Radom, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Bartłomiej Tomaszewski**

**PL 241287 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest chłodnia adsorpcyjno-sprężarkowa stosowana w systemach chłodzenia przemysłowego, klimatyzacji, ogrzewania budynków i odzysku ciepła.

Współcześnie wzrasta ilość wykorzystywanych układów wytwarzania wody lodowej, zarówno na potrzeby budynków wielkopowierzchniowych, jak i zakładów przemysłowych. Wśród tych układów dominują w znacznym stopniu układy oparte o rozwiązania sprężarkowe. Wiąże się to ze wzrostem zużycia energii elektrycznej, szczególnie w momentach występowania wysokich temperatur otoczenia.

Z literatury patentowej znane jest polskie rozwiązanie chronione patentem Pat. 233183, w którym to zaprezentowano skojarzony system produkcji energii elektrycznej, ciepła, chłodu i wody, zawierający układ kogeneracyjny, chłodziarkę absorpcyjną, chłodziarkę adsorpcyjną, chłodziarkę sprężarkową, wieżę chłodniczą, centralny system odbioru chłodu. Układ ten zawiera trójżłozową chłodziarkę adsorpcyjną, która względem odbioru ciepła z układu kogeneracyjnego znajduje się za chłodziarką absorpcyjną, z którą jest połączona bezpośrednio co najmniej rurociągiem wody gorącej oraz rurociągiem wody lodowej.

Z kolei z opisu wynalazku chronionego polskim patentem Pat. 226869 znany jest układ urządzeń do wytwarzania wody lodowej z wykorzystaniem ciepła przesyłanego sieciami ciepłowniczymi, zbudowany z sieci rurociągów, pomp oraz urządzeń chłodniczych adsorpcyjnych lub absorpcyjnych, który charakteryzuje się tym, że sieć ciepłownicza jest połączona systemem rurociągów z zespołem dopasowania ciśnienia, składającym się z reduktora ciśnienia oraz regulatora różnicy ciśnień, a następnie poprzez zawór regulacyjny z wymiennikiem ciepła, agregatem adsorpcyjnym lub absorpcyjnym, który układem instalacyjnym z wodą lodową połączony jest z systemem odbioru chłodu, zaś system wytwarzania chłodu, poprzez sieć rurociągów, łączy się z układem kontroli.

Z kolei z chińskiego opisu patentowego CN1987067 znany jest system dostarczania ciepła, energii elektrycznej i chłodu, który składa się z miniaturowej turbiny gazowej, regeneratora ciepła, wymiennika ciepła, katalitycznej komory spalania, zestawu akumulatorów paliwowych ze stopionym węglanem, chłodziarki sprężarkowej z generatorem wysokotemperaturowym i chłodziarki adsorpcyjnej.

Dotychczas znane są układy wzajemnego współdziałania urządzeń chłodniczych o różnych charakterystykach pracy i rodzajach energii napędowej, jednakże znane urządzenia nie zapewniają optymalnego wykorzystania pobieranej energii niezbędnej do wytworzenia chłodu. Celem wynalazku jest opracowanie rozwiązania dotyczącego optymalizacji pracy chłodni adsorpcyjno-sprężarkowej.

Chłodnia adsorpcyjno-sprężarkowa, zaopatrzona w agregat adsorpcyjny, agregat sprężarkowy i moduł chłodni wentylatorowej, o niezależnych obiegach chłodniczych, **charakteryzuje się tym, że co najmniej jeden adsorpcyjny agregat i co najmniej jeden sprężarkowy agregat i co najmniej jeden moduł chłodni wentylatorowej połączone są niezależnymi parami przewodów z czynnikiem chłodzącym, które łączą adsorpcyjny agregat ze źródłem ciepła i łączą adsorpcyjny agregat z chłodnią wentylatorową i łączą adsorpcyjny agregat ze sprężarkowym agregatem.** Para przewodów łączy również chłodnię wentylatorową ze sprężarkowym agregatem tak, że możliwa jest wymiana temperaturowa między tymi urządzeniami, a czynnik chłodzący możliwy jest do pozyskania ze sprężarkowego agregatu i z par przewodów łączących adsorpcyjny agregat ze sprężarkowym agregatem i z par przewodów łączących adsorpcyjny agregat z chłodnią wentylatorową. Przewody zaopatrzone są w zamontowane pomiędzy wspomnianym szeregiem urządzeń dwudrożne sterujące zawory lub/i trójdrożne sterujące zawory, które to połączone są z mikroprocesorowym sterownikiem zaopatrzonym w czujniki temperatur. Zawór Z1 zamontowany jest na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu adsorpcyjnego poza hybrydowe urządzenie, zawór Z2 zamontowany jest na przewodzie wlotowym wody lodowej wprowadzającej wodę lodową do agregatu adsorpcyjnego spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z3 zamontowany jest na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z chłodni wentylatorowej poza hybrydowe urządzenie, zawór Z4 zamontowany jest na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do chłodni wentylatorowej spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z5 zamontowany jest na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu adsorpcyjnego do agregatu sprężarkowego, zawór Z6 zamontowany jest na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego do agregatu adsorpcyjnego, zawór Z7 zamontowany jest na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu sprężarkowego poza hybrydowe urządzenie, zawór Z8 zamontowany jest na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do agregatu sprężarkowego spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z9 zamontowany jest na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z chłodni

wentylatorowej do agregatu sprężarkowego, zawór Z10 zamontowany jest na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego do chłodni wentylatorowej.

Korzystnie, trójdrożne sterujące zawory montuje się zamiennie z parami dwudrożnych zaworów, tak aby zmiana kierunku przepływu możliwa była do realizacji jednym trójdrożnym zaworem.

Sposób chłodzenia czynnika przez układ adsorpcyjno-sprężarkowy, w którym to dokonuje się pomiaru temperatury otoczenia, którą jest temperatura powietrza atmosferycznego, w którym to zawory zamyka się elektrycznie przy pomocy mikroprocesorowego sterownika, w którym agregat adsorpcyjny zasilany czynnikiem gorącym wytwarzanym przez źródło ciepła i agregat sprężarkowy posiadają niezależne układy obiegu czynnika chłodniczego, gdzie wytwarzany chłód przekazywany jest pomiędzy urządzeniami w sposób ciągły, **charakteryzuje się tym, że** jeśli zmierzona temperatura otoczenia T0 jest wyższa niż temperatura wlotowa T4 czynnika chłodzącego do parownika agregatu adsorpcyjnego, w celu uzyskania wody lodowej o temperaturze T1 na parowniku układu sprężarkowego zamyka się kolejno: zawór Z1 mocowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu adsorpcyjnego poza hybrydowe urządzenie, zawór Z2 montowany na przewodzie wlotowym wody lodowej wprowadzającym wodę lodową do agregatu adsorpcyjnego spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z3 montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z chłodni wentylatorowej poza hybrydowe urządzenie, zawór Z4 montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do chłodni wentylatorowej spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z9 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z chłodni wentylatorowej do agregatu sprężarkowego, zawór Z10 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego do chłodni wentylatorowej, kieruje się z modułu chłodni wentylatorowej czynnik chłodzący o temperaturze T5 do adsorpcyjnego agregatu, który to wytwarza czynnik chłodzący o temperaturze T3, który to następnie kieruje się do sprężarkowego agregatu, i wytwarza się wodę lodową o temperaturze wylotowej T1, po czym wodę lodową o temperaturze wlotowej T2 kieruje się do sprężarkowego agregatu, równocześnie kierując czynnik o temperaturze wylotowej T4 ze skraplacza układu sprężarkowego do adsorpcyjnego agregatu, równocześnie kierując czynnik o temperaturze T6 po schłodzeniu złoża w agregacie adsorpcyjnym do modułu chłodni wentylatorowej i powtarza się proces, jeśli temperatura otoczenia T0 jest wyższa niż temperatura wylotowa T1 wody lodowej z parownika agregatu sprężarkowego i niższa niż temperatura wylotowa czynnika chłodzącego T3 z parownika agregatu adsorpcyjnego, w celu uzyskania wody lodowej o temperaturze T1, zamyka się zawory sterujące kolejno: zawór Z1 montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu adsorpcyjnego poza hybrydowe urządzenie, zawór Z2 montowany na przewodzie wlotowym wody lodowej wprowadzającym wodę lodową do agregatu adsorpcyjnego spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z3 montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z chłodni wentylatorowej poza hybrydowe urządzenie, zawór Z4 montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do chłodni wentylatorowej spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z5 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu adsorpcyjnego do agregatu sprężarkowego, zawór Z6 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego do agregatu adsorpcyjnego, czynnik chłodzący z modułu chłodni wentylatorowej kieruje się do agregatu sprężarkowego w celu uzyskania wody lodowej o temperaturze T1 w parowniku agregatu sprężarkowego, jeśli temperatura otoczenia T0 jest wyższa niż temperatura wylotowa czynnika chłodzącego T3 z parownika agregatu adsorpcyjnego i nie występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze T1 to zamyka się zawory sterujące kolejno zawór Z3 montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z chłodni wentylatorowej poza hybrydowe urządzenie, zawór Z4 montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do chłodni wentylatorowej spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z5 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu adsorpcyjnego do agregatu sprężarkowego, zawór Z6 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego do agregatu adsorpcyjnego, zawór montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu sprężarkowego poza hybrydowe urządzenie, zawór Z7 zamontowany jest na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu sprężarkowego poza hybrydowe urządzenie, zawór Z8 montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do agregatu sprężarkowego spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z9 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z chłodni wentylatorowej do agregatu sprężarkowego, zawór Z10 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego do chłodni wentylatorowej, tak że czynnik chłodzący z modułu chłodni wentylatorowej kierowany jest do adsorpcyjnego agregatu, który to wytwarza

czynnik chłodzący o temperaturze wylotowej T3, który jest wodą lodową o temperaturze T3, jeśli zmierzona temperatura otoczenia T0 jest niższa niż temperatura wylotowa T1 wody lodowej i występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze T1 to zamyka się zawór Z1 montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu adsorpcyjnego poza hybrydowe urządzenie, zawór Z2 montowany na przewodzie wlotowym wody lodowej wprowadzającym wodę lodową do agregatu adsorpcyjnego spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z5 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu adsorpcyjnego do agregatu sprężarkowego, zawór Z6 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego do agregatu adsorpcyjnego, zawór Z7 montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu sprężarkowego poza hybrydowe urządzenie, zawór Z8 montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do agregatu sprężarkowego spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z9 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z chłodni wentylatorowej do agregatu sprężarkowego, zawór Z10 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego do chłodni wentylatorowej, tak że czynnik chłodzący o temperaturze wylotowej T1, który jest wodą lodową o temperaturze T1 wytwarza się przez moduł chłodni wentylatorowej, jeśli zmierzona temperatura otoczenia T0 jest wyższa niż temperatura wylotowa T1 wody lodowej i niższa niż temperatura wylotowa T3 czynnika chłodzącego z parownika agregatu adsorpcyjnego i nie występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze T1 to zamyka się zawory sterujące kolejno zawór Z1 montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu adsorpcyjnego poza hybrydowe urządzenie, zawór Z2 montowany na przewodzie wlotowym wody lodowej wprowadzającym wodę lodową do agregatu adsorpcyjnego spoza hybrydowego urządzenia zawór Z5 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu adsorpcyjnego do agregatu sprężarkowego, zawór Z6 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego do agregatu adsorpcyjnego, zawór Z7 montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu sprężarkowego poza hybrydowe urządzenie, zawór Z8 montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do agregatu sprężarkowego spoza hybrydowego urządzenia, zawór Z9 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z chłodni wentylatorowej do agregatu sprężarkowego, zawór Z10 montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego do chłodni wentylatorowej, tak że czynnik chłodzący o temperaturze wylotowej T3, który jest wodą lodową o temperaturze T3 wytwarza się przez moduł chłodni wentylatorowej.

Rozwiązanie wedle wynalazku opiera się na hybrydowym połączeniu agregatu adsorpcyjnego, agregatu sprężarkowego i modułu chłodni wentylatorowej (free cooling) zaworami dwudrożnymi lub/i trójdrożnymi i inteligentnym układem sterowania, co zapewnia zmniejszenie poboru energii elektrycznej przez urządzenie sprężarkowe oraz równocześnie zapewnienie chłodu o temperaturach T1 i/lub T3. Hybrydowe urządzenie adsorpcyjno-sprężarkowe znajduje zastosowanie w systemie lub obiekcie wykazującym zapotrzebowanie na schłodzenie powietrza, wody lub innego medium, w którym jest dostępne także stałe lub okresowo źródło ciepła. Od długiego czasu znane i stosowane są w klimatyzacji agregaty sprężarkowe, do wytwarzania chłodu o różnych parametrach. Proponowane są różne metody poprawy ich sprawności pozwalające na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej przez sprężarki takich układów. Coraz częściej stosowany jest także tzw. free cooling, zapewniający wytwarzanie chłodu w przypadku, gdy temperatura otoczenia jest odpowiednio niska. Także znane i rozwijane są agregaty adsorpcyjne, których zasada działania opiera się na zjawisku adsorpcji czynnika gazowego w złożu wykazującym cechy adsorpcyjne. Proces ten realizowany jest przy bardzo niskim ciśnieniu i umożliwia wytwarzanie chłodu dzięki przemienalnemu zasilaniu złoża adsorpcyjnego czynnikiem gorącym i zimnym. Praca agregatu adsorpcyjnego składa się z dwóch głównych faz: adsorpcji, czyli pochłaniania pary wodnej odparowanej na parowniku, przez adsorbent przy niskim ciśnieniu w komorze urządzenia oraz desorpcji, czyli uwolnieniu pary wodnej z adsorbentu dzięki zwiększeniu temperatury złoża. Fazę adsorpcji poprzedza faza regeneracji (desorpcji) złoża adsorpcyjnego czynnikiem gorącym o temperaturze T8. Faza adsorpcji wymaga schładzania czynnikiem zimnym o temperaturze T5.

Urządzenie będące przedmiotem wynalazku może bez zmiany jego konstrukcji działać w różnych stanach pracy, w zależności od temperatury otoczenia i dostępności źródła ciepła dla agregatu adsorpcyjnego. Połączenie agregatu adsorpcyjnego oraz agregatu sprężarkowego polega na wykorzystaniu w układzie agregatu sprężarkowego skraplacza wodnego, który chłodzony jest pośrednim czynnikiem chłodzącym produkowanym przez agregat adsorpcyjny. Czynnik chłodzący, który odbiera ciepło od czynnika chłodniczego układu sprężarkowego ma temperaturę wlotową T3 na skraplaczu układu sprężarkowego i temperaturę wylotową T4 ze skraplacza układu sprężarkowego i powracającą do agregatu

adsorpcyjnego. Końcowa woda lodowa produkowana na parowniku układu sprężarkowego ma temperaturę wylotową T1 i temperaturę powrotu T2. W zależności od stanu pracy, czynnik chłodzący o temperaturze T3 może również być końcową wodą lodową. Ponadto w systemie występują czynniki o temperaturach T5, T6, T7 i T8. Czynnik chłodzący o temperaturze T5 to woda wlotowa chłodząca złożę w agregacie adsorpcyjnym wytwarzana w chłodni wentylatorowej, czynnik chłodzący o temperaturze T6 to woda wylotowa po schłodzeniu złoża w agregacie adsorpcyjnym powracająca do chłodni wentylatorowej, czynnik gorący o temperaturze T8 to woda gorąca wlotowa nagrzewająca złożę w agregacie adsorpcyjnym wytwarzana w źródle ciepła, czynnik gorący o temperaturze T7 to woda gorąca wylotowa po nagrzaniu złoża w agregacie adsorpcyjnym powracająca do źródła ciepła. W zależności od relacji między temperaturami T1, T2, T3 i T4 oraz temperaturą otoczenia T0, układ pracuje według 5 możliwych stanów pracy: A, B, C, D i E. Agregat sprężarkowy pracuje z wykorzystaniem przemian termodynamicznych niskowrzącego czynnika chłodniczego o zmniejszonym potencjale tworzenia efektu cieplarnianego i degradacji warstwy ozonowej. Agregat adsorpcyjny posiada skraplacz, parownik, złożę i układ zraszający. Elementy agregatu adsorpcyjnego są umiejscowione w szczelnej obudowie, która utrzymuje bardzo niskie ciśnienie.

Relacje między temperaturami czynników w chłodni przedstawiają się następująco:

$T1 < T2 < T3 < T4 < T5 < T6 < T7 < T8$ .

T0 to czujnik temperatury dokonujący pomiaru temperatury otoczenia,

T1 to czujnik temperatury dokonujący pomiaru temperatury wylotowej wody lodowej, wytwarzanej przez parownik agregatu sprężarkowego,

T2 to czujnik temperatury dokonujący pomiaru temperatury wlotowej wody lodowej do parownika agregatu sprężarkowego,

T3 to czujnik temperatury dokonujący pomiaru temperatury wylotowej czynnika chłodzącego z parownika agregatu adsorpcyjnego,

T4 to czujnik temperatury dokonujący pomiaru temperatury wlotowej czynnika chłodzącego do parownika agregatu adsorpcyjnego,

T5 to czujnik temperatury dokonujący pomiaru temperatury wlotowej czynnika chłodzącego złożę w agregacie adsorpcyjnym,

T6 to czujnik temperatury dokonujący pomiaru temperatury wylotowej czynnika chłodzącego po schłodzeniu złoża w agregacie adsorpcyjnym,

T7 to czujnik temperatury dokonujący pomiaru temperatury wylotowej wody gorącej po nagrzaniu złoża w agregacie adsorpcyjnym,

T8 to czujnik temperatury dokonujący pomiaru temperatury wlotowej wody gorącej nagrzewającej złożę w agregacie adsorpcyjnym.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na załączonym rysunku, na którym zaprezentowano stany pracy upustowej chłodni adsorpcyjno-sprężarkowej, gdzie na Fig. 1 zaprezentowano chłodnię w stanie pracy A, na Fig. 2 zaprezentowano chłodnię w stanie pracy B, na Fig. 3 zaprezentowano chłodnię w stanie pracy C, na Fig. 4 zaprezentowano chłodnię w stanie pracy D, na Fig. 5 zaprezentowano chłodnię w stanie pracy E, przy czym zawory wypełnione kolorem czarnym oznaczają brak przepływu w danym przewodzie, zawory oznaczone konturem oznaczają przepływ w danym przewodzie. Stany pracy układu realizowane są poprzez sterowanie zaworami Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9, Z10. Linie ciągłe oznaczają przewód aktywny lub urządzenie aktywne w danym stanie pracy, linie przerywane oznaczają przewód nieaktywny lub urządzenie nieaktywne w danym stanie pracy.

Stan A, czyli jednoczesna praca wszystkich modułów chłodni, to jest agregatu adsorpcyjnego, agregatu sprężarkowego i modułu chłodni wentylatorowej jest realizowany, gdy temperatura otoczenia jest wyższa niż T4 i występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze T1, jest to normalny stan pracy układu.

Stan B, czyli praca agregatu sprężarkowego i modułu chłodni wentylatorowej, przy braku pracy agregatu adsorpcyjnego jest realizowany, gdy temperatura otoczenia jest wyższa niż T1 i niższa niż T3, to jest wtedy gdy temperatura otoczenia jest wystarczająco niska aby móc odebrać energię schłodzenia skraplacza chłodni sprężarkowej za pomocą powietrza zewnętrznego i występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze T1.

Stan C, czyli praca agregatu adsorpcyjnego i modułu chłodni wentylatorowej przy braku pracy agregatu sprężarkowego jest realizowany, gdy występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze T3 i równocześnie nie występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze T1.

Stan D, czyli praca modułu chłodni wentylatorowej (free cooling) przy braku pracy agregatu adsorpcyjnego i agregatu sprężarkowego jest realizowany, gdy temperatura otoczenia jest niższa niż  $T_1$ , to jest wtedy, gdy temperatura otoczenia jest wystarczająco niska, aby uzyskać wymaganą energię chłodniczą za pomocą tylko powietrza zewnętrznego i występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze  $T_1$ .

Stan E, czyli praca modułu chłodni wentylatorowej (free cooling) przy braku pracy agregatu adsorpcyjnego i agregatu sprężarkowego jest realizowany, gdy temperatura otoczenia jest wyższa niż  $T_1$  i niższa niż  $T_3$ , to jest wtedy, gdy temperatura otoczenia jest wystarczająco niska, aby uzyskać wymaganą energię chłodniczą za pomocą tylko powietrza zewnętrznego, występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze  $T_3$  lub wyższej i równocześnie nie występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze  $T_1$ .

Realizacja poszczególnych stanów pracy pozwala na zmniejszenie średniego zużycia energii elektrycznej z sieci, jak również na poprawę wskaźników określających efektywność urządzenia chłodniczego. Częściowe zastąpienie energii elektrycznej źródłem ciepła w stanach A i C pozwala na zwiększenie wartości współczynników EER i ESEER, zależnych od poboru mocy elektrycznej przez sprężarkę. Praca w stanach D i E pozwala na całkowitą rezygnację z pracy sprężarki, pozostawiając konieczność wyłącznie pracy osprzętu oraz układów elektronicznych, co przekłada się na bardzo wysokie wartości efektywności energetycznej układu.

#### Przykład 1

Upustowa pięciostanowa chłodnia adsorpcyjno-sprężarkowa, składa się z adsorpcyjnego agregatu 1, sprężarkowego agregatu 2 i modułu chłodni wentylatorowej 3, o niezależnych obiegach chłodniczych. Urządzenia te rozmieszczone są szeregowo w pętli i połączone są niezależnymi dla każdego urządzenia parami przewodów 4 z czynnikiem chłodzącym, tak że następuje wymiana temperaturowa pomiędzy tymi urządzeniami. Adsorpcyjny agregat 1 połączony jest parą przewodów 4 ze źródłem ciepła 5 przy czym przewody 4 zaopatrzone są w dwudrożne sterujące zawory Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9, Z10, które to podłączone są z mikroprocesorowym sterownikiem 6 zaopatrzonym w czujniki temperatur  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$ ,  $T_7$ ,  $T_8$ .

#### Przykład 2

Sposób chłodzenia czynnika przez układ adsorpcyjno-sprężarkowy, w którym to dokonuje się pomiaru temperatury otoczenia, którą jest temperatura powietrza atmosferycznego, w którym to zawory zamyka się elektrycznie przy pomocy mikroprocesorowego sterownika, w którym agregat adsorpcyjny i agregat sprężarkowy posiadają niezależne układy obiegu czynnika chłodniczego, gdzie wytwarzany chłód przekazywany jest pomiędzy urządzeniami w sposób ciągły, **charakteryzuje się tym, że**

- (i) jeśli zmierzona temperatura otoczenia  $T_0$  jest wyższa niż temperatura wlotowa  $T_4$  czynnika chłodzącego do parownika agregatu adsorpcyjnego, w celu uzyskania wody lodowej o temperaturze  $T_1$  zamyka się zawory Z1, Z2, Z3, Z4, Z9, Z10, kieruje się z modułu chłodni wentylatorowej 3 czynnik chłodzący do adsorpcyjnego agregatu 1, który to wytwarza czynnik chłodzący o temperaturze  $T_3$ , który to kieruje się z parownika agregatu adsorpcyjnego do skraplacza sprężarkowego agregatu 2, i wytwarza się wodę lodową o temperaturze  $T_1$ , po czym wodę lodową o temperaturze  $T_2$  kieruje się do sprężarkowego agregatu 2, równocześnie kierując czynnik o temperaturze  $T_4$  ze skraplacza agregatu sprężarkowego do adsorpcyjnego agregatu 1, równocześnie kierując czynnik o temperaturze  $T_6$  po schłodzeniu złoża w agregacie adsorpcyjnym do modułu chłodni wentylatorowej 3 i powtarza się proces,
- (ii) jeśli temperatura otoczenia  $T_0$  jest wyższa niż temperatura wylotowa  $T_1$  wody lodowej i niższa niż temperatura wylotowa  $T_3$  czynnika chłodzącego z parownika agregatu adsorpcyjnego, w celu uzyskania temperatury wylotowej  $T_1$  wody lodowej, zamyka się zawory sterujące Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, czynnik chłodzący z modułu chłodni wentylatorowej 3 kieruje się do agregatu sprężarkowego 2 w celu uzyskania wody lodowej o temperaturze wylotowej  $T_1$ ,
- (iii) jeśli temperatura otoczenia  $T_0$  jest wyższa niż temperatura wylotowa  $T_3$  czynnika chłodzącego z parownika agregatu adsorpcyjnego i nie występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze wylotowej  $T_1$  to zamyka się zawory sterujące; Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9, Z10, tak że czynnik chłodzący z modułu chłodni wentylatorowej 3 kierowany jest do adsorpcyjnego agregatu 1 który to wytwarza wodę lodową o temperaturze wylotowej  $T_3$ ,

- (iv) jeśli zmierzona temperatura otoczenia jest niższa niż temperatura wylotowa T1 wody lodowej i występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze T1 to zamyka się zawory sterujące: Z1, Z2, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9, Z10, tak że wodę lodową o temperaturze wylotowej T1 wytwarza się przez moduł chłodni wentylatorowej 3,
- (v) jeśli zmierzona temperatura otoczenia T0 jest wyższa niż temperatura wylotowa T1 wody lodowej i niższa niż temperatura wylotowa T3 czynnika chłodzącego z parownika agregatu adsorpcyjnego i nie występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze T1 to zamyka się zawory sterujące; Z1, Z2, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9, Z10, tak że wodę lodową o temperaturze wylotowej T3 wytwarza się przez moduł chłodni wentylatorowej 3.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Chłodnia adsorpcyjno-sprężarkowa, zaopatrzona w agregat adsorpcyjny, agregat sprężarkowy i moduł chłodni wentylatorowej, o niezależnych obiegach chłodniczych, **znamienna tym**, że co najmniej jeden adsorpcyjny agregat (1) i co najmniej jeden sprężarkowy agregat (2) i co najmniej jeden moduł chłodni wentylatorowej (3) połączone są niezależnymi parami przewodów (4) z czynnikiem chłodzącym, które łączą adsorpcyjny agregat (1) ze źródłem ciepła (5) i łączą adsorpcyjny agregat (1) z chłodnią wentylatorową (3) i łączą adsorpcyjny agregat (1) ze sprężarkowym agregatem (2), para przewodów (4) łączy również chłodnię wentylatorową (3) ze sprężarkowym agregatem (2), tak, że możliwa jest wymiana temperaturowa między tymi urządzeniami, a czynnik chłodzący możliwy jest do pozyskania ze sprężarkowego agregatu (2) i z par przewodów łączących adsorpcyjny agregat (1) ze sprężarkowym agregatem (2) i z par przewodów łączących adsorpcyjny agregat (1) z chłodnią wentylatorową (3), przy czym przewody (4) zaopatrzone są w zamontowane pomiędzy wspomnianym szeregiem urządzeń dwudrożne sterujące zawory (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9, Z10) lub/i trójdrożne sterujące zawory, które to podłączone są z mikroprocesorowym sterownikiem (6) zaopatrzonym w czujniki temperatur (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8), gdzie to zawór (Z1) zamontowany jest na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu adsorpcyjnego (1) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z2) zamontowany jest na przewodzie wlotowym wody lodowej wprowadzającej wodę lodową do agregatu adsorpcyjnego (1) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z3) zamontowany jest na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z chłodni wentylatorowej (3) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z4) zamontowany jest na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do chłodni wentylatorowej (3) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z5) zamontowany jest na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu adsorpcyjnego (1) do agregatu sprężarkowego (2), zawór (Z6) zamontowany jest na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego (2) do agregatu adsorpcyjnego (1), zawór (Z7) zamontowany jest na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu sprężarkowego (2) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z8) zamontowany jest na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do agregatu sprężarkowego (2) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z9) zamontowany jest na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z chłodni wentylatorowej (3) do agregatu sprężarkowego, (2) zawór (Z10) zamontowany jest na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego (2) do chłodni wentylatorowej (3).
2. Upustowa pięciostanowa chłodnia, według zastrz. 1, **znamienna tym**, że trójdrożne sterujące zawory montuje się zamiennie z parami dwudrożnych zaworów, tak aby zmiana kierunku przepływu możliwa była do realizacji jednym trójdrożnym zaworem.
3. Sposób chłodzenia czynnika przez układ adsorpcyjno-sprężarkowy, w którym to dokonuje się pomiaru temperatury otoczenia, którą jest temperatura powietrza atmosferycznego, w którym to zawory zamyka się elektrycznie przy pomocy mikroprocesorowego sterownika, w którym agregat adsorpcyjny zasilany czynnikiem gorącym wytwarzanym przez źródło ciepła i agregat sprężarkowy posiadają niezależne układy obiegu czynnika chłodniczego, gdzie wytwarzany chłód przekazywany jest pomiędzy urządzeniami w sposób ciągły, **znamienny tym**, że jeśli zmierzona temperatura otoczenia (T0) jest wyższa niż temperatura wlotowa (T4) czynnika chłodzącego do parownika agregatu adsorpcyjnego, w celu uzyskania wody lodowej o temperaturze (T1) na parowniku układu sprężarkowego zamyka się kolejno zawory (Z1) mocowane

na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu adsorpcyjnego (1) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z2) montowany na przewodzie wlotowym wody lodowej wprowadzającym wodę lodową do agregatu adsorpcyjnego (1) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z3) montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z chłodni wentylatorowej (3) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z4) montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do chłodni wentylatorowej (3) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z9) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z chłodni wentylatorowej (3) do agregatu sprężarkowego (2), zawór (Z10) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego (2) do chłodni wentylatorowej (3), kieruje się z modułu chłodni wentylatorowej (3) czynnik chłodzący o temperaturze (T5) do adsorpcyjnego agregatu (1), który to wytwarza czynnik chłodzący o temperaturze (T3), który to następnie kieruje się do sprężarkowego agregatu (2), i wytwarza się wodę lodową o temperaturze wylotowej (T1), po czym wodę lodową o temperaturze wlotowej (T2) kieruje się do sprężarkowego agregatu (2), równocześnie kierując czynnik o temperaturze wylotowej (T4) ze skraplacza układu sprężarkowego do adsorpcyjnego agregatu (1), równocześnie kierując czynnik o temperaturze (T6) po schłodzeniu złoża w agregacie adsorpcyjnym (1) do modułu chłodni wentylatorowej (3) i powtarza się proces, jeśli temperatura otoczenia (T0) jest wyższa niż temperatura wylotowa (T1) wody lodowej z parownika agregatu sprężarkowego (2) i niższa niż temperatura wylotowa czynnika chłodzącego (T3) z parownika agregatu adsorpcyjnego (1), w celu uzyskania wody lodowej o temperaturze (T1), zamyka się zawory sterujące kolejno zawór (Z1) montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu adsorpcyjnego (1) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z2) montowany na przewodzie wlotowym wody lodowej wprowadzającym wodę lodową do agregatu adsorpcyjnego (1) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z3) montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z chłodni wentylatorowej (3) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z4) montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do chłodni wentylatorowej (3) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z5) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu adsorpcyjnego (1) do agregatu sprężarkowego (2), zawór (Z6) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego (2) do agregatu adsorpcyjnego (1), czynnik chłodzący z modułu chłodni wentylatorowej (3) kieruje się do agregatu sprężarkowego (2) w celu uzyskania wody lodowej o temperaturze (T1) w parowniku agregatu sprężarkowego, jeśli temperatura otoczenia (T0) jest wyższa niż temperatura wylotowa czynnika chłodzącego (T3) z parownika agregatu adsorpcyjnego (1) i nie występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze (T1) to zamyka się zawory sterujące kolejno zawór (Z3) montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z chłodni wentylatorowej (3) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z4) montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do chłodni wentylatorowej (3) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z5) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu adsorpcyjnego (1) do agregatu sprężarkowego (2), zawór (Z6) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego (2) do agregatu adsorpcyjnego (1) zawór (Z7) montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu sprężarkowego (2) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z8) montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do agregatu sprężarkowego (2) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z9) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z chłodni wentylatorowej (3) do agregatu sprężarkowego, zawór (Z10) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego (2) do chłodni wentylatorowej (3), tak że czynnik chłodzący z modułu chłodni wentylatorowej (3) kierowany jest do adsorpcyjnego agregatu (1), który to wytwarza czynnik chłodzący o temperaturze wylotowej (T3), który jest wodą lodową o temperaturze (T3), jeśli zmierzona temperatura otoczenia (T0) jest niższa niż temperatura wylotowa (T1) wody lodowej i występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze (T1) to zamyka się zawory sterujące kolejno zawór (Z1) montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu adsorpcyjnego (1) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z2) montowany na przewodzie wlotowym wody lodowej wprowadzającym wodę lodową do agregatu adsorpcyjnego (1) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z5) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu adsorpcyjnego (1) do agregatu sprężarkowego (2), zawór (Z6) montowany

na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego (2) do agregatu adsorpcyjnego (1), zawór (Z7) montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu sprężarkowego (2) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z8) montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do agregatu sprężarkowego (2) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z9) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z chłodni wentylatorowej (3) do agregatu sprężarkowego (2), zawór (Z10) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego (2) do chłodni wentylatorowej (3), tak że czynnik chłodzący o temperaturze wylotowej (T1), który jest wodą lodową o temperaturze (T1) wytwarza się przez moduł chłodni wentylatorowej (3), jeśli zmierzona temperatura otoczenia (T0) jest wyższa niż temperatura wylotowa (T1) wody lodowej i niższa niż temperatura wylotowa (T3) czynnika chłodzącego z parownika agregatu adsorpcyjnego i nie występuje zapotrzebowanie na wodę lodową o temperaturze (T1) to zamyka się zawory sterujące kolejno zawór (Z1) montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu adsorpcyjnego (1) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z2) montowany na przewodzie wlotowym wody lodowej wprowadzającym wodę lodową do agregatu adsorpcyjnego (1) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z5) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu adsorpcyjnego (1) do agregatu sprężarkowego (2), zawór (Z6) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego (2) do agregatu adsorpcyjnego (1), zawór (Z7) montowany na przewodzie wylotowym wyprowadzającym wodę lodową z agregatu sprężarkowego (2) poza hybrydowe urządzenie, zawór (Z8) montowany na przewodzie wlotowym wprowadzającym wodę lodową do agregatu sprężarkowego (2) spoza hybrydowego urządzenia, zawór (Z9) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z chłodni wentylatorowej do agregatu sprężarkowego (2), zawór (Z10) montowany na przewodzie przesyłającym czynnik chłodzący z agregatu sprężarkowego (2) do chłodni wentylatorowej (3), tak że czynnik chłodzący o temperaturze wylotowej (T3), który jest wodą lodową o temperaturze (T3) wytwarza się przez moduł chłodni wentylatorowej (3).



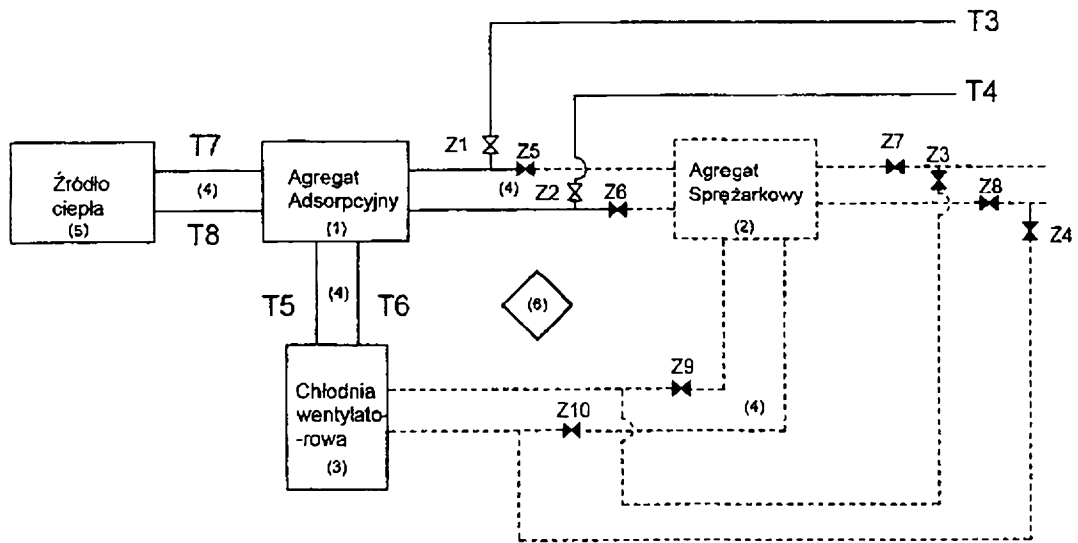


Fig. 3

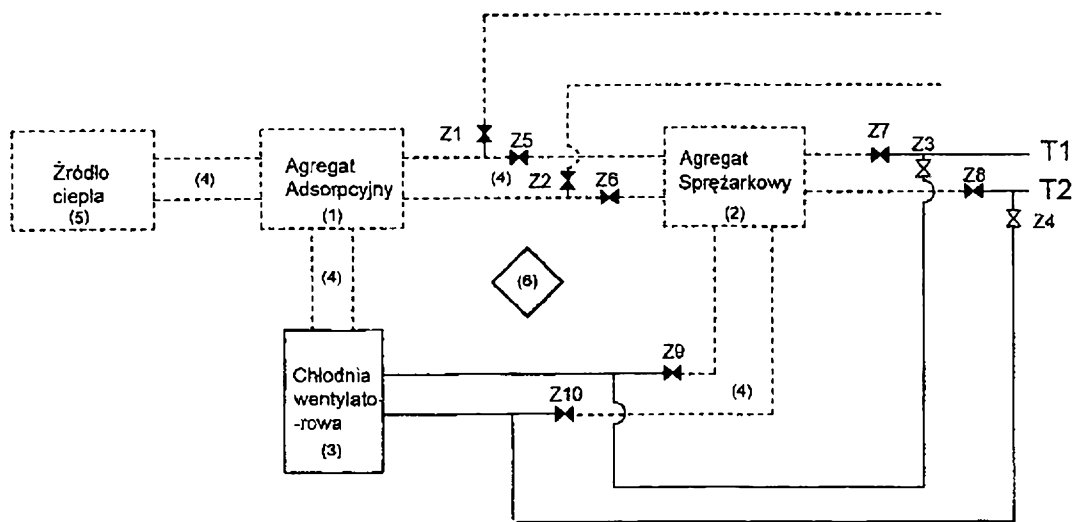
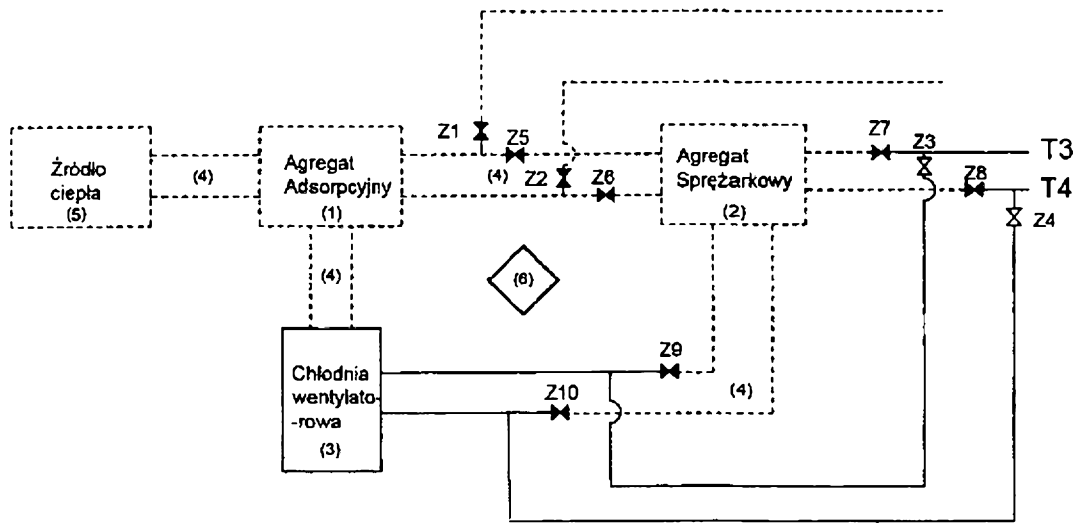


Fig. 4

**Fig. 5**