

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242845 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **441486**

(22) Data zgłoszenia: **2022.06.14**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.12.27 BUP 52/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.05.02 WUP 18/2023**

(51) MKP:

F25B 47/02 (2006.01)

F25B 40/02 (2006.01)

F25B 41/26 (2021.01)

F25B 30/02 (2006.01)

(30) Pierwszeństwo:

P.438230 2021.06.22 PL

(73) Uprawniony z patentu:

JĘDRZEJCZAK MAREK, Raszyn, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

MAREK JĘDRZEJCZAK, Raszyn, PL

(74) Pełnomocnik:

Rafał Witek, Wrocław, PL

(54) Tytuł:

Układ pompy ciepła powietrze-woda z zespołem odtajania i sposób optymalizacji pracy pompy ciepła powietrze-woda

PL 242845 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest pompa ciepła powietrze-woda z zespołem odtajania i sposób optymalizacji pracy pompy ciepła powietrze-woda zwłaszcza procesu odtajania.

W powietrznych pompach ciepła z powodu niskiej temperatury czynnika w parowniku, na wymienniku formuje się warstwa lodu. Zjawisko szronienia wymiennika występuje zwykle przy temperaturze powietrza zewnętrznego poniżej 7°C. Z powodu wysokiej wilgotności powietrza zewnętrznego, para wodna skrapla się na zimnej powierzchni parownika i zamarza. Akumulacja warstwy lodu ogranicza przepływ powietrza i powoduje iż wymiennik traci zdolność wymiany ciepła z powietrzem zewnętrznym. Prowadzi to do znacznego spadku wydajności parownika, a tym samym spadku efektywności całego układu pompy ciepła i jego współczynnika wydajności COP (ang. *Coefficient of Performance*). Ze względu na konieczność okresowego usuwania warstwy lodu parownik pompy ciepła nie może pracować w sposób ciągły. Ilość cykli odtajania zależy od aktualnie panujących warunków powietrza zewnętrznego.

Znane jest ze stanu techniki rozwiązanie, w którym przez parownik kieruje się czynnik o wyższym potencjale termodynamicznym, układ wyposażony jest w oddzielny obieg zawierający źródło ciepła do zasilania parownika. Podczas przeprowadzania procesu odtajania układ jest nieaktywny, a skraplacz nie dostarcza ciepła.

Znany jest ze stanu techniki układ pompy ciepła wykorzystujący do odtajania wymiennika rewersyjną pracę parownik-skraplacz. Układ wyposażony jest w zawór 4-drogowy zainstalowany na linii wlotu i wylotu ze sprężarki. W celu odtajania parownika następuje odwrócenie kierunku przepływu czynnika chłodniczego w obiegu. Zmiana pozycji zaworu 4-drogowego powoduje, że parownik staje się skraplaczem. W procesie odtajania parownika czynnik chłodniczy oddaje ciepło do odtajanego parownika, który przyjmuje funkcję skraplacza. Podczas realizacji procesu odtajania występują przerwy w produkcji ciepła. Pompa ciepła, w okresach usuwania lodu z powierzchni parownika pracuje w trybie chłodzenia, wykorzystując energię pobraną z obsługiwanego układu.

Znany jest układ pompy ciepła wykorzystujący włączenie dodatkowego wymiennika do rewersyjnej pracy w celu odtajania parownika, gdzie obieg czynnika sterowany jest przy pomocy zaworów 2-drogowych. W opisie patentowym EP 2 516 942 B1 przedstawiono układ zawierający rozwiązanie włączenia szeregowo dodatkowego wymiennika ciepła pomiędzy skraplacz i parownik. Dodatkowy wymiennik pracuje w trybie odtajania rewersyjnie jako parownik lub jako skraplacz, w zależności od pozycji zaworów 2-drogowych. Z opisu patentu EP 0 128 108 B1 znane jest rozwiązanie, w którym układ zawiera wiele wymienników włączonych równolegle do obiegu. Zmiana konfiguracji przepływu czynnika odbywa się przy pomocy zaworów 2-drogowych. Układ obejmuje, w celu odtajania wymiennika, co najmniej dwa rewersyjne zewnętrzne wymienniki pracujące naprzemiennie jako parownik lub jako skraplacz, gdzie na czas odtajania obieg jednostki wewnętrznej zostaje odcięty.

Znany jest układ pompy ciepła wykorzystujący szeregowe włączenie w układzie dwóch lub więcej parowników i ich naprzemienną pracę do realizacji procesu odtajania wymiennika. W opisie patentu EP 1 598 611 ujawniono układ pompy ciepła zawierający dwa rzędy parownika pracujące naprzemiennie w trybie odtajania, gdzie układ realizuje proces przy zastosowaniu jednego lub dwóch zaworów 4-drogowych oraz dwóch zaworów rozprężnych. W zgłoszeniu EP 2 447 096 A1 ujawniono układ pompy ciepła wyposażony do realizacji procesu odtajania w dwa parowniki pracujące naprzemiennie jako dochładzacz/parownik oraz dwa zawory rozprężne i zawór 4-drogowy. W patencie PL 209 839 B1 ujawniono wodną pompę ciepła zawierającą, skraplacz, doziębiacz, jeden element rozprężny oraz zawór 4-drogowy do naprzemiennej rewersyjnej zmiany kierunku obiegu czynnika chłodniczego w trybie odtajania. W zgłoszeniu patentowym P.430903 ujawniono pompę ciepła zawierającą dolne i górne źródło ciepła oraz jeden element rozprężający, gdzie dolne źródło ciepła zawiera rewersyjny parownik i doziębiacz pracujące naprzemiennie w celu realizacji procesu odtajania, gdzie zamiana obiegu czynnika odbywa się za pomocą zaworu 4-drogowego.

Istotnym problemem niepodejmowanym w dotychczasowych rozwiązaniach jest brak osuszania parownika po procesie odtajania, co powoduje, że powierzchnia wymiany ciepła parownika ulega ponownie oszronieniu w krótkim czasie. Celem rozwiązania według wynalazku jest realizacja procesu odtajania i osuszania powierzchni wymiany ciepła parownika, a także poprawa efektywności energetycznej układu pompy ciepła.

Układ pompy ciepła powietrze-woda według wynalazku, zawiera połączone w obiegu termodynamicznym zespół dolnego źródła ciepła i zespół górnego źródła ciepła, gdzie zespół dolnego źródła ciepła

zasilany jest powietrzem zewnętrznym, a dolne źródło ciepła ma co najmniej dwa pracujące naprzemiennie parowniki tworzące dolne źródło ciepła z wentylatorem zamontowanym osiowo względem zespołu w jego górnej części, wyposażony w zespół odtajania. Zespół ten charakteryzuje się tym, że co najmniej dwa działające naprzemiennie parowniki połączone są z zespołem zaworowym złożonym z dwóch par automatycznych zaworów trójdrogowych, przypadających odpowiednio na każdy parownik zespołu dolnego źródła ciepła wyposażonego w przesłonę. Parowniki połączone są szeregowo w układzie zamkniętym ze skraplaczem. Króciec wylotowy parownika pierwszego łączy się poprzez port przelotowy drugiego zaworu trójdrogowego ze stroną ssawną sprężarki, połączoną po stronie tłocznej ze skraplaczem, którego króciec odpływowy łączy się poprzez by-pass trzeciego zaworu trójdrogowego z wlotem parownika drugiego, gdzie wylot z parownika drugiego połączony jest poprzez by-pass czwartego zaworu trójdrogowego z zaworem rozprężnym i poprzez port przelotowy pierwszego zaworu trójdrogowego łączy się z wlotem parownika pierwszego. Króciec wylotowy parownika drugiego łączy się poprzez by-pass drugiego zaworu trójdrogowego ze stroną ssawną sprężarki, połączoną po stronie tłocznej ze skraplaczem, którego króciec odpływowy łączy się poprzez port przelotowy trzeciego zaworu trójdrogowego z wlotem parownika pierwszego, gdzie wylot z parownika pierwszego połączony poprzez port przelotowy czwartego zaworu trójdrogowego z zaworem rozprężnym i poprzez by-pass pierwszego zaworu trójdrogowego łączy się z wlotem parownika drugiego. Wspomniana przesłona ukształtowana jest na zespole dolnego źródła ciepła, do osłaniania zaszczonego parownika przechodzącego w tryb odtajania.

Korzystnie wspomniany zespół zaworowy jest wyposażony w siłowniki podłączone do sterownika do automatycznej zmiany kierunku obiegu czynnika chłodniczego i zmiany funkcji parowników.

Korzystnie przesłona jest podłączona do sterownika do automatycznego skierowania przesłony na pozycję osłonięcia odtajanego parownika.

Korzystnie automatyczne skierowanie przesłony na pozycję osłonięcia odtajanego parownika odbywa się w ruchu obrotowym lub w ruchu posuwisto-zwrotnym w kierunku poziomym lub pionowym, lub poprzez zamknięcie przepustnic jedno lub wielopłaszczyznowych.

Korzystnie parowniki tworzące dolne źródło ciepła są wymiennikami giętymi ożebrowanymi lub segmentowymi ukształtowanymi jako wielobok otwarty lub zamknięty, w tym wielobok foremny lub nieforemny, albo jako płaszczyzna albo jako okrąg lub półokrąg albo jako inny kształt nieforemny.

Korzystnie przesłona ma postać współśrodkowych półokręgów zamontowanych po obu stronach parownika, współosiowo względem wentylatora zespołu dolnego źródła ciepła.

Korzystnie przesłona ma postać elementu ruchomego ukształtowanego jako płaszcz lub przepustnica, przystosowanego do zmiany położenia za pomocą środków przesuwnych, zamontowanego do konstrukcji ramowej po obu stronach parownika, przy czym przesłona ma ukształtowanie odpowiadające kształtowi parownika.

Korzystnie przesłona składa się z części wewnętrznej i zewnętrznej, które są izolowane termicznie.

Korzystnie obydwie części przesłony wyposażone są w element szczotkowy rozmieszczony wzdłuż jej wysokości, zapobiegający infiltracji powietrza zewnętrznego do przestrzeni między parownikiem odtajającym a przesłoną, przy zachowaniu swobodnego ruchu przesłony.

Korzystnie obieg pompy ciepła ogrzewa w górnym źródle wodę lub roztwór glikolu.

Sposób optymalizacji pracy pompy ciepła powietrze-woda, w którym wykorzystuje się naprzemienną pracę co najmniej dwóch parowników charakteryzuje się tym, że proces odtajania parownika drugiego przeprowadza się poprzez skierowanie czynnika chłodniczego z parownika pierwszego poprzez port przelotowy drugiego zaworu trójdrogowego na sprężarkę, następnie czynnik kieruje się do skraplacza, następnie skroplony czynnik jest kierowany poprzez by-pass trzeciego zaworu trójdrogowego do parownika, następnie dochłodzony czynnik kieruje się poprzez by-pass czwartego zaworu trójdrogowego do zaworu rozprężnego, następnie rozprężony czynnik kierowany jest poprzez port przelotowy pierwszego zaworu trójdrogowego do parownika pierwszego, jednocześnie przesłona zostaje skierowana na pozycję osłonięcia parownika drugiego. Proces odtajania parownika pierwszego przeprowadza się poprzez skierowanie czynnika chłodniczego z parownika drugiego poprzez by-pass drugiego zaworu trójdrogowego na sprężarkę, następnie czynnik kieruje się do skraplacza, następnie skroplony czynnik jest kierowany poprzez port przelotowy trzeciego zaworu trójdrogowego do parownika pierwszego, następnie dochłodzony czynnik kieruje się poprzez port przelotowy czwartego zaworu trójdrogowego do zaworu rozprężnego, następnie rozprężony czynnik kierowany jest poprzez by-pass pierwszego zaworu trójdrogowego do parownika drugiego, jednocześnie przesłona zostaje skierowana na

pozycję osłonięcia parownika pierwszego do ograniczenia wymiany ciepła pomiędzy powietrzem zewnętrznym a osłoniętym parownikiem pierwszym. Wentylator pracujący w sposób ciągły wymusza przepływ powietrza zewnętrznego opływającego nieosłonięty parownik. Proces odtajania jednego ze wspomnianych parowników, prowadzi się aż do momentu zakończenia cyklu odtajania wymiennika, gdzie poprzez sterownik przełączając tryb pracy zaworów trójdrogowych generuje się ponowną zmianę kierunku obiegu czynnika a tym samym zmianę funkcji parowników oraz zmianę pozycji przesłony, na pozycję osłonięcia odtajanego parownika.

Dzięki zastosowaniu rozwiązania według wynalazku możliwa jest realizacja procesu odtajania parownika powietrznej pompy ciepła, przy zachowaniu wysokiej efektywności energetycznej układu. Obniżenie zużycia energii elektrycznej do realizacji procesu odtajania wynika ze wzajemnego współdziałania elementów układu i optymalizacji jego pracy. Rozwiązanie według wynalazku umożliwia realizowanie procesu odtajania przy całkowitym osuszeniu powierzchni wymiany ciepła parownika. Zastosowanie przesłony zapewnia realizację procesu sublimacji lub roztopienia lodu, podgrzania kondensatu i późniejszego jego odparowania. Dzięki rozwiązaniu według wynalazku ilość cykli odtajania zostaje zredukowana a czas pomiędzy nimi wydłużony. Nieosuszona powierzchnia wymiennika ciepła ulega ponownemu oszronieniu w krótszym czasie ze względu na występowanie jąder krystalizacji w postaci kropeł wilgoci i zawieszonych w niej zanieczyszczeń. Rozwiązanie według wynalazku zapewnia osuszenie powierzchni wymiany ciepła, co zwłaszcza w warunkach ujemnej temperatury, jest niezwykle istotne dla wydłużenia czasu aktywności wymiennika.

Proponowane rozwiązanie pozwala na ciągłą pracę pompy ciepła w warunkach zewnętrznych, w których występuje zjawisko formowania warstwy lodu na powierzchni wymiennika. Naprzemienna praca wymienników dolnego źródła ciepła, zapewniana przez automatycznie sterowany zespół zaworów i przesłony według wynalazku, gwarantuje jednostajną pracę układu pompy ciepła i stałe zasilenie energią cieplną górnego źródła. Wysoka stabilność i niezawodność układu pozwala na dotrzymanie wyjściowych parametrów temperaturowych wymaganych przez układ odbiorczy. Do przeprowadzenia odtajania parownika nie jest wymagane dostarczanie dodatkowej energii elektrycznej. Zespół odtajania w rozwiązaniu według wynalazku pozwala na odzyskanie energii z procesu odtajania wymiennika do dochłodzenia ciekłego czynnika.

Efektem, powyżej wspomnianego zespołu cech technicznych wynalazku jest wysoki bilans całoroczny mocy cieplnej oddawanej przez skraplacz, przy jednoczesnym mniejszym zużyciu energii elektrycznej a zatem wysoka efektywność energetyczna układu.

Zaproponowany wynalazek zawiera zoptymalizowany zespół odtajania dolnego źródła ciepła o uproszczonej konstrukcji. W rozwiązaniu według wynalazku zastosowanie przesłony zapewnia ograniczenie liczby wentylatorów, a zatem układ dolnego źródła ciepła zawiera jeden wspólny wentylator do obsługi dwóch wymienników ciepła. Dodatkowo, do realizacji procesu odtajania według wynalazku nie stosuje się dodatkowych zaworów rozprężnych czy obiegów grzewczych. Zgodnie z jednym z korzystnych przykładów wykonania cylindryczne ukształtowanie układu dolnego źródła według wynalazku umożliwia skalowanie jego wielkości poprzez zwiększanie średnicy cylindra utworzonego z zespołu parowników oraz wentylatora, pozwalając na proporcjonalne dopasowanie komponentów układu do uzyskania pożądanej wydajności przy zachowaniu optymalizacji jego konstrukcji.

Przedmiot wynalazku został zaprezentowany w przykładzie wykonania na rysunku, na którym na fig. 1 przedstawiono schemat ideowy układu pompy ciepła dla konfiguracji, w której parownik 2 jest odtajany, a parownik 1 jest aktywny; na fig. 2 przedstawiono uproszczony widok z góry układu pompy ciepła według przykładu wykonania 2; na fig. 3 przedstawiono uproszczony przekrój przez górną część układu pompy ciepła według przykładu wykonania 3, na fig. 4 przedstawiono uproszczony widok z boku pompy ciepła według przykładu wykonania 3; na fig. 5 przedstawiono na wykresie w układzie temperatura-entropia obieg chłodniczy realizowany przez pompę ciepła, dla korzystnego wariantu realizacji układu i sposobu zgodnie z przykładem 4; na fig. 6 przedstawiono realizowany przez pompę ciepła przebieg zmiany temperatury ciekłego czynnika w procesie odtajania, temperatury powierzchni wymiany ciepła oraz ilości wymienionego ciepła w zależności od temperatury i czasu, dla korzystnego wariantu realizacji układu i sposobu zgodnie z przykładem 4; na fig 7 przedstawiono wykres mocy grzewczej urządzenia w czasie 1 godziny dla układu odpowiednio naprzemiennego bez przesłony, układu rewersyjnego oraz układu z przesłoną według wynalazku.

Przykład 1

Układ pompy ciepła powietrze-woda według wynalazku, zawiera połączone w obiegu termodynamicznym zespół dolnego źródła ciepła i zespół górnego źródła ciepła, gdzie zespół dolnego źródła ciepła

zasilany jest powietrzem zewnętrznym, a dolne źródło ciepła ma co najmniej dwa pracujące naprzemiennie parowniki 1, 2 tworzące dolne źródło ciepła z wentylatorem 10 zamontowanym osiowo względem zespołu dolnego źródła ciepła w jego górnej części, wyposażony w zespół odtajania. Działające naprzemiennie parowniki 1, 2 połączone są z zespołem zaworowym złożonym z dwóch par automatycznych zaworów trójdrogowych 3, 4 i 5, 6 przypadających odpowiednio na każdy parownik 1 i 2 zespołu dolnego źródła ciepła wyposażonego w przesłonę 11. Parowniki 1, 2 połączone są szeregowo w układzie zamkniętym ze skraplaczem 9. Króciec wylotowy parownika pierwszego 1 łączy się poprzez port przelotowy drugiego zaworu trójdrogowego 4 ze stroną ssawną sprężarki 8, połączoną po stronie tłocznej ze skraplaczem 9, którego króciec odpływowy łączy się poprzez by-pass trzeciego zaworu trójdrogowego 5 z wlotem parownika drugiego 2, gdzie wylot z parownika drugiego 2 połączony jest poprzez by-pass zaworu czwartego trójdrogowego 6 z zaworem rozprężnym 7 i poprzez port przelotowy pierwszego zaworu trójdrogowego 3 łączy się z wlotem parownika pierwszego 1. Króciec wylotowy parownika drugiego 2 łączy się poprzez by-pass drugiego zaworu trójdrogowego 4 ze stroną ssawną sprężarki 8, połączoną po stronie tłocznej ze skraplaczem 9, którego króciec odpływowy łączy się poprzez port przelotowy trzeciego zaworu trójdrogowego 5 z wlotem parownika pierwszego 1, gdzie wylot z parownika pierwszego 1 połączony poprzez port przelotowy czwartego zaworu trójdrogowego 6 z zaworem rozprężnym 7 i poprzez by-pass pierwszego zaworu trójdrogowego 3 łączy się z wlotem parownika drugiego 2. Przesłona 11 ukształtowana jest na zespole dolnego źródła ciepła, do osłaniania zasrzonionego parownika 1 lub 2 przechodzącego w tryb odtajania. Zespół zaworowy jest wyposażony w siłowniki podłączone do sterownika 12 do automatycznej zmiany kierunku obiegu czynnika chłodniczego i zmiany funkcji parowników 1 i 2. Przesłona 11 jest podłączona do sterownika 12 do automatycznego skierowania przesłony na pozycję osłonięcia odtajanego parownika 1 lub 2. Parowniki 1 i 2 tworzące dolne źródło ciepła są wymiennikami giętymi ożebrowanymi lub segmentowymi. Przesłona 11 składa się z części wewnętrznej i zewnętrznej, które są izolowane termicznie. Obieg pompy ciepła ogrzewa w górnym źródle wodę lub roztwór glikolu.

Sposób optymalizacji pracy pompy ciepła powietrze-woda, w którym wykorzystuje się naprzemienną pracę co najmniej dwóch parowników i proces odtajania parownika drugiego 2 przeprowadza się poprzez skierowanie czynnika chłodniczego z parownika pierwszego 1 poprzez port przelotowy drugiego zaworu trójdrogowego 4 na sprężarkę 8, następnie czynnik kieruje się do skraplacza 9, następnie skroplony czynnik jest kierowany poprzez by-pass trzeciego zaworu trójdrogowego 5 do parownika drugiego 2, następnie dochłodzony czynnik kieruje się poprzez by-pass czwartego zaworu trójdrogowego 6 do zaworu rozprężnego 7, następnie rozprężony czynnik kierowany jest poprzez port przelotowy pierwszego zaworu trójdrogowego 3 do parownika pierwszego 1, jednocześnie przesłona 11 zostaje skierowana na pozycję osłonięcia parownika drugiego 2. Proces odtajania parownika pierwszego 1 przeprowadza się poprzez skierowanie czynnika chłodniczego z parownika drugiego 2 poprzez by-pass drugiego zaworu trójdrogowego 4 na sprężarkę 8, następnie czynnik kieruje się do skraplacza 9, następnie skroplony czynnik jest kierowany poprzez port przelotowy trzeciego zaworu trójdrogowego 5 do parownika pierwszego 1, następnie dochłodzony czynnik kieruje się poprzez port przelotowy czwartego zaworu trójdrogowego 6 do zaworu rozprężnego 7, następnie rozprężony czynnik kierowany jest poprzez by-pass pierwszego zaworu trójdrogowego 3 do parownika drugiego 2, jednocześnie przesłona 11 zostaje skierowana na pozycję osłonięcia parownika pierwszego 1 do ograniczenia wymiany ciepła pomiędzy powietrzem zewnętrznym a osłoniętym parownikiem pierwszym 1. Wentylator 10 pracujący w sposób ciągły wymusza przepływ powietrza zewnętrznego opływającego nieosłonięty parownik 1 lub 2. Proces odtajania parownika 1 lub 2, prowadzi się aż do momentu zakończenia cyklu odtajania wymiennika, gdzie poprzez sterownik 12 przełączając tryb pracy zaworów trójdrogowych generuje się ponowną zmianę kierunku obiegu czynnika a tym samym zmianę funkcji parowników 1, 2 oraz zmianę pozycji przesłony 11, na pozycję osłonięcia odtajanego parownika 1 lub 2.

Przykład 2

Układ pompy ciepła, oraz sposób optymalizacji pracy pompy ciepła powietrze-woda jak w przykładzie 1 z tym, że:

Pracujące naprzemiennie parowniki 1, 2 ukształtowane są jako półokręgi tworzące dolne źródło ciepła o cylindrycznym kształcie jednostki z wentylatorem 10 zamontowanym osiowo względem zespołu dolnego źródła ciepła w jego górnej części. Przesłona 11 ma postać współśrodkowych półokręgów zamontowanych po obu stronach parownika, współosiowo względem wentylatora 10 zespołu dolnego źródła ciepła. Części przesłony 11 wyposażone są w element szczotkowy 13 rozmieszczony wzdłuż jego

wysokości, zapobiegający infiltracji powietrza zewnętrznego do przestrzeni między parownikiem odtajającym a przesłoną, przy zachowaniu swobodnego ruchu przesłony 11. Automatyczne skierowanie przesłony 11 na pozycję osłonięcia odtajanego parownika 1 lub 2 odbywa się w ruchu obrotowym, (fig. 2)

Przykład 3

Układ pompy ciepła, oraz sposób optymalizacji pracy pompy ciepła powietrze-woda jak w przykładzie 1 z tym, że:

Pracujące naprzemiennie parowniki 1, 2 ukształtowane są jako wieloboki zamknięte tworzące dolne źródło ciepła o prostopadłościennym kształcie jednostki z wentylatorem 10 zamontowanym osiowo względem zespołu dolnego źródła ciepła w jego górnej części. Parownik 1 jest umieszczony w górnej części zespołu dolnego źródła ciepła, a parownik 2 w jego dolnej części. Przesłona 11 ma postać elementu ruchomego w postaci płaszcza, przystosowanego do zmiany położenia za pomocą środków przesuwnych, zamontowanego do konstrukcji ramowej 14 po obu stronach parownika 1, 2, przy czym przesłona 11 ma ukształtowanie odpowiadające kształtowi parownika 1, 2. Automatyczne skierowanie przesłony 11 na pozycję osłonięcia odtajanego parownika 1 lub 2 odbywa się w ruchu posuwisto-zwrotnym w kierunku pionowym, (fig. 3 i fig. 4)

Przykład 4

Układ pompy ciepła, oraz sposób optymalizacji pracy pompy ciepła powietrze-woda jak w przykładzie 1 z tym, że:

Obieg pompy ciepła wykorzystuje naturalny czynnik chłodniczy propan R290, przy czym przyjęto, że parownik 2 jest odtajany, a parownik 1 jest aktywny. Sprężarka 8 tłoczy czynnik roboczy (proces 1–2 na fig. 5) w ilości 300 kg/h który w skraplaczu 9 stanowiącym górne źródło ciepła oddaje do systemu grzewczego moc równą 37,9 kW (proces 2–3 na fig. 5). Skroplony czynnik roboczy o temperaturze 47°C, kierowany jest do parownika 2, gdzie zostaje dochłodzony do temperatury 5°C (proces 3–4), co zwiększa właściwą wydajność chłodniczą o 115 kJ/kg, doprowadzając jednocześnie moc grzewczą 9,5 kW do odtajanego parownika 2, co zapewnia sublimację warstwy lodu. Po dochłodzeniu czynnik jest dławiony w zaworze rozprężnym (proces 4–5), a następnie kierowany do parownika w którym odparowuje pobierając ciepło z otoczenia (proces 5–1). W korzystnym przykładzie wykonania, do parownika 2 osłoniętego przesłoną 11 kierowany jest ciekły czynnik chłodniczy o temperaturze 47°C. Ze względu na brak wymiany ciepła z otoczeniem, co zostaje osiągnięte dzięki zastosowaniu wspomnianej przesłony 11, ciepło dochładzania czynnika, zostaje stopniowo przekazane do odtajanego parownika 2, a następnie do roztopienia warstwy lodu. W warunkach niskiej temperatury zewnętrznej, równej 0°C, i przy wysokiej wilgotności względnej powietrza, równej 100%, w ciągu 1 godziny na powierzchni jednego z parowników 1, 2 osadza się warstwa szronu równa 17,2 kg. W korzystnym wariantcie wykonania, wspomniany parownik 1, 2 układu według wynalazku ma masę części ożebrowanej równą 48 kg, z czego miedź stanowi 22 kg, a aluminium 26 kg. Zgodnie z powyższymi obliczeniami oraz ze względu na fakt, że ciepło właściwe miedzi wynosi 0,38 kJ/(kg*K), a aluminium odpowiednio 0,9 kJ/(kg*K), ilość ciepła potrzebna do ogrzania wymiennika ciepła do temperatury końca odtajania, równej 5°C, wynosi 290 kJ. Jednocześnie ilość ciepła potrzebna do roztopienia całej warstwy szronu, przy uwzględnieniu ciepła topnienia na poziomie 333 kJ/kg, wyniesie 5700 kJ. Masa roztopionego szronu, równa 57% spływa z powierzchni wymiennika ciepła i odpływa z układu. Pozostała, stanowiąca 43%, masa roztopionego szronu w postaci warstwy wilgoci o grubości rzędu 100 µm pozostaje na powierzchni parownika 1, 2. Ciśnienie cząstkowe pary wodnej nasyconej przy temperaturze 0°C, a zatem temperaturze roztopiania szronu, wynosi 612 Pa. Wymiana wilgoci zachodzi według różnicy ciśnienia cząstkowego pomiędzy warstwą wody zwilżającą powierzchnię wymiany ciepła a powietrzem otaczającym. Skuteczne osuszenie powierzchni wymiany ciepła, wymaga uzyskania ciśnienia cząstkowego pary wodnej na powierzchni wymiennika ciepła wyższego od ciśnienia pary wodnej w powietrzu otaczającym. W związku z tym powierzchnia parownika 2 zostaje ogrzana do temperatury co najmniej 5°C, przy której ciśnienie pary wodnej na powierzchni wspomnianego wymiennika wynosi 873 Pa. Uzyskana różnica ciśnienia cząstkowego wynosząca co najmniej 260 Pa pozwala na osuszenie powierzchni parownika 2, poprzez odparowanie pozostającej na jego powierzchni wilgoci.

Przebieg zmiany temperatury ciekłego czynnika w procesie odtajania parownika 2, zgodnie z fig. 6, jest następujący: Ciekły czynnik roboczy o temperaturze 47°C odpływający ze skraplacza 9 ogrzewa wymiennik ciepła, przekazując w czasie 115 s ilość ciepła równą 130 kJ, co powoduje ogrzanie wymiennika z temperatury -4°C, do temperatury 0°C, co pozwala rozpocząć proces roztopiania warstwy szronu, jednocześnie obniżając temperaturę czynnika roboczego do 42°C. Proces roztopiania warstwy szronu

kończy się po 780 s po przekazaniu przez czynnik roboczy 5700 kJ ciepła, co powoduje że temperatura czynnika zostaje obniżona do 34°C. Część roztopionego szronu spływa w postaci kondensatu, natomiast pozostałość, równa 57% zwilża powierzchnię wymiennika ciepła. Warstwa ta zostaje odparowana dzięki dostarczeniu kolejnych 18070 kJ ciepła w czasie 2470 s, co jednocześnie powoduje obniżenie temperatury ciekłego czynnika do 10°C. Cykl odtajania kończy się po dostarczeniu przez czynnik kolejnych 160 kJ ciepła, w czasie 230 s, co skutkuje podgrzaniem powierzchni wymiany ciepła do 5°C, zapewniającej osuszenie powierzchni wymiennika ciepła i jednocześnie zapobiegającej wtórnemu osadzaniu się wilgoci. Łączny czas odtajania wynosi 3600 s. Na fig. 5 przedstawiono korzystny skutek wynalazku w postaci zwiększenia mocy grzewczej pompy ciepła. Strumień ciepła przekazywanego przez urządzenie do systemu grzewczego w odniesieniu do jednostki czasu równy jest polu powierzchni pod wykresem oznaczonym ukośnym kreskowaniem tj. obszarowi wyznaczonemu przez punkty 2-3-a-5-b-d. Pole to jest znacząco większe od pola oznaczonego kreskowaniem pionowym, wyznaczonego poprzez punkty 2-3-a-3*-c-d, będącego graficzną reprezentacją mocy grzewczej pomp ciepła bez odtajania na rzecz dochładzania czynnika ciekłego, tj. pomp ciepła z układem odtajania znanych z obecnego stanu techniki. Należy podkreślić, że zwiększenie mocy grzewczej pompy ciepła według wynalazku osiągnięte dzięki zastosowaniu przesłony, odbywa się bez zwiększenia pracy wymaganej do realizacji obiegu, a opisaną jako pole powierzchni wyznaczone punktami 1-2-3-a.

Na fig.7 przedstawiono kolejny korzystny skutek wynalazku. Jak pokazano na wykresie pompa ciepła według wynalazku przekazuje do układu odbiorczego stałą moc grzewczą. Inaczej niż w układzie rewersyjnym oraz układzie bez przesłony, w których występuje okresowe obniżenie lub nawet ujemny strumień ciepła przekazywanego do układu grzewczego.

Z analizy parametrów technicznych przykładowego wariantu 4 wynika, że układ pompy ciepła powietrze-woda według wynalazku z zespołem odtajania umożliwia efektywną energetycznie realizację procesu odtajania. Przesłona według wynalazku potęguje efekt odtajania, obniżając ilość energii i czasu wymaganych do realizacji procesu. Zastosowanie przesłony według wynalazku pozwala na bezwzględne osuszenie odtajanego wymiennika dzięki utrzymaniu wyższej temperatury powierzchni wymiennika, a zatem zapewnia dłuższy czas jego pracy trybie aktywnym.

Lista odnośników

- 1 pierwszy parownik
- 2 drugi parownik
- 3 pierwszy zawór trójdrogowy
- 4 drugi zawór trójdrogowy
- 5 trzeci zawór trójdrogowy
- 6 czwarty zawór trójdrogowy
- 7 zawór rozprężny
- 8 sprężarka
- 9 skraplacz
- 10 wentylator
- 11 przesłona
- 12 sterownik
- 13 element szczotkowy
- 14 konstrukcja ramowa

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ pompy ciepła powietrze-woda zawierający połączone w obiegu termodynamicznym zespół dolnego źródła ciepła i zespół górnego źródła ciepła, gdzie zespół dolnego źródła ciepła zasilany jest powietrzem zewnętrznym, a dolne źródło ciepła ma co najmniej dwa pracujące naprzemiennie parowniki (1, 2) tworzące dolne źródło ciepła z wentylatorem zamontowanym osiowo względem zespołu dolnego źródła ciepła w jego górnej części, wyposażony w zespół odtajania **znamienny tym**, że co najmniej dwa działające naprzemiennie parowniki (1, 2) połączone są z zespołem zaworowym złożonym z dwóch par automatycznych zaworów trójdro-

gowych (3, 4) i (5, 6), przypadających odpowiednio na każdy parownik (1) i (2) zespołu dolnego źródła ciepła wyposażonego w przesłonę (11), przy czym parowniki (1, 2) połączone są szeregowo w układzie zamkniętym ze skraplaczem (9);

przy czym króciec wylotowy parownika pierwszego (1) łączy się poprzez port przelotowy drugiego zaworu trójdrogowego (4) ze stroną ssawną sprężarki (8), połączoną po stronie tłocznej ze skraplaczem (9), którego króciec odpływowy łączy się poprzez by-pass trzeciego zaworu trójdrogowego (5) z wlotem parownika drugiego (2), gdzie wylot parownika drugiego (2) połączony jest poprzez by-pass zaworu czwartego trójdrogowego (6) z zaworem rozprężnym (7) i poprzez port przelotowy pierwszego zaworu trójdrogowego (3) łączy się z wlotem parownika pierwszego (1);

przy czym króciec wylotowy parownika drugiego (2) łączy się poprzez by-pass drugiego zaworu trójdrogowego (4) ze stroną ssawną sprężarki (8), połączoną po stronie tłocznej ze skraplaczem (9), którego króciec odpływowy łączy się poprzez port przelotowy trzeciego zaworu trójdrogowego (5) z wlotem parownika pierwszego (1), gdzie wylot z parownika pierwszego (1) połączony poprzez port przelotowy czwartego zaworu trójdrogowego (6) z zaworem rozprężnym (7) i poprzez by-pass pierwszego zaworu trójdrogowego (3) łączy się z wlotem parownika drugiego (2);

przy czym przesłona (11) ukształtowana jest na zespole dolnego źródła ciepła, do osłaniania zaszczonego parownika (1, 2) przechodzącego w tryb odtajania.

2. Układ pompy ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wspomniany zespół zaworowy jest wyposażony w siłowniki podłączone do sterownika (12) do automatycznej zmiany kierunku obiegu czynnika chłodniczego i zmiany funkcji parowników (1) i (2).
3. Układ pompy ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przesłona (11) jest podłączona do sterownika (12) do automatycznego skierowania przesłony na pozycję osłonięcia odtajanego parownika (1) lub (2).
4. Układ pompy ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że automatyczne skierowanie przesłony (11) na pozycję osłonięcia odtajanego parownika (1) lub (2) odbywa się w ruchu obrotowym lub w ruchu posuwisto-zwrotnym w kierunku poziomym lub pionowym, lub poprzez zamknięcie przepustnic jedno lub wielopłaszczyznowych.
5. Układ pompy ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że parowniki (1) i (2) tworzące dolne źródło ciepła są wymiennikami giętymi ożebrowanymi lub segmentowymi ukształtowanymi jako wielobok otwarty lub zamknięty, w tym wielobok foremny lub nieforemny, albo jako płaszczyna albo jako okrąg lub półokrąg albo jako inny kształt nieforemny.
6. Układ pompy ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przesłona (11) ma postać współśrodkowych półokręgów zamontowanych po obu stronach parownika (1, 2), współosiowo względem wentylatora (10) zespołu dolnego źródła ciepła.
7. Układ pompy ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przesłona (11) ma postać elementu ruchomego ukształtowanego jako płaszcz lub przepustnica, przystosowanego do zmiany położenia za pomocą środków przesuwnych, zamontowanego do konstrukcji ramowej (14) po obu stronach parownika (1, 2), przy czym przesłona (11) ma ukształtowanie odpowiadające kształtowi parownika (1, 2).
8. Układ pompy ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przesłona (11) składa się z części wewnętrznej i zewnętrznej, które są izolowane termicznie.
9. Układ pompy ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że części przesłony (11) wyposażone są w element szczotkowy (13) rozmieszczony wzdłuż jej wysokości, zapobiegający infiltracji powietrza zewnętrznego do przestrzeni między parownikiem odtajanim a przesłoną, przy zachowaniu swobodnego ruchu przesłony (11).
10. Układ pompy ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że obieg pompy ciepła ogrzewa w górnym źródle wodę lub roztwór glikolu.
11. Sposób optymalizacji pracy pompy ciepła powietrze-woda, w którym wykorzystuje się naprzemienną pracę co najmniej dwóch parowników **znamienny tym**, że proces odtajania parownika drugiego (2) przeprowadza się poprzez skierowanie czynnika chłodniczego z parownika pierwszego (1) poprzez port przelotowy drugiego zaworu trójdrogowego (4) na sprężarkę (8), następnie czynnik kieruje się do skraplacza (9), następnie skroplony czynnik jest kierowany poprzez by-pass trzeciego zaworu trójdrogowego (5) do parownika drugiego (2), następnie

dochłodzony czynnik kieruje się poprzez by-pass czwartego zaworu trójdrogowego (6) do zaworu rozprężnego (7), następnie rozprężony czynnik kierowany jest poprzez port przelotowy pierwszego zaworu trójdrogowego (3) do parownika pierwszego (1), jednocześnie przesłona (11) zostaje skierowana na pozycję osłonięcia drugiego parownika (2);

przy czym, proces odtajania parownika pierwszego (1) przeprowadza się poprzez skierowanie czynnika chłodniczego z parownika drugiego (2) poprzez by-pass drugiego zaworu trójdrogowego (4) na sprężarkę (8), następnie czynnik kieruje się do skraplacza (9), następnie skroplony czynnik jest kierowany poprzez port przelotowy trzeciego zaworu trójdrogowego (5) do parownika pierwszego (1), następnie dochłodzony czynnik kieruje się poprzez port przelotowy czwartego zaworu trójdrogowego (6) do zaworu rozprężnego (7), następnie rozprężony czynnik kierowany jest poprzez by-pass pierwszego zaworu trójdrogowego (3) do parownika drugiego (2), jednocześnie przesłona (11) zostaje skierowana na pozycję osłonięcia parownika pierwszego (1) do ograniczenia wymiany ciepła pomiędzy powietrzem zewnętrznym a osłoniętym parownikiem pierwszym (1);

gdzie wentylator (10) pracujący w sposób ciągły wymusza przepływ powietrza zewnętrznego opływającego nieosłonięty parownik (1) lub (2);

przy czym, proces odtajania parownika (1) lub (2), prowadzi się aż do momentu zakończenia cyklu odtajania wymiennika, gdzie poprzez sterownik (12) przełączając tryb pracy zaworów trójdrogowych generuje się ponowną zmianę kierunku obiegu czynnika a tym samym zmianę funkcji parowników (1, 2) oraz zmianę pozycji przesłony (11), na pozycję osłonięcia odtajanego parownika (1) lub (2).

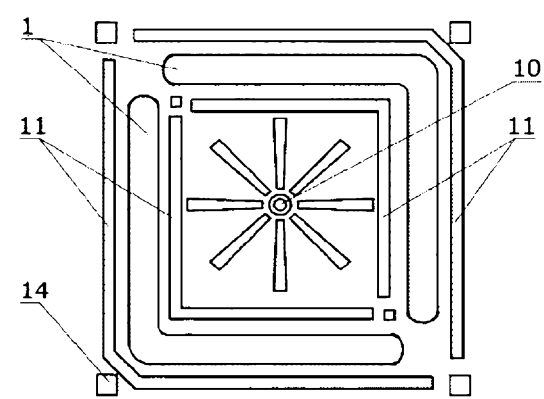


fig. 3

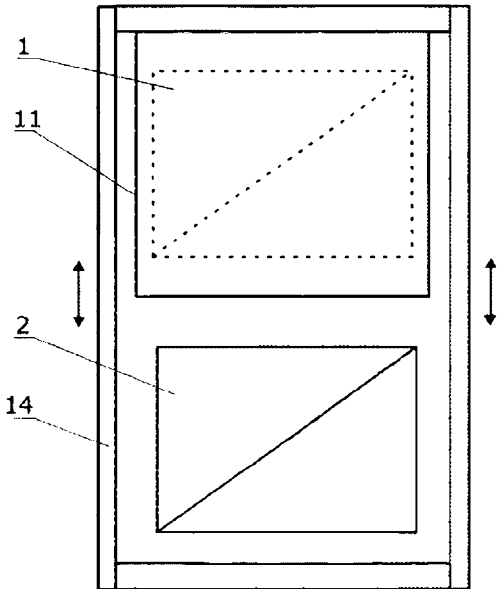
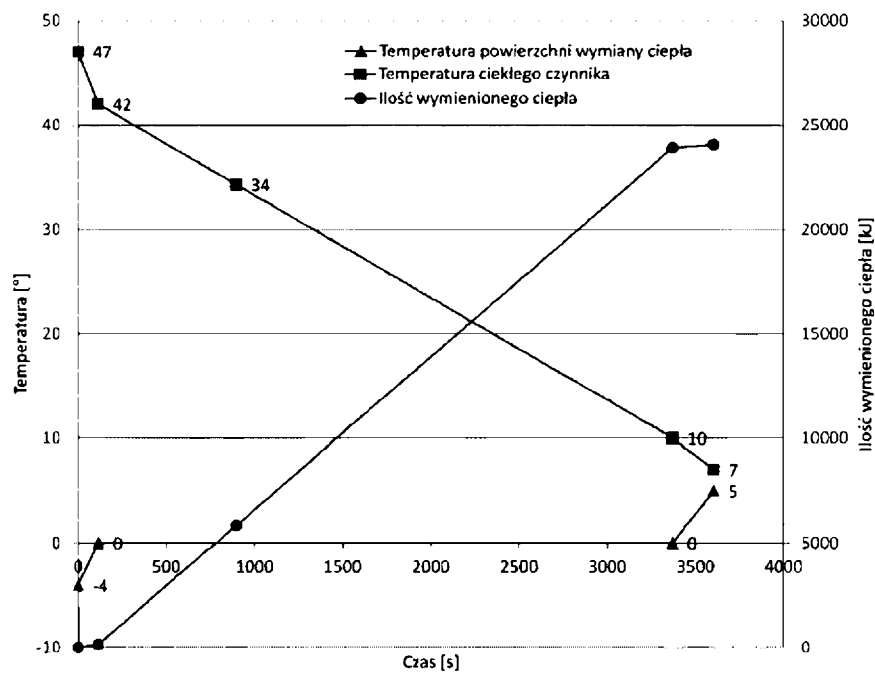
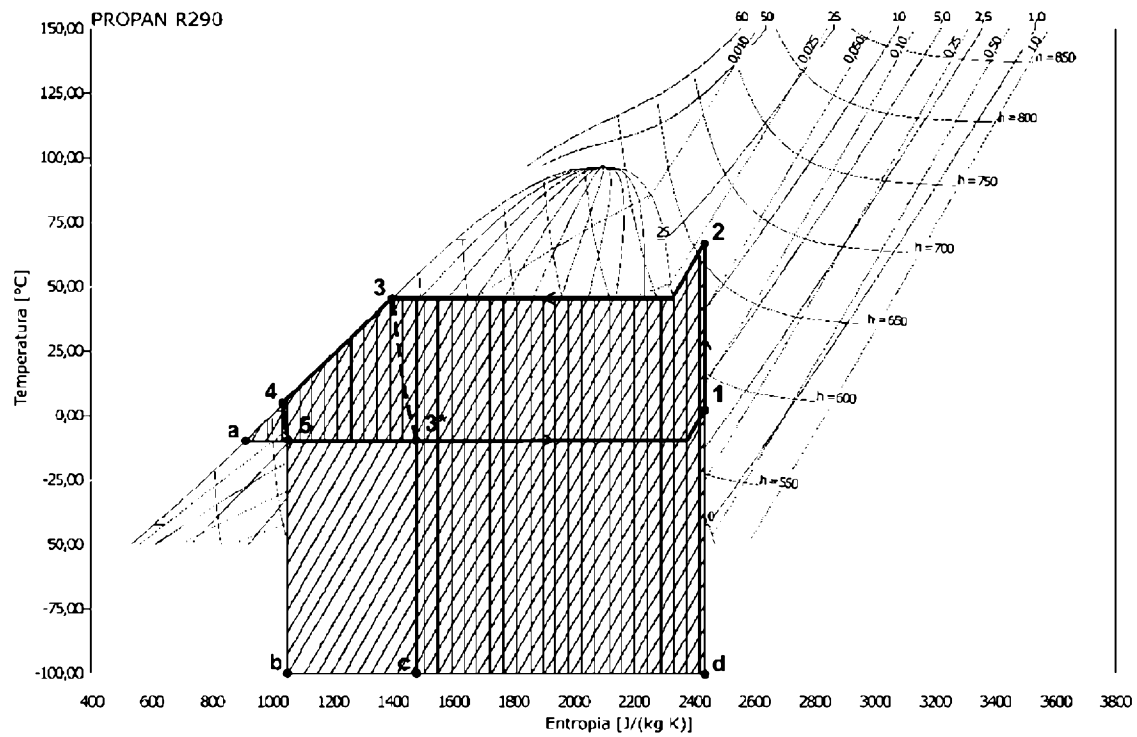


fig. 4



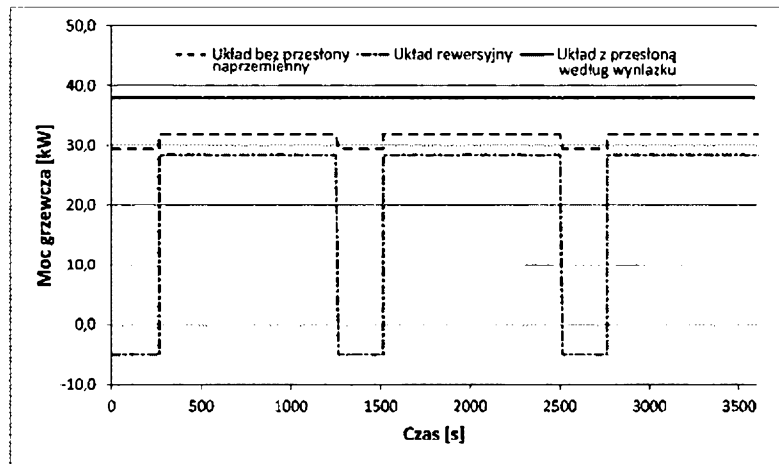


fig. 7