

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **227463**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **416882**

(22) Data zgłoszenia: **18.04.2016**

(51) Int.Cl.

B60H 1/00 (2006.01)

F25B 13/00 (2006.01)

F25B 41/04 (2006.01)

(54) **Sposób i układ magazynowania ciepła albo chłodu w pojazdach
z napędem elektrycznym**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
05.12.2016 BUP 25/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.12.2017 WUP 12/17

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

DARIUSZ ZIELIŃSKI, Nowogród, PL

WOJCIECH JARZYNA, Lublin, PL

KRZYSZTOF KOLANO, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Tomasz Milczek

PL 227463 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ magazynowania ciepła albo chłodu w pojazdach z napędem elektrycznym.

Akumulatory zimna z wykorzystaniem zamarzających w niskich temperaturach płynów są szeroko stosowane w technice chłodniczej do pokrycia szczytowych obciążeń cieplnych oraz oszczędzania zużycia energii elektrycznej przez urządzenie chłodnicze opisane przez autorów Recknagel H., Sprenger E., Hönnmann W., Schramek E.R. Ogrzewanie i klimatyzacja, Poradnik, Gdańsk, 1994, str. 1814.

Znane są małe samochody-chłodnie dostawcze z izolowaną cieplnie komorą i termoelektrycznym agregatem chłodniczym opisane przez autora – S. Filin, Jutrzejszy dzień termoelektryczności, Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, nr 11, 2004, oraz Холодильный бизнес, nr 7. 2002, str. 13–14. Ich niedostatkim jest mała wydajność chłodnicza, która zwykle jest ograniczona możliwościami źródła zasilania elektrycznego – alternator napędzany silnikiem spalinowym, co z kolei wiąże się z ograniczonym miejscem na zainstalowanie w samochodzie alternatora o większej mocy.

Znane są samochody-lodownie z chłodzeniem komory za pomocą płyt eutektycznych, wypełnionych płynem o niskiej temperaturze zamarzania, opisane przez autorów – S. Kwaśniewski, J. Grajner, Dynamika wymiany ciepła w nadwoziu samochodu lodowni, Chłodnictwo nr 7, 1998, str. 29–30. Płyty zamraża się w nocy poprzez podłączenie systemu chłodzenia do zewnętrznego agregatu chłodniczego. Ich niedostatkim jest konieczność stosowania zewnętrznego agregatu i straty czynnika do atmosfery podczas podłączania i odłączania.

W znanych termoelektrycznych agregatach chłodniczych z akumulatorem typu lód-woda – Sergij Filin, Termoelektryczne urządzenia chłodnicze, Gdańsk, 2002, rys. 9.11c i 9.15, akumulację wykorzystuje się w celu stabilizacji temperatury gorących spoin modułów. Niska efektywność pracy tych akumulatorów zarówno w trybie ładowania, jak i w trybie rozładowania wiąże się z koniecznością pokonania oporów cieplnych, stawianych przez grubą warstwę lodu, gdyż namrażanie warstwy odbywa się z jednej strony akumulatora, zaś topnienie lodu – z innej strony. Biorąc pod uwagę brak zapasu wydajności chłodniczej u większości termoelektrycznych agregatów, akumulacja zimna po zimnej stronie agregatu zwykle nie jest stosowana.

Znane są również rozwiązania techniczne takie jak: Termoelektryczne agregaty chłodnicze z akumulatorem typu lód-woda – Sergij Filin, Termoelektryczne urządzenia chłodnicze, zwłaszcza dla samochodów chłodnia, Szczecin, 2006, PL 209 274 1B, rys.1 i rys.2. Tego typu rozwiązanie techniczne proponuje wymiennik ciepła w postaci ożebrowanej płyty po stronie gorącej i radiatora z wentylatorami po stronie zimnej. Akumulator zimna wykonano jako ożebrowaną płytę z wydrążonymi żebrami. Hermetycznie zamknięte wewnętrzne przestrzenie żeber wypełnia woda. Od strony podstawy, akumulator jest izolowany cieplnie warstwą izolacji. Przestrzenny kształt żeber akumulatora odwzorowuje kształt kanałów radiatora. Dzięki możliwości obrotu wokół osi wału, akumulator może znajdować się w dwóch położeniach roboczych: Ł – ładowanie, oraz R – rozładowanie. Chłodzenie wnętrza komory może odbywać się za pomocą: tylko samego agregatu, za pomocą tylko wkładów lub wspólnie agregatu i wkładów. Magazyn zimna przed użyciem musi być zamrożony podczas postoju, w trakcie trwania taryfy nocnej. Dodatkowym mankamentem jest problem przymarzania radiatorów, co czasem uniemożliwia przejście z trybu ładowania do rozładowania zasobnika.

Znane są rozwiązania techniczne z patentów SU 1096465, SU 1195152 i SU 1196627, kombinowane sprężarkowo-termoelektryczne systemy chłodzenia z międzystopniowym akumulatorem zimna, w którym używa się topniejącego lodu. Ich wadą jest konieczność przekazywania strumienia ciepła od modułów termoelektrycznych ku ściance parownika przez warstwę lodu, stanowiącą znaczny opór termiczny. W rezultacie obniża się efektywność akumulatora zimna i rośnie zużycie energii elektrycznej, potrzebnej na przechłodzenie lodu.

Znany jest z patentu SU 1196627 układ chłodzenia z międzystopniowym akumulatorem zimna, który zawiera termoelektryczny moduł stopnia niskotemperaturowego, instalowany na ściance pojemnika akumulatora, wypełnionego wodą. Woda chłodzona jest za pomocą parownika urządzenia chłodniczego – wysokotemperaturowy stopień umieszczonego wewnątrz pojemnika. Lód tworzy się na parowniku i wypełnia przestrzeń między parownikiem a ścianką, na której znajduje się termoelektryczny moduł. Zamrażanie lodu odbywa się od dołu, a jego topnienie – od góry, wskutek czego warstwa lodu zawsze znajduje się na drodze strumienia ciepła między stopniami nisko i wysoko temperaturowymi. Inną wadą tego rozwiązania jest podgrzanie wody w warstwie przyściennej powyżej 0°C przy zwiększonym

obciążeniu cieplnym. Wyrównanie temperatury wody i topniejącego lodu możliwe jest jedynie przy zastosowaniu mieszadła. Jednak takie rozwiązanie powoduje skomplikowanie konstrukcji, zwiększenie objętości i masy akumulatora co jest niedopuszczalne w przypadku układów mobilnych.

Znane jest również rozwiązanie techniczne samochodowa chłodziarka termoelektryczna opisana w patencie PL 209274. Zawiera ona izolowaną cieplnie komorę chłodniczą, umieszczony w jej pokrywie termoelektryczny agregat, zasilany z sieci elektrycznej pojazdu, oraz tak zwane wkłady, tzn. wkładane do komory zasobniki zimna w postaci płaskich pojemników, wypełnionych płynem, zamarzającym przy niskiej temperaturze. Chłodzenie wnętrza komory może odbywać się za pomocą tylko agregatu, za pomocą tylko wkładów lub wspólnie. Wkłady przed użyciem muszą być zamrożone w zamrażarce domowej lub za pomocą innego urządzenia zamrażalniczego.

Celem wynalazku jest poprawa komfortu cieplnego pasażera w pojazdach z napędem elektrycznym poprzez zastosowanie układu magazynowania ciepła albo chłodu. Rozwiązanie ma na celu wydłużenie całkowitego zasięgu pojazdów z napędem elektrycznym oraz osiągnięcie korzyści finansowych poprzez odzysk energii w trakcie hamowania i utrzymywania zadanej prędkości podczas zjazdów z wzniesień. Kolejnym celem jest ograniczenie kosztów eksploatacyjnych poprzez zastąpienie drogich i zawodnych źródeł chemicznych tanim i prostym rozwiązaniem w postaci magazynu ciepła i chłodu. Wynalazek może częściowo zastąpić akumulatory elektrochemiczne, co może skutkować wydłużeniem projektowego czasu eksploatacyjnego. Wynalazek opiera się o komponenty całkowicie biodegradowalne, co może mieć korzystny wpływ na środowisko naturalne.

Istotą układu magazynowania ciepła albo chłodu w pojazdach z napędem elektrycznym posiadającym: moduły pomiaru temperatury, moduł sterujący, wymiennik ciepła, skraplacz-parownik, wymiennik płytowy, sprężarkę, pompę obiegową, zawory sterowane, zawory rozprężne, zawór czterodrogowy, według wynalazku jest to że, moduły pierwszy i drugi pomiaru temperatury połączone są z falownikiem poprzez moduł sterujący. Do falownika dołączone są szyny prądu stałego. Natomiast falownik połączony jest ze sprężarką która połączona jest dwoma przewodami z pierwszym i drugim złączem zaworu czterodrogowego. Zawór czterodrogowy połączony jest z trzecim złączem ze skraplaczem-parownikiem, który połączony jest równolegle z dwoma zaworami rozprężnymi. Zawory rozprężne połączone są odwrotnie równolegle ze sobą. Zaś zawory rozprężne połączone są z drugim złączem wymiennika płytowego. Wymiennik płytowy połączony jest pierwszym złączem z czwartym złączem zaworu czterodrogowego. Złącze trzecie wymiennika płytowego połączone jest z wymiennikiem ciepła oraz z trzecim zaworem sterowanym, natomiast wymiennik ciepła połączony jest poprzez pierwszy i drugi zawór sterowany z magazynem ciepła i chłodu. Zaś magazyn ciepła i chłodu połączony jest z pompą obiegową, natomiast pompa obiegowa połączona jest z czwartym złączem wymiennika płytowego. Zaś trzeci zawór sterowany połączony jest pomiędzy pierwszy i drugi zawór sterowany oraz trzeci zawór sterowany połączony jest poprzez czwarty zawór sterowany pomiędzy magazyn ciepła i chłodu a pompą obiegową.

Istotą sposobu magazynowania ciepła albo chłodu w pojazdach z napędem elektrycznym według wynalazku jest to, że ustala się zadaną wartość temperatury w strefie klimatyzowanej pojazdu i mierzy się tę wartość za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury i jednocześnie wysyła się tę informację do modułu sterującego. Jednocześnie mierzy się temperaturę wewnątrz magazynu ciepła i chłodu za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury i wysyła się tę informację do modułu sterującego. Ponadto mierzy się napięcie na szynach prądu stałego i przesyła się zmierzony sygnał do modułu sterującego, który steruje prędkością obrotową sprężarki oraz poziomem otwarcia pierwszego i drugiego zaworu rozprężnego. Przy czym za pośrednictwem falownika zmienia się prędkość obrotową sprężarki i spręża się czynnik w obiegu pierwszym. Gdy temperatura w strefie klimatyzowanej pojazdu jest mniejsza od zadanej wartości i układ pracuje w trybie ogrzewania, czynnik w obiegu pierwszym spręża się za pomocą sprężarki, a za pomocą modułu sterującego przestawia się zawór czterodrogowy tak, aby sprężone pary czynnika obiegu pierwszego były kierowane do złącza pierwszego wymiennika płytowego. W wymienniku tym czynnik obiegu pierwszego skrapla się, przez co oddaje się ciepło, po czym skroplony czynnik obiegu pierwszego wypływa złączem drugim i kieruje się go do zaworu pierwszego rozprężnego. W zaworze tym rozpręża się czynnik obiegu pierwszego i kieruje się go do złącza drugiego skraplacza-parownika, w którym odparowuje się czynnik obiegu pierwszego i odbiera się ciepło z otoczenia. Następnie powstałe pary czynnika obiegu pierwszego kieruje się poprzez drugie i trzecie złącze zaworu czterodrogowego do sprężarki. Z kolei za pomocą czynnika w obiegu drugim, odbiera się ciepło, które uzyskano w obiegu pierwszym i tłoczy się go poprzez pompę obiegową do złącza czwartego wymiennika płytowego, zaś czynnik obiegu drugiego

ogrzewa się w wymienniku płytowym i kieruje się go do wymiennika ciepła oraz trzeciego zaworu sterowanego. W przypadku gdy układ pracuje w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury jest niższa niż 5°C od zadanej i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury jest dodatnia w skali Celsjusza, wówczas zamyka się trzeci i czwarty zawór sterowany, a otwiera się pierwszy i drugi zawór sterowany. W tej konfiguracji, czynnik obiegu drugiego tłoczy się za pomocą pompy obiegowej z wymiennika ciepła poprzez magazyn ciepła i chłodu do złącza czwartego wymiennika płytowego. W przypadku gdy układ pracuje w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury jest niższa niż 3°C od zadanej i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury jest ujemna i nie mniejsza niż -5°C , wówczas zamyka się trzeci i czwarty zawór sterowany, a otwiera się pierwszy i drugi zawór sterowany. Czynnik obiegu drugiego tłoczy się za pomocą pompy obiegowej z wymiennika ciepła poprzez magazyn ciepła i chłodu do złącza czwartego wymiennika płytowego. W przypadku gdy układ pracuje w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury jest niższa niż 10°C od zadanej i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury jest ujemna w skali Celsjusza, wówczas zamyka się drugi i trzeci zawór sterowany i otwiera się pierwszy i czwarty zawór sterowany. Wówczas czynnik obiegu drugiego tłoczy się za pomocą pompy obiegowej z wymiennika ciepła poprzez zawór sterowany do złącza czwartego wymiennika płytowego. W przypadku gdy układ pracuje w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury jest bliska temperaturze zadanej $\pm 3^{\circ}\text{C}$ oraz napięcie zmierzone na szynach prądu stałego jest wyższe od napięcia znamionowego określonego przez producenta pojazdu, wówczas zamyka się pierwszy i czwarty zawór sterowany, a otwiera się drugi i trzeci zawór sterowany. Wówczas czynnik obiegu drugiego tłoczy się za pomocą pompy obiegowej poprzez trzeci i czwarty zawór sterowany do czwartego złącza wymiennika płytowego. W przypadku gdy układ pracuje w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury jest bliska temperaturze zadanej $\pm 3^{\circ}\text{C}$ oraz napięcie zmierzone na szynach prądu stałego jest bliskie napięciu znamionowemu, z tolerancją określoną przez producenta pojazdu, wyłącza się sprężarkę oraz pompę obiegową. Gdy temperatura w strefie klimatyzowanej pojazdu jest większa od zadanej wartości i układ pracuje w trybie chłodzenia, za pomocą sprężarki spręża się czynnik w obiegu pierwszym. Natomiast za pomocą modułu sterującego przestawia się zawór czterodrogowy tak, aby sprężony czynnik obiegu pierwszego kierowany był do skraplacza-parownika, w którym odbiera się ciepło i skrapla się czynnik obiegu pierwszego, po czym skroplony czynnik obiegu pierwszego wypływa złączem drugim skraplacza-parownika i kieruje się do zaworu rozprężnego, w którym następuje rozprężanie. Rozprężony czynnik obiegu pierwszego kieruje się do złącza drugiego wymiennika płytowego, w którym następuje proces parowania i odbierania ciepła z wymiennika płytowego. Ciepło odbiera się w procesie parowania od czynnika obiegu drugiego, który to czynnik obiegu drugiego wpompowywany jest płytowego przez pompę obiegową do złącza czwartego wymiennika płytowego. Następnie schłodzony czynnik obiegu drugiego wypływa złączem trzecim wymiennika płytowego i kieruje się go do złącza pierwszego wymiennika ciepła oraz trzeciego zaworu sterowanego. W przypadku gdy układ pracuje w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury jest wyższa niż 5°C od zadanej, a temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury jest ujemna w skali Celsjusza, wówczas zamyka się trzeci i czwarty zawór sterowany i otwiera się pierwszy i drugi zawór sterowany. Czynnik obiegu drugiego tłoczy się za pomocą pompy obiegowej z wymiennika ciepła poprzez magazyn ciepła i chłodu do złącza czwartego wymiennika płytowego. W przypadku gdy układ pracuje w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury jest wyższa niż 3°C od zadanej i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury jest dodatnia w skali Celsjusza i nie większa niż 5°C , wówczas zamyka się trzeci i czwarty zawór sterowany, a otwiera się pierwszy i drugi zawór sterowany. Czynnik obiegu drugiego tłoczy się za pomocą pompy obiegowej z wymiennika ciepła poprzez magazyn ciepła i chłodu do złącza czwartego wymiennika płytowego. W przypadku gdy układ pracuje w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury jest wyższa niż 10°C i temperatura zmierzona w magazynie ciepła

i chłodu za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury jest dodatnia w skali Celsjusza, zamyka się drugi i trzeci zawór sterowany, a otwiera się pierwszy i czwarty zawór sterowany, oraz tłoczy się za pomocą pompy obiegowej czynnik obiegu drugiego z wymiennika ciepła poprzez czwarty zawór sterowany do złącza wymiennika płytowego. W przypadku gdy układ pracuje w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury jest bliska temperaturze zadanej $\pm 3^{\circ}\text{C}$ oraz napięcie zmierzone na szynach prądu stałego jest wyższe od znamionowego napięcia określonego przez producenta pojazdu wówczas zamyka się pierwszy i czwarty zawór sterowany, a otwiera się drugi i trzeci zawór sterowany. Czynnik obiegu drugiego tłoczy się za pomocą pompy obiegowej poprzez magazyn ciepła i chłodu do złącza czwartego wymiennika płytowego. W przypadku gdy układ pracuje w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury jest bliska temperaturze zadanej $\pm 3^{\circ}\text{C}$ oraz napięcie zmierzone na szynach prądu stałego jest bliskie napięciu znamionowemu określonego przez producenta pojazdu, wyłącza się sprężarkę oraz pompę obiegową.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że zastosowanie sposobu i układu magazynowania ciepła albo chłodu w pojazdach z napędem elektrycznym wydłuża żywotność akumulatorów elektrochemicznych, które są używane w pojazdach elektrycznych. W klasycznych rozwiązaniach z napędem elektrycznym energię wytraca się na rezystorach hamujących. Układ według wynalazku odbiera energię hamowania, przetwarza odebraną energię na strumień ciepła lub chłodu i magazynuje przetworzoną energię w zasobniku ciepła lub chłodu. Następnie zakumulowana energia jest wykorzystywana w procesie klimatyzowania wnętrza kabiny pojazdu, co tym samym przekłada się na wydłużenie zasięgu pojazdów elektrycznych oraz obniża koszty eksploatacyjne. Ponadto poprzez odpowiednie zarządzanie układem możliwe jest ograniczanie udarów prądowych podczas rozruchów klimatyzacji, co korzystnie wpływa na stabilizację napięcia w systemie trakcyjnym. Dodatkowa możliwość ładowania zasobnika podczas taryfy nocnej pozytywnie wpływa na obciążenie systemu elektroenergetycznego. Zastąpienie elektrochemicznych źródeł energii elektrycznej proponowanym rozwiązaniem technicznym wydłuży czas eksploatacji źródła z 10 do 30 lat, co przekroczy zakładany czas eksploatacji pojazdu elektrycznego. Natomiast minimalizacja liczby akumulatorów chemicznych przyczyni się do wzrostu bezpieczeństwa użytkowania pojazdów elektrycznych.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na schematycznym rysunku.

Układ magazynowania ciepła albo chłodu, w przykładzie wykonania składa się z modułu pomiaru temperatury T1 oraz modułu pomiaru temperatury T2 połączonych z falownikiem f trójfazowym poprzez moduł sterujący MS oraz szyn prądu stałego SS połączonych z falownikiem f. Falownik f połączony jest ze sprężarką SP, która połączona jest dwoma przewodami ze złączem a i b zaworu czterodrogowego ZD4. Zawór czterodrogowy ZD4 połączony jest złączem c ze skraplaczem-parownikiem SK/PR, który połączony jest równolegle z pierwszym zaworem rozprężnym ZR1 i drugim zaworem rozprężnym ZR2. Zawory rozprężne ZR1 i ZR2 połączone są odwrotnie równolegle ze sobą. Pierwszy i drugi zawór rozprężny ZR1 i ZR2 połączone są ze złączem 2 wymiennika płytowego WP. Wymiennik płytowy WP połączony jest złączem 1 ze złączem d zaworu czterodrogowego ZD4. Złącze 3 wymiennika płytowego WP połączone jest z wymiennikiem ciepła WC zainstalowanym w kabinie pasażerskiej posiadającym układ wymuszonego obiegu powietrza oraz z trzecim zaworem sterowanym Z3 z cewką elektromagnetyczną. Wymiennik ciepła WC połączony jest poprzez pierwszy zawór sterowany Z1 i drugi zawór sterowany Z2, posiadające cewki elektromagnetyczne z magazynem ciepła i chłodu MC. Zbiornik ciepła i chłodu MC połączony jest z pompą obiegową PO. Pompa obiegowa PO połączona jest przewodami hydraulicznymi ze złączem 4 wymiennika płytowego WP. Trzeci zawór sterowany Z3 połączony jest pomiędzy pierwszy zawór sterowany Z1 i drugi zawór sterowany Z2. Trzeci zawór sterowany Z3 połączony jest poprzez czwarty zawór sterowany Z4 pomiędzy magazynem ciepła i chłodu MC a pompą obiegową PO.

Magazynowanie ciepła w przykładzie wykonania odbywało się w ten sposób że: ustalono zadaną wartość temperatury w strefie klimatyzowanej pojazdu i zmierzono tę wartość za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury T1. Jednocześnie mierzono temperaturę wewnątrz magazynu ciepła i chłodu MC za pomocą drugiego modułu T2. Zmierzone wartości temperatury wysyłano do modułu sterującego MS. Jednocześnie mierzono napięcie na szynach prądu stałego SS i przysyłało mierzony sygnał do modułu sterującego MS, który steruje prędkością obrotową sprężarki SP za pośrednictwem falownika f, oraz poziomem otwarcia zaworów rozprężnych ZR1 i ZR2. Gdy temperatura w strefie klimatyzowanej pojazdu spadła poniżej zadanej wartości podczas pracy w trybie

ogrzewania, za pomocą sprężarki SP sprężano czynnik w obiegu I, a za pomocą modułu sterującego MS przedstawiono zawór czterodrogowy Z4D tak, aby sprężone pary czynnika obiegu I były kierowane do wymiennika płytowego WP, w którym skraplał się czynnik obiegu I przez co było oddawane ciepło. Następnie skroplony czynnik obiegu I kierowano do zaworu rozprężnego ZR1. W zaworze rozprężnym ZR1 czynnik rozprężał się i rozprężony czynnik obiegu I kierowano do skrapiacza-parownika SK/PR, w którym odparowywano go i odbierano ciepło z otoczenia. Następnie pary gazu kierowano poprzez zawór czterodrogowy Z4D do sprężarki SP. Za pomocą czynnika w obiegu II, odbierano ciepło, które uzyskano w obiegu I, a czynnik tłoczono poprzez pompę obiegową PO do wymiennika płytowego WP. Czynnik obiegu II ogrzewał się w wymienniku płytowym WP i kierowany był do wymiennika ciepła WC oraz do zaworu sterowanego Z3.

Gdy układ pracował w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą modułu pomiaru temperatury T1 była niższa o 5°C od zadanej temperatury i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu MC za pomocą modułu pomiaru temperatury T2 była dodatnia w skali Celsjusza, wówczas zamknięto zawory sterowane Z3 i Z4 i otwarto zawory sterowane Z1 i Z2, przez które tłoczono za pomocą pompy obiegowej PO czynnik obiegu II z wymiennika ciepła WC poprzez magazyn ciepła i chłodu MC do wymiennika płytowego WP. Taki układ pracy skutkował jednoczesnym ogrzewaniem przestrzeni klimatyzowanej oraz ładowaniem magazynu ciepła i chłodu MC.

Magazynowanie chłodu w przykładzie wykonania polegało na tym, że w strefie klimatyzowanej pojazdu temperatura była większa od zadanej wartości i układ pracował w trybie chłodzenia. Za pomocą sprężarki SP sprężano się czynnik w obiegu I, a za pomocą modułu sterującego MS przedstawiono zawór czterodrogowy Z4D tak, aby sprężony czynnik obiegu I kierowany był do skraplacza-parownika SK/PR, w którym odbierano ciepło i skraplano czynnik obiegu I. Po czym skroplony czynnik obiegu I kierowano się do zaworu rozprężnego ZR2, w którym nastąpiło rozprężanie. Następnie rozprężony czynnik obiegu I kierowano do wymiennika płytowego WP, w którym następował proces parowania i odbierania ciepła z wymiennika płytowego WP. Ciepło odbierane było od czynnika obiegu II, który to czynnik obiegu II wpompowywany był przez pompę obiegową PO do wymiennika is płytowego WP, a następnie schłodzony czynnik obiegu II wypływał z wymiennika płytowego WP i kierowany był do wymiennika ciepła WC oraz trzeciego zaworu sterowanego Z3.

Gdy układ pracował w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury T1 była wyższa niż 5°C od zadanej i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu MC za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury T2 była ujemna, wówczas zamknięto zawory sterowane Z3 i Z4, a otwarto pierwszy i drugi zawór sterowany Z1 i Z2 oraz tłoczono się za pomocą pompy obiegowej PO czynnik obiegu II z wymiennika ciepła WC 25 poprzez magazyn ciepła MC i chłodu do wymiennika płytowego WP. Taki układ pracy skutkował jednoczesnym chłodzeniem przestrzeni klimatyzowanej pojazdu przez układ klimatyzacji i magazyn ciepła i chłodu MC.

Gdy układ pracował w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury T1 była wyższa niż 3°C od zadanej i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu MC za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury T2 była dodatnia i nie większa niż 5°C, wówczas zamknięto trzeci i czwarty zawór sterowany Z3 i Z4 i otwarto pierwszy i drugi zawór sterowany Z1 i Z2 oraz tłoczono za pomocą pompy obiegowej PO czynnik obiegu II z wymiennika ciepła WC poprzez magazyn ciepła i chłodu MC do wymiennika płytowego WP. Taki układ pracy skutkował jednoczesnym chłodzeniem przestrzeni klimatyzowanej pojazdu oraz ładowaniem magazynu ciepła i chłodu MC.

Gdy układ pracował w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury T1 była wyższa niż 10°C od temperatury zadanej i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu MC za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury T2 była dodatnia, zamknięto drugi i trzeci zawór sterowany Z2 i Z3 i otwarto pierwszy i czwarty zawór sterowany Z1 i Z4 oraz tłoczono za pomocą pompy obiegowej PO czynnik obiegu II z wymiennika ciepła WC poprzez czwarty zawór sterowany Z4 do wymiennika płytowego WP. Taki układ pracy skutkuje chłodzeniem przestrzeni klimatyzowanej pojazdu, magazyn ciepła i chłodu MC nie brał czynnego udziału w procesie klimatyzowania.

Gdy układ pracował w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury T1 była bliska temperaturze zadanej $\pm 3^{\circ}\text{C}$ oraz napięcie zmierzone na szynie prądu stałego SS było wyższe od znamionowego

napięcia określonego przez producenta pojazdu, zamknięto pierwszy i czwarty zawór sterowany Z1 i Z4, a otwarto drugi i trzeci zawór sterowany Z2 i Z3 oraz tłoczono za pomocą pompy obiegowej PO czynnik obiegu II poprzez magazyn ciepła i chłodu MC do wymiennika płytowego WP. Taki układ pracy skutkował ładowaniem magazynu ciepła i chłodu MC. Gdy układ pracował w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury T1 była bliska temperaturze zadanej $\pm 3^{\circ}\text{C}$ oraz napięcie zmierzone na szynie prądu stałego SS było bliskie znamionowego napięcia określonego przez producenta pojazdu, wyłączano sprężarkę SP oraz pompę obiegową PO.

Wykaz oznaczeń:

WC – wymiennik ciepła,
SK/PR – skraplacz-parownik (zewnątrzny wymiennik ciepła),
MC – magazyn ciepła i chłodu,
WP – wymiennik płytowy,
SP – sprężarka,
PO – pompa obiegowa,
F – falownik,
SS – szyny prądu stałego,
MS – moduł sterujący,
T1 – pierwszy moduł pomiaru temperatury,
T2 – drugi moduł pomiaru temperatury,
ZR1 – pierwszy zawór rozprężny,
ZR2 – drugi zawór rozprężny,
Z1 – pierwszy zawór sterowany,
Z2 – drugi zawór sterowany,
Z3 – trzeci zawór sterowany,
Z4 – czwarty zawór sterowany,
Z4D – zawór czterodrogowy,
1 – pierwsze złącze wymiennika płytowego,
2 – drugie złącze wymiennika płytowego,
3 – trzecie złącze wymiennika płytowego,
4 – czwarte złącze wymiennika płytowego,
I – pierwszy obieg,
II – drugi obieg,
A – pierwsze złącze skraplacza-parownika,
B – drugie złącze skraplacza-parownika,
a – pierwsze złącze zaworu czterodrogowego,
b – drugie złącze zaworu czterodrogowego,
c – trzecie złącze zaworu czterodrogowego,
d – czwarte złącze zaworu czterodrogowego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ magazynowania ciepła albo chłodu w pojazdach z napędem elektrycznym posiadający: moduły pomiaru temperatury (T1 i T2), moduł sterujący (MS), wymiennik ciepła (WC), skraplacz-parownik (SK/PR), wymiennik płytowy (WP), sprężarkę (SP), pompę obiegową (PO), zawory sterowane (Z1-Z4), zawory rozprężne (ZR1 i ZR2) i zawór czterodrogowy (Z4D), **znamienny tym**, że moduł pomiaru temperatury (T1) oraz moduł pomiaru temperatury (T2) połączone są z falownikiem (f) poprzez moduł sterujący (MS) oraz szyny prądu stałego (SS) połączone są z falownikiem (f) natomiast falownik (f) połączony jest ze sprężarką (SP), która połączona jest dwoma przewodami ze złączem (a) i (b) zaworu czterodrogowego (Z4D), zaś zawór czterodrogowy (Z4D) połączony jest złączem (c) ze skraplaczem-parownikiem (SK/PR), który połączony jest równolegle z pierwszym zaworem rozprężnym (ZR1) i drugim zaworem rozprężnym (ZR2), które połączone są odwrotnie równolegle ze sobą, zaś zawory rozprężne pierwszy i drugi (ZR1 i ZR2) połączone są ze złączem (2) wymiennika płytowego (WP), przy czym wymiennik płytowy (WP) połączony jest złączem (1) z złączem (d) zaworu

czterodrogowego (Z4D), a złącze (3) wymiennika płytowego (WP) połączone jest z wymiennikiem ciepła (WC) oraz z trzecim zaworem sterowanym (Z3), natomiast wymiennik ciepła (WC) połączony jest poprzez pierwszy zawór sterowany (Z1) i drugi zawór sterowany (Z2) z magazynem ciepła i chłodu (MC), który połączony jest z pompą obiegową (PO), natomiast pompa obiegowa (PO) połączona jest ze złączem (4) wymiennika płytowego (WP), natomiast trzeci zawór sterowany (Z3) połączony jest pomiędzy pierwszy zawór sterowany (Z1) i drugi zawór sterowany (Z2) oraz trzeci zawór sterowany (Z3) połączony jest poprzez czwarty zawór sterowany (Z4) pomiędzy magazynem ciepła i chłodu (MC) a pompą obiegową (PO).

2. Sposób magazynowania ciepła albo chłodu w pojazdach z napędem elektrycznym, **znamienny tym**, że: ustala się zadaną wartość temperatury w strefie klimatyzowanej pojazdu i mierzy się tę wartość za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury (T1) i jednocześnie wysyła się tę informację do modułu sterującego (MS), jednocześnie mierzy się temperaturę wewnątrz magazynu ciepła i chłodu (MC) za drugiego pomocą modułu (T2) i wysyła się informacje do modułu sterującego (MS), mierzy się napięcie na szynach prądu stałego (SS) i przesyła się zmierzony sygnał do modułu sterującego (MS), który steruje prędkością obrotową sprężarki (SP) oraz poziomem otwarcia zaworów rozprężnych pierwszego i drugiego (ZR1 i ZR2), przy czym za pośrednictwem falownika (f) zmienia się prędkość obrotową sprężarki (SP) i spręża się czynnik w pierwszym obiegu (I), gdy temperatura w strefie klimatyzowanej pojazdu jest mniejsza od zadanej wartości i układ pracuje w trybie ogrzewania, za pomocą sprężarki (SP) spręża się czynnik w pierwszym obiegu (I) i za pomocą modułu sterującego (MS) przestawia się zawór czterodrogowy (Z4D) tak, aby sprężone pary czynnika w pierwszym obiegu (I) były kierowane do złącza (1) wymiennika płytowego (WP), gdzie skrapla się czynnik w pierwszym obiegu (I) przez co oddaje się ciepło, po czym skroplony czynnik w pierwszym obiegu (I) wypływa złączem (2) i kieruje się go do pierwszego zaworu rozprężnego (ZR1), w którym rozpręża się go, a rozprężony czynnik w pierwszym obiegu (I) kieruje się do złącza (B) skraplacza-parownika (SK/PR), w którym odparowuje się go i odbiera się ciepło z otoczenia, następnie ze złącza (A) pary gazu kieruje się poprzez złącza (c) i (b) zaworu czterodrogowego (Z4D) do sprężarki (SP), zaś za pomocą czynnika w drugim obiegu (II), odbiera się ciepło, które uzyskano w pierwszym obiegu (I) i tłoczy się go poprzez pompę obiegową (PO) do złącza (4) wymiennika płytowego (WP), zaś czynnik w drugim obiegu (II) ogrzewa się w wymienniku płytowym (WP) i kieruje się go do wymiennika ciepła (WC) oraz trzeciego zaworu sterowanego (Z3), w przypadku gdy układ pracuje w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru (T1) temperatury jest niższa niż 5°C od zadanej, a temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu (MC) za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury (T2) jest dodatnia w skali Celsjusza, wówczas zamyka się trzeci i czwarty zawór sterowany (Z3 i Z4) i otwiera się pierwszy i drugi zawór sterowany (Z1 i Z2) oraz tłoczy się za pomocą pompy obiegowej (PO) czynnik w drugim obiegu (II) do wymiennika ciepła (WC) poprzez magazyn ciepła i chłodu (MC) do złącza (4) wymiennika płytowego (WP), w przypadku gdy układ pracuje w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury (T1) jest niższa niż 3°C od zadanej, a temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu (MC) za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury (T2) jest ujemna i nie mniejsza niż - 5°C, wówczas zamyka się trzeci i czwarty zawór sterowany (Z3 i Z4) i otwiera się zawory sterowane pierwszy i drugi (Z1 i Z2) oraz tłoczy się za pomocą pompy obiegowej (PO) czynnik w drugim obiegu (II) z wymiennika ciepła (WC) poprzez magazyn ciepła i chłodu (MC) do złącza (4) wymiennika płytowego (WP), w przypadku gdy układ pracuje w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury (T1) jest niższa niż 10°C od zadanej i temperatura zmierzona w magazynie (MC) ciepła i chłodu za pomocą modułu drugiego pomiaru temperatury (T2) jest ujemna w skali Celsjusza, wówczas zamyka się drugi i trzeci zawór sterowany (Z2 i Z3) i otwiera się pierwszy i czwarty zawór sterowany (Z1 i Z4) oraz tłoczy się za pomocą pompy obiegowej (PO) czynnik w drugim obiegu (II) z wymiennika ciepła (WC) poprzez czwarty zawór sterowany (Z4) do złącza (4) wymiennika płytowego (WP), w przypadku gdy układ pracuje w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury (T1) jest bliska temperaturze zadanej $\pm 3^{\circ}\text{C}$ oraz napięcie zmierzone na szynie prądu stałego (SS) jest wyższe od znamionowego napięcia określonego przez producenta pojazdu, wówczas zamyka się pierwszy i czwarty zawór sterowany (Z1 i Z4) i otwiera się drugi i trzeci zawór sterowany (Z2 i Z3) oraz tłoczy się za pomocą pompy obiegowej (PO) czynnik w drugim obiegu (II)

poprzez magazyn ciepła i chłodu (MC) do złącza (4) wymiennika płytowego (WP), w przypadku gdy układ pracuje w trybie ogrzewania oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury (T1) jest bliska temperaturze zadanej $\pm 3^{\circ}\text{C}$ oraz napięcie zmierzone na szynie prądu stałego (SS) jest bliskie znamionowego napięcia określonego przez producenta pojazdu, wyłącza się sprężarkę (SP) oraz pompę obiegową (PO), zaś gdy temperatura w strefie klimatyzowanej pojazdu jest większa od zadanej wartości i układ pracuje w trybie chłodzenia, za pomocą sprężarki (SP) spręża się czynnik w pierwszym obiegu (I), a za pomocą modułu sterującego (MS) przestawia się zawór czterodrogowy (Z4D) tak, aby sprężony czynnik w pierwszym obiegu (I) kierowany był do skraplacza-parownika (SK/PR), w którym odbiera się ciepło i skrapla się czynnik w pierwszym obiegu (I), po czym skroplony czynnik w pierwszym obiegu (I) wypływa złączem (B) i kieruje się do drugiego zaworu (ZR2) rozprężnego, w którym następuje rozprężanie, zaś rozprężony czynnik w pierwszym obiegu (I) kieruje się do złącza (2) wymiennika płytowego (WP), w którym następuje proces parowania i odbierania ciepła z wymiennika płytowego (WP), a ciepło odbierane jest od czynnika w drugim obiegu (II), który to czynnik w drugim obiegu (II) wpompowywany jest przez pompę obiegową (PO) do złącza (4) wymiennika płytowego (WP), następnie schłodzony czynnik w drugim obiegu (II) wypływa złączem (3) wymiennika płytowego (WP) i kieruje się go do złącza (1) wymiennika ciepła (WC) oraz trzeciego zaworu sterowanego (Z3), w przypadku gdy układ pracuje w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury (T1) jest wyższa niż 5°C od zadanej i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu (MC) za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury (T2) jest ujemna w skali Celsjusza, wówczas zamyka się trzeci i czwarty zawór sterowany (Z3 i Z4) i otwiera się pierwszy i drugi zawór sterowany (Z1 i Z2) oraz tłoczy się za pomocą pompy obiegowej (PO) czynnik w drugim obiegu (II) z wymiennika ciepła (WC) poprzez magazyn ciepła i chłodu (MC) do złącza (4) wymiennika płytowego (WP), w przypadku gdy układ pracuje w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury (T1) jest wyższa niż 3°C od zadanej i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu (MC) za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury (T2) jest dodatnia i nie większa niż 5°C , wówczas zamyka się trzeci i czwarty zawór sterowany (Z3 i Z4) i otwiera się pierwszy i drugi zawór sterowany (Z1 i Z2) oraz tłoczy się za pomocą pompy obiegowej (PO) czynnik w drugim obiegu (II) z wymiennika ciepła (WC) poprzez magazyn ciepła i chłodu (MC) do złącza (4) wymiennika płytowego (WP), w przypadku gdy układ pracuje w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury (T1) jest wyższa niż 10°C i temperatura zmierzona w magazynie ciepła i chłodu za pomocą drugiego modułu pomiaru temperatury (T2) jest dodatnia w skali Celsjusza, zamyka się drugi i trzeci zawór sterowany (Z2 i Z3), a otwiera się zawór sterowany pierwszy i czwarty (Z1 i Z4) oraz tłoczy się za pomocą pompy obiegowej (PO) czynnik w drugim obiegu (II) z wymiennika ciepła (WC) poprzez czwarty zawór sterowany (Z4) do złącza wymiennika płytowego (WP), w przypadku gdy układ pracuje w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury (T1) jest bliska temperaturze zadanej $\pm 3^{\circ}\text{C}$ oraz napięcie zmierzone na szynie prądu stałego (SS) jest wyższe od znamionowego napięcia określonego przez producenta pojazdu, zamyka się pierwszy i czwarty zawór sterowany (Z1 i Z4) i otwiera się drugi i trzeci zawór sterowany (Z2 i Z3) oraz tłoczy się za pomocą pompy obiegowej (PO) czynnik w drugim obiegu (II) poprzez magazyn ciepła i chłodu (MC) do złącza (4) wymiennika płytowego (WP), w przypadku gdy układ pracuje w trybie chłodzenia oraz temperatura zmierzona w przestrzeni klimatyzowanej pojazdu za pomocą pierwszego modułu pomiaru temperatury (T1) jest bliska temperaturze zadanej $\pm 3^{\circ}\text{C}$ oraz napięcie zmierzone na szynie prądu stałego (SS) jest bliskie znamionowego napięcia określonego przez producenta pojazdu, wyłącza się sprężarkę (SP) oraz pompę obiegową (PO).

Rysunek

