



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **70630** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
F25B 30/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2011 12175**

(22) Дата подання заявки: **18.10.2011**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.06.2012**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.06.2012, Бюл.№ 12**

(72) Винахідник(и):

Жарков Віктор Якович (UA)

(73) Власник(и):

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна (UA)**

(54) СПОСІБ РОБОТИ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

(57) Реферат:

Спосіб роботи теплового насоса заснований на циркуляції робочого тіла по замкнутому контуру із послідовно з'єднаних випарника, конденсатора, дроселя. Як робоче тіло використовують висококиплячу речовину з плюсовою температурою кипіння ($T > 273\text{K}$) при нормальному атмосферному тиску, яку відкачують з випарника і подають до конденсатора. Відкачування робочого тіла здійснюють вакуумним насосом.

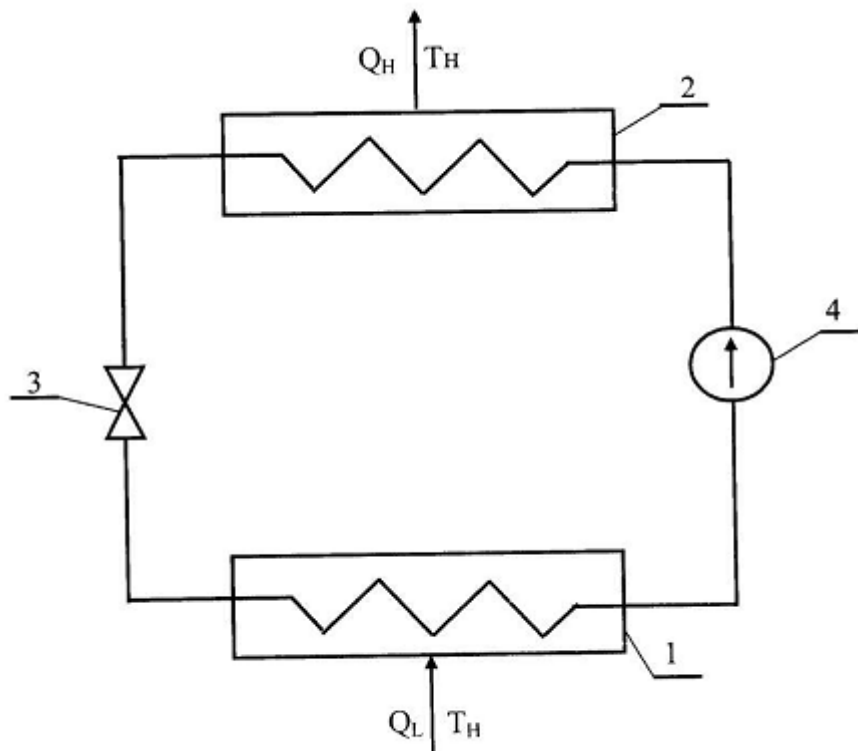


Fig. 1

UA 70630 U

UA 70630 U

Корисна модель належить до технології перетворення теплової енергії і може бути використана при розробці і виготовленні теплових насосів, які дозволяють одержати теплову енергію з температурою, достатньою для опалювання та гарячого водопостачання жилих та виробничих об'єктів, шляхом її утилізації з низькотемпературних джерел природного або штучного походження, що належать до категорії так званих вторинних ресурсів, та може бути використана при теплопостачанні споживачів.

Спосіб роботи теплового насоса відомий давно. При цьому застосовується принцип, за яким працюють холодильні машини, а саме - зворотний цикл Карно, опублікований ним в своїй дисертації в 1824 р., і цей цикл залишається фундаментальною основою для порівняння з ним і оцінки ефективності теплових насосів. Практичну теплонасосну систему запропонував англієць Вільям Томсон в 1852 р. Вона була названа помножувачем тепла і показувала, як холодильну машину ефективно використовувати для цілей опалення. Запропонована Томсоном теплонасосна система відкритого циклу як робоче тіло використовує повітря. Навколишнє повітря засмоктується у вхідний циліндр, розширюється і за рахунок цього охолоджується, потім проходить через теплообмінник, де нагрівається зовнішнім повітрям. Після стиснення до атмосферного тиску у вихідному циліндрі повітря надходить в опалюване приміщення, будучи нагрітим до температури вищої за навколишню [Рей Д. Тепловые насосы /Д.Рей, Д.Макмайкл. Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1982. -282 С.]. За такої схеми отримана тепла енергія перевищує енергію, витрачену на роботу компресора. Таким чином, тепловий насос здійснює трансформацію теплової енергії з низьким потенціалом на більш високий, необхідний споживачу. Томсон заявив, що його тепловий насос здатний давати необхідне тепло при використанні лише 3 % енергії, що витрачається на пряме опалення.

Недолік реалізованого Томсоном способу полягає у відсутності замкнутого циркуляційного контуру: зовнішнє повітря (часом забруднене) постійно надходить до опалюваного приміщення; повітря, використане як робоче тіло в розімкненій системі Томсона, не змінює свого агрегатного стану, а тому не використовує схованої теплоти від такої зміни, має низьку питому теплоємність і знижує продуктивність теплового насоса. Не дивлячись на ефективність запропонованого теплового насоса, він не міг видавати задекларованого Томсоном високого показника ефективності.

Відомий спосіб роботи теплового насоса [Патент Росія 2354897, МПК (2006.1) F25B1/00, F25B9/00, F25B49/02 Способ работы теплового насоса. - Опубл. 10.05.2009.], який включає послідовно здійснювані процеси стиснення і розширення робочого тіла з переходом його з камери стиснення в камеру розширення і назад з відведенням тепла після процесу стиснення і підведенням тепла після процесу розширення, причому відповідність величини тиску в кінці процесу розширення величині тиску на початку процесу стиснення підтримують шляхом подачі в камеру розширення додаткового робочого тіла, в якому процес розширення підтримують щонайменше у двох камерах розширення, а подачу додаткового робочого тіла в камери розширення здійснюють шляхом переходу його безпосередньо з однієї камери розширення в іншу.

Недоліком відомого способу є додаткова витрата робочого тіла і, як наслідок, - висока собівартість отриманої теплоти.

Відомий також спосіб роботи теплового насоса [Патент Росія 218769, МПК⁷ F25B29/00, F25B30/00 Способ работы теплового насоса и тепловой насос для его осуществления.- Опубл. 20.08.2002], який включає нагрів робочої речовини шляхом підведення тепла з охолоджуваного середовища, подальше стиснення з підвищенням температури в суміжній посудині, відвід тепла і проштовхування робочої речовини з суміжної посудини; визначають діапазон температур охолоджуваного середовища, як робочу речовину використовують ту речовину, у якій критична температура більше мінімальної температури T_{\min} , але менше максимальної температури T_{\max} діапазону температур охолоджуваного середовища, при цьому неадіабатичному стисненню піддають робочу речовину в стані, відповідному моменту зникнення межі розділу фаз, до щільності, що не менш ніж в 2 рази перевищує критичну щільність, при цьому робочу речовину перед стисненням призводять до одного з станів з параметрами, що задовольняють таким умовам: $T_{\min} \leq T \leq T_{\text{кр}}$, при будь-якому $T_{\text{охл.ср}}$ попередньо визначеного діапазону температур, $P_{\min} \leq P \leq P_{\text{кр}}$, $V_{\text{кр}} \leq V \leq V_{\max}$, де T , P , V - температура, тиск і об'єм робочої речовини, $T_{\text{кр}}$, $P_{\text{кр}}$, $V_{\text{кр}}$ - температура, тиск і об'єм робочої речовини в критичній точці, $T_{\text{охл.ср}}$ - температура охолоджуваного середовища, P_{\min} - тиск, що відповідає ділянці постійного тиску на ізотермі з температурою T_{\min} , V_{\max} - максимальний об'єм робочої речовини на межі процесу, в якому $P=\text{const}$ і $T=\text{const}$ одночасно при $P=P_{\min}$ і $T=T_{\min}$, після чого перед стисненням збільшують об'єм робочої речовини до моменту зникнення межі розділу фаз при $P=\text{const}$ і $T=\text{const}$, причому перед

проштовхуванням тиск в стискаючому пристрої вирівнюють з тиском в іншій частині теплового насоса і при цьому тиску здійснюють проштовхування.

Недоліком відомого способу є його складність.

Як найближчий аналог способу роботи теплового насоса вибраний спосіб роботи теплового насоса [Патент №316654 Україна, МПК (2006) F28C3/00. Спосіб роботи теплового насоса. - Оубл. 10.04.2008. - Бюл.№7], який включає стадії, де за допомогою пристрою керування вибирають режим роботи теплового насоса; за допомогою циркуляційного насоса забезпечують циркуляцію теплоносія по зовнішньому контуру; холодоагент, що міститься у циркуляційному контурі, у теплообміннику-випарнику нагрівають теплом від теплоносія, який циркулює у зовнішньому контурі; перетворений у газ холодоагент стискають за допомогою компресора; утвореним у результаті стискання холодоагенту теплом за допомогою теплообмінника-конденсатора нагрівають теплоносій, який циркулює у контурі опалювання; залишковим теплом холодоагенту у теплообміннику-підігрівнику підігрівають теплоносій, який циркулює у зовнішньому контурі; дроселюють холодоагент; повторюють цикл роботи теплового насоса; та одночасно або окремо, у теплообміннику-охолоджувачі відбирають холод у теплоносія, який циркулює у зовнішньому контурі, із додатковим нагріванням теплоносія на виході з теплообмінника-охолоджувача. Як робоче тіло в циркуляційному контурі теплового насоса використовують холодоагент, який обрано з групи, що включає галоїдо-вуглецеві сполуки з вмістом хлору і фтору - фреони, у тому числі R22, R32, R125, R134A, R407C, P410A тощо.

Недоліком відомого способу, взятого за прототип, є використання в циркуляційному контурі фреонів, які із-за теплового забруднення і руйнування озонового шару Землі [Быков А.В. Программа перехода на озонобезопасные хладагенты/ А.В.Быков, И.М.Калнинь, В.И.Сапронов //Холодильная техника.-1991.-№10.-С.2] заборонені у відповідності до Кіотського протоколу [Кокорин А.О. Киотский протокол: еще один шаг вперед// Энергосбережение.-2007.-№3.-С.72-74]. Крім того, розглянутий спосіб, як і попередні, передбачають використання шкідливого низькокиплячого робочого тіла (фреонів або аміаку) та примусове його стиснення, що визиває підвищення вимог до всіх елементів циркуляційного контуру, а отже - до збільшення матеріалоемності і вартості теплового насоса.

В основу корисної моделі поставлена задача створення екологічно чистого і озонобезпечного способу роботи теплового насоса, який дозволить використовувати як робоче тіло екологічно безпечні холодоагенти з плюсовою температурою кипіння при атмосферному тиску ($T_{\text{кип}} > 273 \text{ K}$).

Поставлена задача вирішується тим, що в способі роботи теплового насоса, який заснований на циркуляції робочого тіла по замкнутому контуру із послідовно з'єднаних випарника, конденсатора, дроселя і, згідно з корисною моделлю, як робоче тіло використовують висококиплячу речовину з плюсовою температурою кипіння ($T > 273 \text{ K}$) при нормальному атмосферному тиску, яку відкачують з випарника і подають до конденсатора. В іншій конкретній формі виконання як висококиплячу речовину використовують етанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) або його водний розчин.

Особливість корисної моделі в тому, що як робоче тіло використовують висококиплячу речовину з плюсовою температурою кипіння ($T > 273 \text{ K}$) при нормальному атмосферному тиску, наприклад етанол, а для зміни агрегатного стану робочого тіла замість його стиснення компресором в конденсаторі здійснюють розширення у випарнику за рахунок його відкачування.

Таким чином, запропонована корисна модель забезпечує використання екологічно чистого, озонобезпечного робочого тіла. Додатковою перевагою запропонованого способу є зменшення матеріалоемності і спрощення експлуатації теплового насоса для його здійснення із-за використання системи низького тиску.

Використання як робочого тіла висококиплячої речовини з плюсовою температурою кипіння ($T > 273 \text{ K}$) при нормальному атмосферному тиску призводить до створення системи низького тиску, а отже до зменшення її матеріалоемності і спрощення експлуатації.

Відкачування висококиплячої речовини з плюсовою температурою кипіння ($T > 273 \text{ K}$) із випарника призводить до її кипіння і зміни агрегатного стану з рідкого на газоподібний (пару), а отже до збільшення її питомої теплоємності і продуктивності теплового насоса.

Використання як робочого тіла етанолу ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) або його водного розчину робить тепловий насос екологічно чистим і озонобезпечним.

Технічна суть запропонованого способу пояснюється графічним матеріалом: на фіг. 1 подана схема роботи теплового насоса, а на фіг. 2 - його термодинамічна схема.

Спосіб роботи теплового насоса, заснований на циркуляції робочого тіла по замкнутому контуру із послідовно з'єднаних випарника 1, конденсатора 2, дроселя 3 і вакуумного насоса 4, здійснюється наступним чином. Із випарника 1 вакуумний насос 4 відкачує висококиплячу

речовину - етанол (C_2H_5OH), який закипає і при випаровуванні змінює свій агрегатний стан з рідини на газ (пару). Теплота Q_L на випаровування етанолу відбирається від джерела низькопотенційного тепла, наприклад із зовнішнього повітря, або з землі. Відкачаний з випарника 1 газоподібний етанол надходить в конденсатор 2, з тиском близьким до атмосферного, збільшення тиску призводить до конденсації етанолу, який перетворюється в рідину, віддаючи при охолодженні теплоту Q_H приймачеві високопотенційного тепла. Дросель 3 забезпечує величину тиску в конденсаторі 2, необхідну для конденсації етанолу. Вакуумний насос 4 знижує тиск пари холодоагенту у випарнику до тих значень, при яких точка кипіння холодоагенту становиться нижчою за температуру у випарнику 1.

Параметри етанолу [Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей.- изд 2-е доп. и перераб. - М.: Наука, 1972.-С.407-415]: критична температура $T_{кр}=516,1K$ ($243,1\text{ }^{\circ}C$), критичний тиск $P_{кр}=63,9Pa$, температура кипіння при атмосферному тиску ($P=0,1MPa$) $T_{кип}=351,3K$ ($78,3^{\circ}C$), а питома теплота випаровування $r=840\text{ кДж/кг}$, теплоємність газоподібного етанолу в діапазоні температур від 0 до $100\text{ }^{\circ}C$ становить $C_p=1,34...1,69\text{ кДж/кг град}$.

Для роботи теплового насоса приймаємо діапазон робочих температур від невеликої мінусової ($-2,3\text{ }^{\circ}C$) (залежно від температури джерела низькопотенційного тепла) до $48...64\text{ }^{\circ}C$ (залежно від потреб споживача). При зниженні у випарнику тиску до $P=1,33\text{ кПа}$ температура кипіння знижується до $T_{кип}=270,4\text{ K}$ ($-2,3^{\circ}C$). При тиску пари в конденсаторі $P=26,7\text{ кПа}$ етанол конденсує при температурі (температура конденсації приймається рівній температурі кипіння) $T_{кип} = 224,6\text{ K}$ ($48,4^{\circ}C$). При тиску пари $53,4\text{ кПа}$ етанол конденсує при $T_{кип} = 336,5\text{ K}$ ($63,5^{\circ}C$). Робочий режим теплового насоса підбирають індивідуально в залежності від температури T_L низькопотенційного джерела і потреб в температурі T_H споживача високопотенційного тепла. Занадто високі температури конденсації вибирати не слід, так як, у міру приближення температури до критичної (для етанолу $T_{кр}=516,1\text{ K}$), схована теплота пароутворення швидко зменшується, теплоту віддає тільки перегрітий пар, але при суттєвому зменшенні КОП [Рей Д. Тепловые насосы/ Д. Рей, Д. Макмайкл. Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1982. - С.40-41]. Слід відмітити, що метанол (CH_3OH) як робоче тіло має не гірші від етанолу показники, але метанол ядовитий, тому використовувати його (особливо в побуті) не рекомендується.

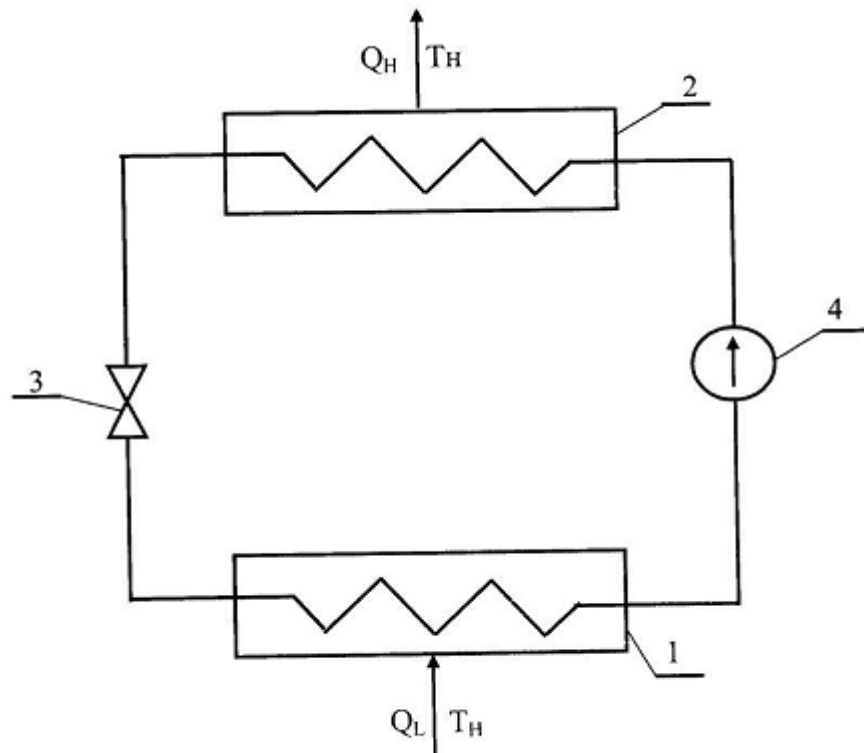
На фіг. 2:5- тепловий насос; T_H - висока температура теплоприймача; T_L - низька температура джерела теплоти; Q_L - теплота від джерела низькопотенційного тепла; Q_H - високопотенційна теплота; W - потужність приводу (на схемі не показано). Тепловий насос 5 можна розглядати як обернену теплову машину. Теплова машина одержує теплоту від високотемпературного джерела і скидає його за низької температури, віддаючи корисну роботу, а тепловий насос вимагає витрати роботи W для отримання теплоти Q_L за низької температури T_L і віддачі її за вищої температури T_H . Відношення Q_H/W називається коефіцієнтом перетворення (КОП) теплового насоса. Його використовують для оцінки ефективності роботи теплових насосів. Зазвичай коефіцієнт перетворення теплового насоса досягає у середньому значення 3 або трохи більше.

Таким чином, тепловий насос 5 здійснює трансформацію теплової енергії з низького потенціалу T_L (температурного рівня) на більш високий T_H , необхідний споживачу.

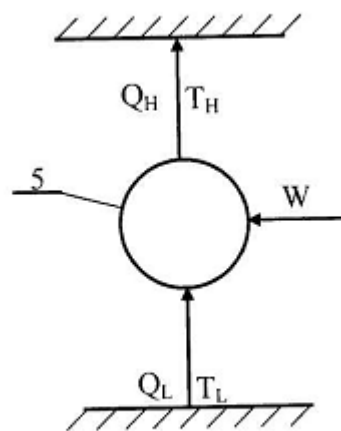
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб роботи теплового насоса, що заснований на циркуляції робочого тіла по замкнутому контуру із послідовно з'єднаних випарника, конденсатора, дроселя, який **відрізняється** тим, що як робоче тіла використовують висококиплячу речовину з плюсовою температурою кипіння ($T>273K$) при нормальному атмосферному тиску, яку відкачують з випарника і подають до конденсатора, відкачування робочого тіла здійснюють вакуумним насосом.

2. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що як висококиплячу речовину використовують етанол або його водний розчин.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601