



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **77776** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**F25B 30/00**  
**F24J 3/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2012 10158</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Жарков Віктор Якович (UA),</b> <b>Никифорова Лариса Євгенівна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>27.08.2012</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.02.2013</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>Жарков Віктор Якович,</b> вул. Леніна, 137, кв. 13, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72319 (UA), <b>Никифорова Лариса Євгенівна,</b> пр. Б. Хмельницького, 19, кв. 35, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312 (UA)
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.02.2013, Бюл.№ 4</b>	

**(54) ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНИЙ ТЕПЛОВИЙ НАСОС НИЗЬКОГО ТИСКУ**

**(57) Реферат:**

Екологобезпечний тепловий насос низького тиску містить випарник, вакуумний насос, конденсатор і дросель, об'єднані в замкнутий циркуляційний контур теплового насоса з холодоагентом в вигляді висококиплячої речовини з плюсовою температурою кипіння при нормальному атмосферному тиску. Насос містить зовнішній циркуляційний контур із теплообмінника і циркуляційного насоса для прокачування теплоносія від зовнішнього джерела низькопотенційної теплоти, зовнішній циркуляційний контур функціонально пов'язаний із контуром теплового насоса.

**U**  
**UA 77776**

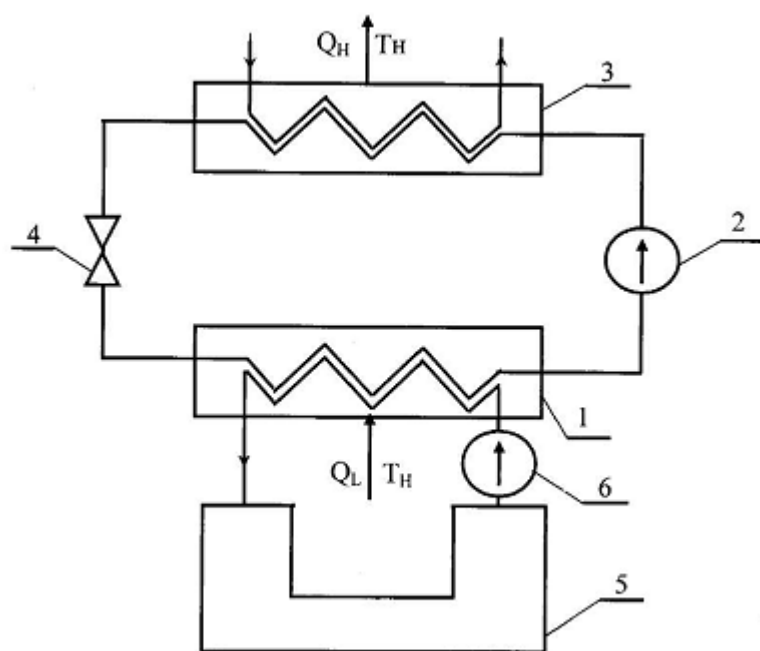


Fig. 1

Пропонована корисна модель належить до нагрівних систем, призначених для трансформації низькопотенційної теплоти від зовнішнього джерела у високопотенційну, прийнятну для споживача.

Відомий тепловий насос для використання тепла морської, ґрунтової та скидної води [Патент 458148 Швеція, МПК F24J3/00, опубл. 22.02.1989], в якому низка вертикально установлених тонких плат із алюмінію, міді, нержавіючої сталі тощо мають внутрішні канали, по яких прокачується теплоносіє для теплового насоса. По обидва боки верхнього кінця плат розташовані перфоровані трубки, в які подається вода із основного джерела. Розбризкана із трубок вода стікає по платах, віддаючи їм тепло. Ця вода збирається, відводиться і скидається на відстані від місця забору. Недоліком названої установки є громіздкість і висока питома металоємність конструкції, що не дозволяє використовувати її в місцях з щільною забудовою.

Відомий пристрій для отримання тепла за допомогою теплового насоса [Заявка 3115891 ФРН, МПК F24J3/04, опубл. 11.11.1982], що містить дві теплонасосні установки з різними коефіцієнтами трансформації і різної потужності, з отриманням тепла із довкілля і привідного ДВЗ. Недоліком пристрою є його складність і забруднення довкілля вихлопними газами ДВЗ.

Відома також теплонасосна установка [А.с. 770318 SU, МПК F25B29/00. - Опубл. 30.03.1985. - Бюл. № 12. - С. 203], що містить компресор, конденсатор, регулюючий вентиль, випарник, додаткову автономну холодильну машину з лініями високого тиску. Недоліком названої установки є громіздкість та складність конструкції і, обумовлена наявністю високого тиску і, як наслідок, висока її вартість.

Загальним недоліком відомих теплових насосів є використання холодоагентів із групи, що включає галоїдо-вуглецеві сполуки з вмістом хлору і фтору - фреонів, які із-за теплового забруднення і руйнування озонового шару Землі [Быков А.В. Программа перехода на озонобезопасные хладагенты / А.В. Быков, И.М. Калнинъ, В.И. Сапронов // Холодильная техника.-1991. - № 10. - С. 2], заборонені у відповідності до Кіотського протоколу. Крім того, використання компресора для примусового стиснення холодоагенту визиває підвищення вимог до всіх елементів циркуляційного контуру, а отже - до збільшення матеріалоємності і вартості теплового насоса.

Найбільш близьким за технічною суттю до описаного, вибраного як прототип, є тепловий насос для реалізації відомого способу [Патент № 70630 Україна, МПК (2012.01) F25B30/00. Спосіб роботи теплового насоса. - Опубл. 25.06.2012. - Бюл. № 12], що містить випарник, конденсатор, вакуумний насос і дросель, об'єднані в замкнутий циркуляційний контур теплового насоса з холодоагентом в вигляді висококиплячої речовини з плюсовою температурою кипіння ( $T > 273$  K) при нормальному атмосферному тиску.

Недоліком відомого пристрою є його низька продуктивність, обумовлена обмеженістю джерела низькопотенційної теплоти.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення екологобезпечного теплового насоса низького тиску за рахунок введення зовнішнього циркуляційного контуру для прокачування теплоносія від зовнішнього джерела низькопотенційної теплоти, функціонально пов'язаного із циркуляційним контуром теплового насоса.

Поставлена задача вирішується тим, що екологобезпечний тепловий насос низького тиску, що містить випарник, вакуумний насос, конденсатор і дросель, об'єднані у замкнутий циркуляційний контур теплового насоса з холодоагентом у вигляді висококиплячої речовини з плюсовою температурою кипіння при нормальному атмосферному тиску, згідно з корисною моделлю, містить зовнішній циркуляційний контур із теплообмінника і циркуляційного насоса для прокачування теплоносія від зовнішнього джерела низькопотенційної теплоти, зовнішній циркуляційний контур функціонально пов'язаний із контуром теплового насоса, теплообмінник зовнішнього циркуляційного контуру виготовлений у вигляді двох, коаксіально розташованих труб різного діаметра, заглиблених в землю через свердловину, труба більшого діаметра із теплопровідного матеріалу, з глухим дном, труба меншого діаметра із теплоізолюючого матеріалу, зверху труби закриті спільною кришкою і обладнані вихідними патрубками у верхній частині. В іншій конкретній формі виконання труби різного діаметра знизу закриті спільним глухим дном, а труба меншого діаметра в нижній частині обладнана перфорованими отворами; як теплоносіє зовнішнього циркуляційного контуру використана рідина із низькою температурою замерзання - гліколь.

Особливість корисної моделі в тому, що введення зовнішнього циркуляційного контуру із теплообмінника і циркуляційного насоса для прокачування теплоносія від зовнішнього джерела низькопотенційної теплоти збільшує теплопродуктивність теплового насоса. Використання як теплоносія зовнішнього циркуляційного контуру рідини із низькою температурою замерзання, наприклад гліколю, запобігає обмерзанню зовнішнього теплообмінника. Виготовлення

теплообмінника зовнішнього циркуляційного контуру у вигляді двох, коаксіально розташованих, труб різного діаметра, заглиблених в землю через свердловину, забезпечує безперервне теплопостачання від зовнішнього джерела низькопотенційної теплоти протягом року. Конструктивне виконання зовнішнього теплообмінника з зовнішньою трубою із теплопровідного матеріалу і внутрішньою теплоізолюючою трубою забезпечує зменшення теплових втрат при перекачуванні теплоносія. Конструктивне виконання зовнішнього теплообмінника зі спільним глухим дном і перфорованими отворами в нижній частині зміцнюють його конструкцію при зменшеній масі.

Технічна суть і принцип дії запропонованого екологобезпечного теплового насоса низького тиску пояснюється графічним матеріалом: на фіг. 1 подана принципова схема екологобезпечного теплового насоса низького тиску; на фіг. 2 і 3 - варіанти конструктивного виконання теплообмінників зовнішнього циркуляційного контуру.

Екологобезпечний тепловий насос низького тиску містить випарник 1, вакуумний насос 2, конденсатор 3, дросель 4, об'єднані в замкнутий циркуляційний контур теплового насоса, і зовнішній циркуляційний контур із теплообмінника 5 і циркуляційного насоса 6 для прокачування теплоносія від зовнішнього джерела низькопотенційної теплоти, зовнішній циркуляційний контур функціонально пов'язаний із контуром теплового насоса. Як холодоагент використовують висококиплячу речовину - етанол ( $C_2H_5OH$ ) або його водний розчин. Теплообмінник 5 зовнішнього циркуляційного контуру виготовлений у вигляді двох, коаксіально розташованих, труб 7, 8 різного діаметра, заглиблених через свердловину в землю. Труба 7 більшого діаметра із теплопровідного матеріалу, з глухим дном 9, труба 8 меншого діаметра із теплоізолюючого матеріалу, зверху труби 7, 8 закриті спільною кришкою 10 і обладнані вихідними патрубками 11, 12 у верхній частині. У іншій конкретній формі виконання труби 7, 8 різного діаметра знизу закриті спільним глухим дном 13, а труба 8 меншого діаметра в нижній частині обладнана перфорованими отворами 14. На фіг. 1:  $T_L$  - низька температура джерела низькопотенційної теплоти  $Q_L$ ;  $T_H$  - висока температура теплоти  $Q_H$  у споживача.

Тепловий насос вимагає витрати механічної роботи  $W$  для отримання теплоти  $Q_L$  за низької температури  $T_L$  і віддачі теплоти  $Q_H$  за вищої температури  $T_H$  [Рей Д. Тепловые насосы / Д. Рей, Д. Макмайкл / пер. с англ. - М.: Энергоиздат, 1982. - С. 15-23]. Відношення  $Q_H/W$  називається коефіцієнтом перетворення (КОП) теплового насоса, який визначають за наступним виразом

$$\text{КОП} = \frac{T_L}{T_H - T_L} + 1 = \frac{T_H}{T_H - T_L},$$

де  $T_L$  - низька температура;  $T_H$  - висока температура.

Із наведеного виразу видно, що КОП суттєво залежить від різниці температур  $(T_H - T_L)$  - чим вона менша, тим КОП більший. КОП ідеального циклу Карно може бути досить високим, але практично КОП приблизно дорівнює 3.

Запропонований тепловий насос працює наступним чином. Вакуумний насос 2 відкачує пару етанолу із випарника 1, знижуючи тиск у ньому до тих значень, при яких точка кипіння холодоагенту стає нижчою за температуру у випарнику 1. При цьому етанол закипає, інтенсивно випаровується і відбирає теплоту випаровування від стінок випарника 1. Відкачаний з випарника 1 газоподібний етанол поступає в конденсатор 3 з тиском, близьким до атмосферного, збільшення тиску призводить до конденсації  $C_2H_5OH$ , який перетворюється в рідину, віддаючи при охолодженні теплоту конденсації  $Q_H$ , яка відводиться в опалювальний простір. Дросель 4 забезпечує величину тиску в конденсаторі 3, необхідну для конденсації етанолу. З конденсатора 3 рідкий конденсат  $C_2H_5OH$  проходить через дросель 4 і повертається у випарник 1, де його температура після випаровування знижується.

Температура землі на глибині до 100 метрів є постійною протягом року, не залежить від пори року та становить у середньому  $+8^\circ\text{C}$ . Для перетворення цього температурного потенціалу з метою опалювання та гарячого водопостачання і використовується тепловий насос. Зовнішній циркуляційний контур із теплообмінника 5 і циркуляційного насоса 6 забезпечує постачання низькопотенційної теплоти  $Q_L$  від землі через кільцевий канал між трубами 7, 8, внутрішню трубу 7 і патрубок 12 до стінок випарника 1. Зовнішній теплообмінник розміщується у свердловині на глибині 30-100 метрів та забезпечує подачу до стінок випарника 1 теплоносія з температурою землі ( $+8^\circ\text{C}$ ). Відібрана незамерзаючою рідиною теплота крізь кільцевий канал між трубами 7, 8 зовнішнього теплообмінника 5 передається через випарник 1 холодоагенту контуру теплового насоса, за який використовується висококипляча речовина - етанол ( $C_2H_5OH$ ). Із випарника 1 вакуумний насос 2 знову відкачує етанол, який закипає і при випаровуванні змінює свій агрегатний стан з рідини на газ (пару). Теплота  $Q_L$  на випаровування етанолу відбирається через теплообмінник 5 від джерела низькопотенційної теплоти - землі.

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  $T_{кр}=516,1$  К ( $243,1$  °С), критичний тиск  $P_{кр}=63,9$  Па, температура кипіння при атмосферному тиску ( $P=0,1$  МПа)  $T_{кип}=351,3$  К ( $78,3$  °С), а питома теплота випаровування  $r=840$  кДж/кг, теплоємність газоподібного етанолу в діапазоні температур від  $0$  до  $100$  °С становить  $C_p=1,34...1,69$  кДж/кг. град. Для роботи теплового насоса приймаємо діапазон робочих температур від невеликої мінусової ( $-2,3$  °С) (залежно від температури джерела низькопотенційного теплоти) до  $48...64$  °С (залежно від потреб споживача). При зниженні тиску  $C_2H_5OH$  у випарнику 1 до величини  $P=1,33$  кПа температура кипіння етанолу знижується до  $T_{кип}=270,4$  К ( $-2,3$  °С). При тиску пари  $C_2H_5OH$  в конденсаторі 1  $P=26,7$  кПа етанол конденсує при температурі  $T_{кип}=224,6$  К ( $48,4$  °С). При тиску пари  $P=53,4$  кПа етанол конденсує при  $T_{кип}=336,5$  К ( $63,5$  °С). 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  $T_{кр}=516,1$  К), схована теплота пароутворення швидко зменшується, теплоту віддає тільки перегрітий пар, але при суттєвому зменшенні КОП [Рей Д. Тепловые насосы / Д. Рей, Д. Макмайл. Пер. с англ. - М: Энергоатомиздат, 1982. - С. 40-41].

як теплоносій у зовнішньому циркуляційному контурі використана рідина із низькою температурою замерзання - гліколь. Гліколі двоатомні спирти, які містять дві гідроксильні групи із загальною формулою  $C_nH_{2n}(OH)_2$ . Нижчі гліколі - прозорі, безколірні, в'язкі рідини, розчинні у воді: етиленгліколь ( $HO-CH_2-CH_2-OH$ ) - температура замерзання  $-13$  °С; діетиленгліколь -  $-10,4$  °С; пропіленгліколь  $-59$  °С. [Кнунянц И.Л. и др. Химическая энциклопедия. В 5 томах. Т. 2. Даффа реакция - Меди сульфат. - М.: Советская энциклопедия, 1990.-671 с.].

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

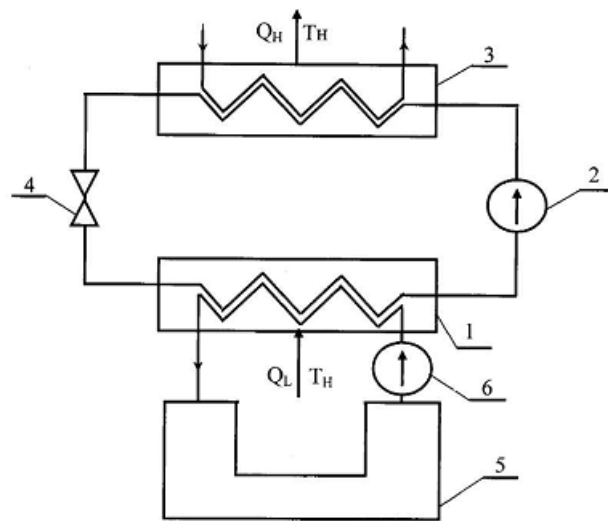
1. Екологобезпечний тепловий насос низького тиску, що містить випарник, вакуумний насос, конденсатор і дросель, об'єднані в замкнутий циркуляційний контур теплового насоса з холодоагентом в вигляді висококиплячої речовини з плюсовою температурою кипіння при нормальному атмосферному тиску, який **відрізняється** тим, що містить зовнішній циркуляційний контур із теплообмінника і циркуляційного насоса для прокачування теплоносія від зовнішнього джерела низькопотенційної теплоти, зовнішній циркуляційний контур функціонально пов'язаний із контуром теплового насоса.

2. Екологобезпечний тепловий насос низького тиску за п. 1, який **відрізняється** тим, що теплообмінник зовнішнього циркуляційного контуру виготовлений в вигляді двох, коаксіально розташованих, труб різного діаметра, заглиблених в землю через свердловину, труба більшого діаметра із теплопровідного матеріалу, з глухим дном, труба меншого діаметра із теплоізолюючого матеріалу, зверху труби закриті спільною кришкою і обладнані вихідними патрубками у верхній частині.

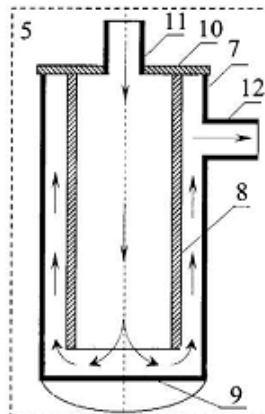
3. Екологобезпечний тепловий насос низького тиску за п. 1, який **відрізняється** тим, що як теплоносій у зовнішньому циркуляційному контурі використана рідина із низькою температурою замерзання.

4. Екологобезпечний тепловий насос низького тиску за п. 3, який **відрізняється** тим, що рідиною із низькою температурою замерзання зовнішнього циркуляційного контуру є гліколь.

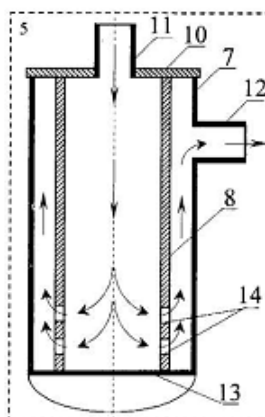
5. Екологобезпечний тепловий насос низького тиску за п. 2, який **відрізняється** тим, що труби різного діаметра знизу закриті спільним глухим дном, а труба меншого діаметра в нижній частині обладнана перфорованими отворами.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка Л. Купенко

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