



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **72660** (13) **U**  
(51) МПК (2012.01)  
**F25B 27/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

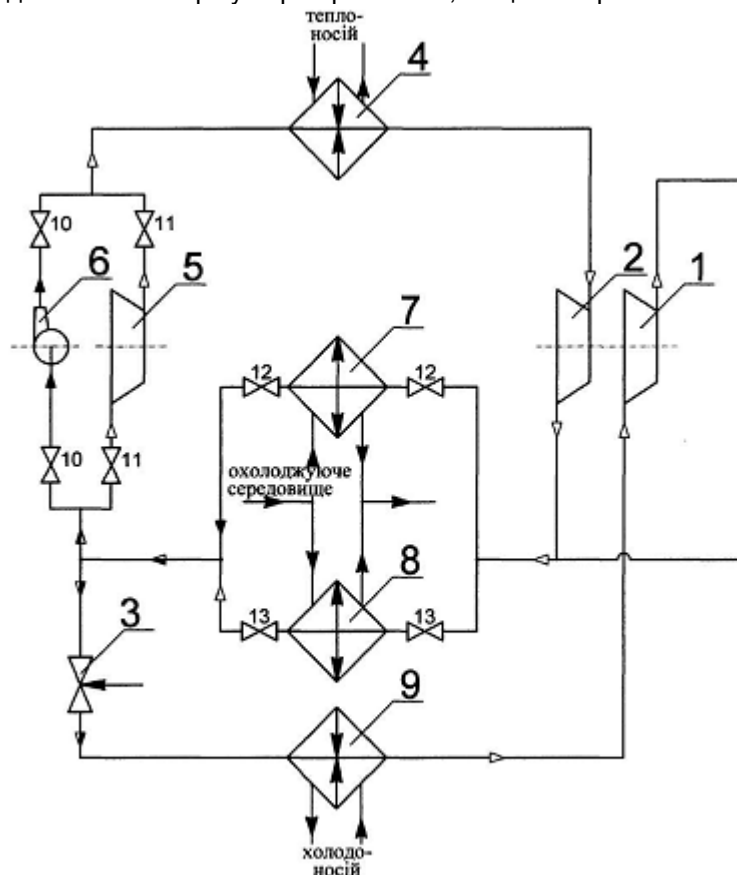
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2012 01563</b>	(72) Винахідник(и): <b>Морозюк Лариса Іванівна (UA), Гайдук Сергій Васильович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>13.02.2012</b>	(73) Власник(и): <b>ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ, вул. Дворянська, 1/3, м. Одеса, 65082, Україна (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>27.08.2012</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>27.08.2012, Бюл.№ 16</b>	

## (54) КОМПРЕСОРНА ТЕПЛОВИКОРИСТАЛЬНА ХОЛОДИЛЬНА МАШИНА

### (57) Реферат:

Компресорна тепловикористальна холодильна машина, в якій парогенератор виконується односекційним зі здійсненням нагріву пари при тисках, вищих за критичні.



Фіг. 1

UA 72660 U



Корисна модель належить до області енергетики (холодильної техніки).

Переважне використання - для підтримки технологічного процесу, а саме, отримання холоду з використанням тепла високого потенціалу.

Відома із літератури ежекторна тепловикористальна холодильна машина з пароструминним компресором, яка містить послідовно по холодоагенту розташовані нагнітач, нагрівач холодоагенту високого тиску, підключений до сопла ежектора, приймальна камера якого підключена до нагрівача холодоагенту низького тиску - охолоджувача холодоносія, а дифузор - до охолоджувача холодоагенту проміжного тиску, підключеного до нагрівача холодоагенту низького тиску - охолоджувача холодоносія, нагнітач і нагрівач холодоагенту високого тиску виконані у вигляді термодесорбційного компримуючого акумулятора холодоагенту, а охолоджувач холодоагенту проміжного тиску додатково підключений до термоадсорбційного акумулятора холодоагенту (патент UA № 79307, МПК F25B1/00, F25B17/00, 11.06.2007).

Недоліком установки є: ускладнений процес теплообміну від гарячого джерела, циклічність роботи машини, обмеженість використання на високій температурі гарячого джерела, низький коефіцієнт перетворення і потреба в додатковій енергії на роботу нагнітача.

Із літератури відома абсорбційна тепловикористальна холодильна машина з оребреним ректифікатором, яка працює завдяки термохімічному компресору, вона складається із генератора з ректифікатором і дефлегматором, підключені до нього послідовно лінією холодоагента конденсатор, парорідинний теплообмінник, дросельний вентиль, випарник, абсорбер і обернений ректифікатор з охолодним змійовиком, при цьому обернений ректифікатор з'єднаний з дефлегматором лінією розчину вищої концентрації через насос розчину вищої концентрації та змійовик охолодження дефлегматора, а генератор та абсорбер з'єднані між собою лінією міцного розчину за допомогою розподільної тарілки абсорбера через насос міцного розчину та теплообмінник розчинів і дросельний вентиль, машина оснащена дросельним вентилем та віддільником рідини, розташованими на лінії холодоагента після конденсатора, а також концентратором і насосом зміцненого розчину, розташованими на лінії міцного розчину після насоса міцного розчину, при цьому вхід до змійовика охолодження оберненого ректифікатора та рідинна порожнина віддільника рідини з'єднані між собою, а вихід із змійовика охолодження оберненого ректифікатора та парова порожнина віддільника рідини з'єднані з концентратором (патент UA № 35297 МПК F25B15/02, 15.03.2001).

Недоліком установки є: використання електричної енергії для роботи насосів, обмеженість робочого температурного діапазона робочої речовини у відповідності до теплофізичних властивостей робочої речовини.

Відома компресорна тепловикористальна холодильна машина, яка працює на суміші  $\text{NH}_3$ - $\text{H}_2\text{O}$ , що містить турбіну і компресор, розташованих на одному валу (агрегат турбіна-компресор) з спільним конденсатором, який забезпечує рідкою робочою речовиною послідовно з'єднанні насос з генератором з подальшим фазовим розділенням потоку робочої речовини на турбіну і дросельний вентиль, і послідовно з'єднані дросельний вентиль з паралельно підключеними компресором і послідовно підключеними випарником і насосом (Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов. - Одесса.: Студия "Негоциант", 2006. - С. 545 рис. 20.6.). У даній машині конструктивно не передбачено можливості використання її з іншими робочими речовинами, обмеженість робочого температурного діапазона робочої речовини у відповідності до теплофізичних властивостей робочої речовини.

Відома компресорна тепловикористальна холодильна машина Чистякова-Плотнікова, яка взята як прототип (описана у літературі Холодильные турбоагрегаты /Під редакцією Ф.М. Чистякова. - М.: Машиностроение, 1967. - С. 163, рис. 70. та Морозюк Т. В. Теория холодильных машин и тепловых насосов. - Одесса: Студия "Негоциант", 2006. - С. 541 рис. 20.3.), утримує силовий і холодильний контури з єдиною робочою речовиною. Силовий контур має послідовно з'єднані турбіну, конденсатор, насос і парогенератор. До конденсатора силового контуру приєднаний холодильний контур, який містить дросель, випарник і компресор, причому компресор приводиться в дію турбіною силового контуру, утворюючи агрегат турбіна-компресор.

Головними недоліками прототипу є те, що процеси кипіння і перегрів пари відбуваються в двосекційному парогенераторі при тисках, менших за критичні конкретних робочих речовин, що приводить до великих зовнішніх необоротностей. Крім того цикл машини реалізується тільки в режимі кондиціювання повітря з обмеженою номенклатурою робочих речовини (R12, R22, R113), які заборонені до виробництва і використання Міжнародними домовленостями.

В основу корисної моделі поставлено технічну задачу підвищення енергетичної ефективності машини, розширення номенклатури робочих речовини і забезпечення екологічної безпеки машини.

Це досягається шляхом установки в силовому контурі односекційного парогенератора з здійсненням процесу нагріву пари при тисках, вищих за критичні для конкретних робочих речовин, підключенням паралельно до конденсатора пароохолоджувача і паралельно з насосом в силовому контурі компресора, що дозволяє зменшити необоротні втрати при нагріві

5 пари високого тиску в силовому контурі, використовувати природні робочі речовини з низькими критичними температурами (наприклад, CO<sub>2</sub>, етан та ін.), працювати при будь-яких температурах охолоджуючого середовища відносно критичної температури конкретної робочої речовини, розширити температурний діапазон отриманого холоду.

На Фіг. 1 показана схема машини з усіма елементами, які необхідні для роботи машини.

10 Компресорна тепловикористальна холодильна машина містить компресор 1, турбіну 2, дросель 3, парогенератор 4, компресор 5, насос 6, конденсатор 7, пароохолоджувач 8, випарник 9, вентилі 10, 11, 12 і 13. Дані елементи об'єднані в силовий і холодильний контури. В силовому контурі лінія робочої речовини послідовно з'єднує паралельно підключені насос 6 і компресор 5 з парогенератором 4, турбіною 2 з паралельно підключеними пароохолоджувачем 8 і

15 конденсатором 7. В холодильному контурі лінія робочої речовини послідовно з'єднує пароохолоджувач 8 і конденсатор 7, паралельно підключені, з дроселем 3, випарником 9 і компресором 1.

Машина працює таким чином.

20 Пара робочої речовини в надкритичному стані при високому тиску перегрівається в парогенераторі 4 і надходить в турбіну 2. Виходячи із турбіни, пара робочої речовини середнього тиску в перегрітому стані надходить в загальний нагнітальний трубопровід, де змішується з потоком робочої речовини того ж тиску з компресора 1, і нагнітається в пароохолоджувач 8 (в тих випадках, коли температура охолоджуючого середовища вища за критичну температуру робочої речовини) або конденсатор 7 (в тих випадках, коли температура охолоджуючого середовища нижча за критичну температуру робочої речовини). Після теплообмінного апарата 7 або 8 потік робочої речовини середнього тиску розділяється на два потоки: один надходить на насос 6 (якщо робоча речовина в рідкій фазі) або компресор 5 (якщо робоча речовина у паровій фазі), де створюється високий тиск робочої речовини, і нагнітається в парогенератор 4; другий потік надходить на дросель 3, де відбувається дроселювання робочої речовини до низького тиску, і в випарник 9. В випарнику 9 робоча речовина кипить при низькій температурі, забираючи тепло від холодоносія, і пара робочої речовини відсмоктується компресором 1, який приводиться в дію турбіною 2. З компресора 1 пара робочої речовини нагнітається в загальний нагнітальний трубопровід і цикл повторюється.

35 Схема машини побудована так, що для роботи можна використовувати робочі речовини з різними теплофізичними властивостями і різними критичними температурами. Машина може працювати в широкому діапазоні температур охолоджуючого середовища і холодоносія.

В схемі машини передбаченні вентилі 10, 11, 12 і 13, які при певних умовах потрібно використовувати, щоб змінити напрям потоку робочої речовини через теплообмінні апарати, 7 і 8, насос 6 і компресор 5, для конкретних робочих речовин або різних температур охолоджуючого середовища. Наприклад, такі речовини, як CO<sub>2</sub> (R744), етан (R170), мають критичну температуру, близьку до температури навколишнього середовища, виникає умова роботи машини, коли при зміні температури охолоджуючого середовища змінюється режим роботи машини, а саме, машина може працювати при певних температурах охолоджуючого середовища на конденсацію (використовується теплообмінник 7 і насос 6) (фіг. 2а) і при підвищенні температури охолоджуючого середовища машина працює без конденсації з охолодженням пари в надкритичній області (використовується теплообмінник 8 і компресор 5) (фіг. 2б). В тих випадках, коли критична температура робочої речовини висока (такі робочі речовини як R1270  $t_{кр}=91,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  і R500  $t_{кр}=105,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (фіг. 2а) машина працює з використанням конденсатора 7 і насоса 6.

50 При сезонному коливанні температури навколишнього середовища (охолоджуючого середовища) машина залишається працездатною.

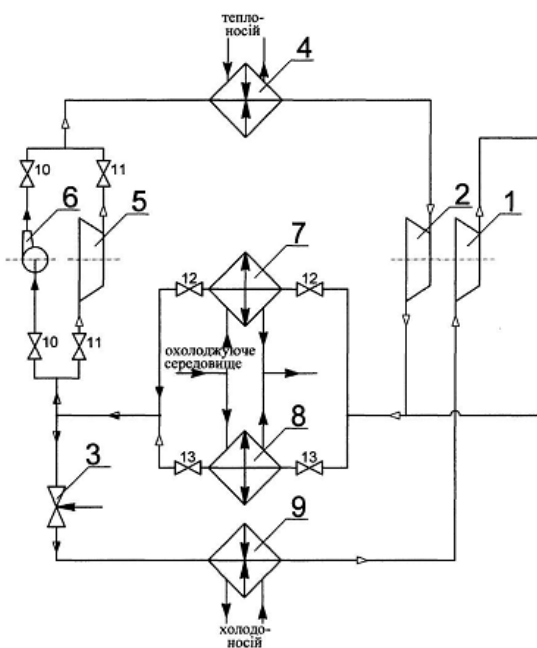
Для пояснення роботи машини на Фіг. 2 надані процеси в циклі у діаграмі стану "температура-ентропія" для CO<sub>2</sub> (R744).

55 Корисні можливості корисної моделі демонструють розрахунки коефіцієнта перетворення COP циклу в залежності від максимальної температури гарячого джерела  $t_{гр.дж.мах.}=200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , охолоджуючого середовища  $t_{сер}=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , споживача холоду  $t_{сп.хол.}=-35\text{...}-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , для різних робочих речовин R744 (CO<sub>2</sub>), R170 (етан), R500, R1270.

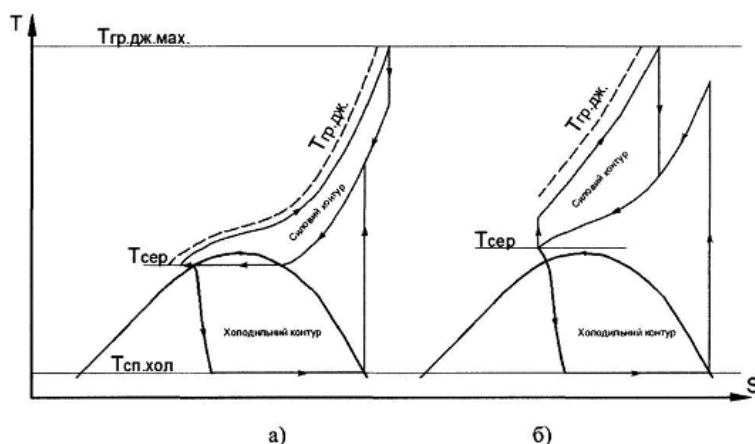
В графічній формі результати показані на фіг. 3.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

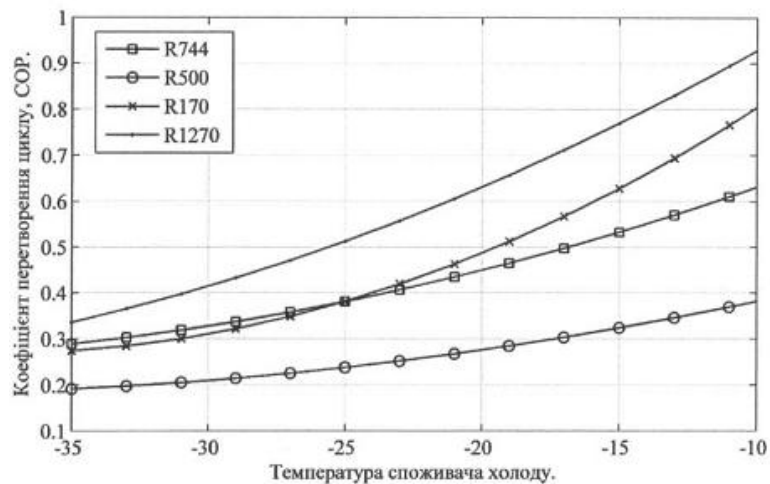
1. Компресорна тепловикористальна холодильна машина, що містить в собі парогенератор, конденсатор, випарник, насос, компресор і турбіну, рідинні і парові трубопроводи, яка **відрізняється** тим, що парогенератор виконується односекційним зі здійсненням нагріву пари при тисках, вищих за критичні.
2. Компресорна тепловикористальна холодильна машина за п. 1, яка **відрізняється** тим, що пара середнього тиску після турбіни охолоджується в пароохолоджувачі і подається компресором високого тиску в парогенератор, якщо температура охолоджуючого середовища вища за критичну температуру робочої речовини.
3. Компресорна тепловикористальна холодильна машина за п. 1, яка **відрізняється** тим, що пара середнього тиску після турбіни конденсується в конденсаторі і рідина подається насосом високого тиску в парогенератор, якщо температура охолоджуючого середовища нижча за критичну температуру робочої речовини.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

---

Комп'ютерна верстка В. Мацело

---

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