



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108256** (13) **C2**  
(51) МПК (2015.01)  
**F25B 7/00**  
**F25B 9/08** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

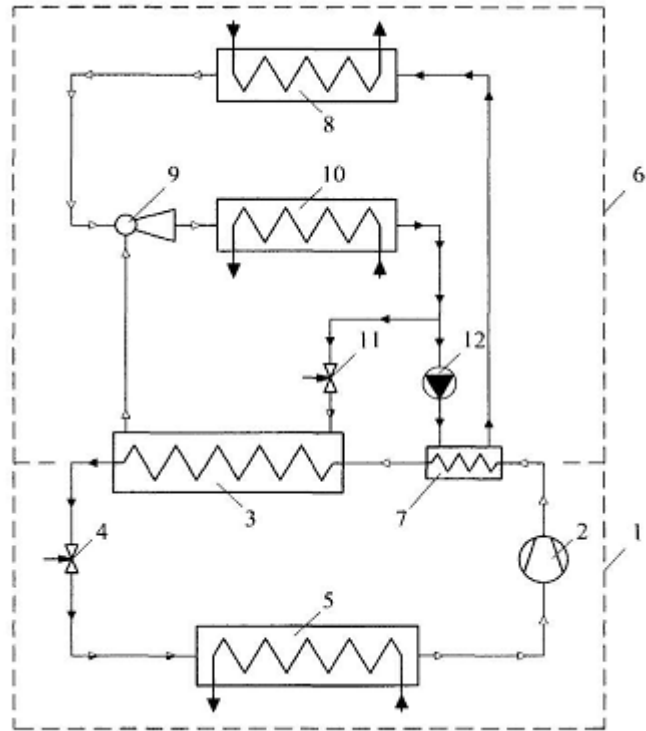
<p>(21) Номер заявки: <b>а 2013 03990</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>01.04.2013</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>10.04.2015</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>10.10.2014, Бюл.№ 19</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.04.2015, Бюл.№ 7</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Петренко Володимир Олексійович (UA), Срін Володимир Олександрович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: Sun Da-Wen. Solar powered combined ejector-vapour compression cycle for air conditioning and refrigeration / Sun Da-Wen // Energy Conversion &amp; Management - 1997. - Т. 38. - № 5. - р. 481, fig. 1a US 4438633 A, 27.03.1984 EP 0149413 A2, 24.07.1985 CN 202547173 U, 21.11.2012 WO 2012096863 A1, 02.09.2010 CN 102679618 A, 19.09.2012 RU 122159 U1, 07.06.2012</p>
---	---

**(54) КАСКАДНА КОМПРЕСІЙНО-ЕЖЕКТОРНА ХОЛОДИЛЬНА МАШИНА**

**(57) Реферат:**

Винахід належить до галузі холодильної техніки і може бути застосований в системах охолодження і кондиціонування повітря. Каскадна компресійно-ежекторна холодильна машина включає компресійну холодильну машину в нижньому ступені каскаду, яка містить замкнутий контур циркуляції холодоагенту, що включає сполучені між собою трубопроводами компресор, конденсатор-випарник, дросельний вентиль і випарник, тепловикористальну ежекторну холодильну машину в верхньому ступені каскаду, яка містить контур циркуляції робочої речовини, що включає сполучені між собою трубопроводами нагрівач-пароохолоджувач, парогенератор, ежектор, конденсатор і живильний насос, а також контур циркуляції холодоагенту, що включає сполучені між собою трубопроводами послідовно встановлені регулюючий вентиль і конденсатор-випарник. Нагрівач-пароохолоджувач установлений в контурі циркуляції робочої речовини між живильним насосом і парогенератором, та включений у контур циркуляції холодоагенту компресійної холодильної машини між компресором і конденсатором-випарником. Винахід забезпечує підвищення ефективності роботи за рахунок зменшення теплових навантажень на конденсатор-випарник каскадної машини, а також на генератор і конденсатор ежекторної холодильної машини нижнього ступеня каскаду, при цьому забезпечується істотне зниження масогабаритних характеристик ежекторної холодильної машини і всієї каскадної системи в цілому.

UA 108256 C2



Винахід належить до галузі холодильної техніки і може бути застосований в системах охолодження і кондиціонування повітря.

Відомі компресійні каскадні холодильні машини [див. Авторські свідоцтва SU № 359486 МПК F25B 7/00, 21.11.1972, RU № 2047058 МПК F25B 7/00, 27.10.1995], що містять дві компресійні  
5 холодильні машини, кожна з яких включає замкнутий контур циркуляції холодоагенту, в якому послідовно установлені компресор, конденсатор, дросельний вентиль і випарник, при цьому конденсатор нижнього ступеня каскаду суміщений з випарником верхнього ступеня каскаду.

Недоліком таких холодильних машин є низька ефективність внаслідок використання в обох  
10 ступенях каскаду електропривідних компресорів, що істотно збільшує споживану потужність усієї каскадної машини.

Відома компресійна каскадна холодильна машина [див. Авторське свідоцтво SU № 723319 МПК F25B 7/00, 25.03.1980], що містить компресійну холодильну машину в нижньому ступені каскаду, що включає замкнутий контур циркуляції холодоагенту, в якому послідовно установлені  
15 компресор, конденсатор, дросельний вентиль і випарник, та повітряну холодильну машину в верхньому ступені каскаду, що включає компресор, газовий і рідинний контур, пов'язані через послідовно сполучені сопло Лавала з дозатором рідини і сепаратор, причому в рідинний контур включені насос і змійовик, пов'язаний з конденсатором нижнього ступеня каскаду і підключений до дозатора.

Недоліком такої холодильної машини є низька ефективність внаслідок використання в обох  
20 ступенях каскаду електропривідних компресорів, що істотно збільшує споживану потужність усієї каскадної машини.

Найбільш близьким технічним рішенням є каскадна компресійно-ежекторна холодильна машина [див. Sun Da-Wen. Solar powered combined ejector-vapour compression cycle for air conditioning and refrigeration // Energy Conversion & Management. - 1997-Т. 38. - № 5. - р. 481,  
25 fig.1a], що містить компресійну холодильну машину в нижньому ступені каскаду, що включає замкнутий контур циркуляції холодоагенту, в якому послідовно установлені компресор, конденсатор-випарник, дросельний вентиль і випарник, і тепловикористальну ежекторну холодильну машину в верхньому ступені каскаду, що включає контур циркуляції робочої речовини, в якому послідовно установлені парогенератор, ежектор, рекуперативний теплообмінник, конденсатор і живильний насос, а також контур циркуляції холодоагенту, в якому послідовно установлені регулюючий вентиль і конденсатор-випарник.

Дана машина вибрана прототипом.

Прототип і винахід, що заявляється, мають наступні спільні ознаки (елементи):

35 - замкнутий контур циркуляції холодоагенту компресійної холодильної машини в нижньому ступені каскаду, до складу якого входять:

- компресор;
- конденсатор-випарник;
- дросельний вентиль;
- випарник;

40 - контур циркуляції робочої речовини ежекторної холодильної машини в верхньому ступені каскаду, до складу якого входять:

- парогенератор;
- ежектор;
- живильний насос;
- конденсатор;

45 - контур циркуляції холодоагенту ежекторної холодильної машини в верхньому ступені каскаду, до складу якого входять:

- регулюючий вентиль;
- конденсатор-випарник.

50 Недоліком такої холодильної машини є те, що в ній не передбачена можливість корисного використання теплоти стиснутої перегрітої пари холодоагента, що виходить з компресора нижнього ступеня каскаду, для попереднього підігріву робочої речовини, що подається в парогенератор ежекторної холодильної машини верхнього ступеня каскаду, що знижує ефективність роботи каскадної компресійно-ежекторної холодильної машини.

55 В основу винаходу поставлено задачу створити каскадну компресійно-ежекторну холодильну машину, в якій шляхом введення додаткового нагрівача-пароохолоджувача, забезпечити підвищення ефективності роботи за рахунок зменшення теплових навантажень на конденсатор-випарник каскадної машини, а також на генератор і конденсатор ежекторної холодильної машини верхнього ступеня каскаду, при цьому забезпечити істотне зниження

масогабаритних характеристик ежекторної холодильної машини і всієї каскадної системи в цілому.

Поставлена задача вирішена в каскадній компресійно-ежекторній холодильній машині, що включає компресійну холодильну машину в нижньому ступені каскаду, яка містить сполучені між собою трубопроводами послідовно установлені компресор, конденсатор-випарник, дросельний вентиль і випарник, та тепловикористальну ежекторну холодильну машину в верхньому ступені каскаду, яка містить сполучені між собою трубопроводами послідовно установлені парогенератор, ежектор, конденсатор, живильний насос, регулюючий вентиль і конденсатор-випарник, тим, що вона додатково містить нагрівач-пароохолоджувач, установлений між живильним насосом і парогенератором та між компресором і конденсатором-випарником.

Як холодоагенти для ежекторної холодильної машини верхнього ступеня каскаду пропонується переважно застосовувати низькокиплячі природні робочі речовини, такі як бутан (R600), ізобутан (R600a), аміак (R717) і інші органічні речовини.

На кресленні схематично представлена запропонована каскадна компресійно-ежекторна холодильна машина.

Каскадна компресійно-ежекторна холодильна машина містить компресійну холодильну машину 1 в нижньому ступені каскаду, що складається з компресора 2, конденсатора-випарника 3, дросельного вентиля 4, випарника 5, а також тепловикористальну ежекторну холодильну машину 6 в верхньому ступені каскаду, що складається з конденсатора-випарника 3, нагрівача-пароохолоджувача 7, парогенератора 8, ежектора 9, конденсатора 10, регулюючого вентиля 11 і живильного насоса 12.

Перелічені вузли сполучені між собою в наступному порядку.

Вихід компресора 2 сполучений з першим входом нагрівача-пароохолоджувача 7, перший вихід якого сполучений з першим входом конденсатора-випарника 3. Перший вихід конденсатора-випарника 3 сполучений з входом дросельного вентиля 4, вихід якого сполучений з входом випарника 5. Вихід випарника 5 сполучений з входом компресора 2. Другий вихід нагрівача-пароохолоджувача 7 сполучений з входом парогенератора 8, вихід якого сполучений з першим входом ежектора 9. Вихід ежектора 9 сполучений з входом конденсатора 10, вихід якого сполучений з входом регулюючого вентиля 11 і входом живильного насоса 12. Вихід регулюючого вентиля 11 сполучений з другим входом конденсатора-випарника 3, другий вихід якого сполучений з другим входом ежектора 9. Вихід живильного насоса 12 сполучений з другим входом нагрівача-пароохолоджувача 7.

Холодильна машина працює таким чином.

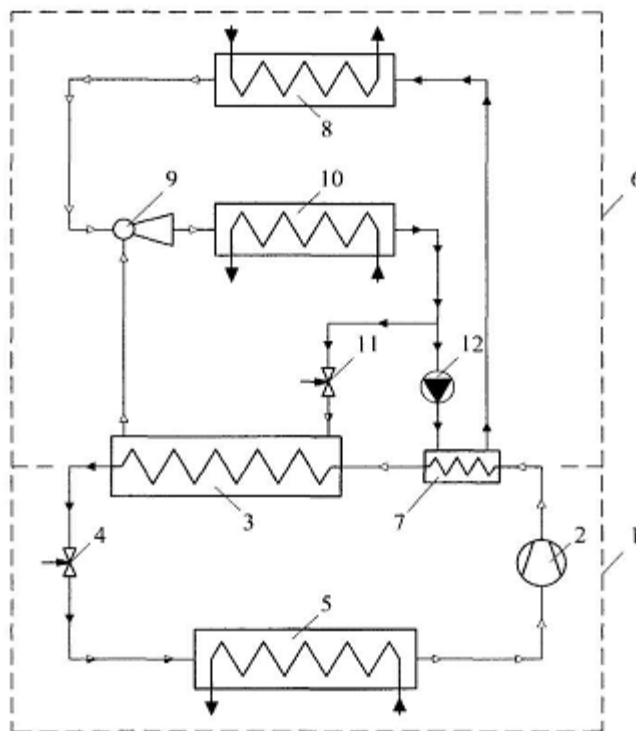
Пара холодоагенту, що утворилася у випарнику 5 компресійної холодильної машини 1 нижнього ступеня каскаду в результаті підведення теплоти від джерела низької температури, стискається від тиску кипіння у випарнику  $p_0$  до тиску конденсації  $p_k$  в компресорі 2 і надходить до нагрівача-пароохолоджувача 7, в якому відводиться теплота від стиснутої перегрітої пари холодоагенту і здійснюється нагрів робочої речовини ежекторної холодильної машини 6 верхнього ступеня каскаду, що подається в парогенератор 8. Охолоджена пара холодоагента надходить до конденсатора-випарника 3, де в результаті відведення теплоти до холодоагенту ежекторної холодильної машини 6 відбувається її подальше охолодження і конденсація. Рідкий холодоагент після конденсатора-випарника 3 дроселюється в дросельному вентилі 4 і надходить до випарника 5 для виробництва холоду.

Рідка робоча речовина ежекторної холодильної машини 6 верхнього ступеня каскаду, що надходить в нагрівач-пароохолоджувач 7, в результаті підведення теплоти стиснутої перегрітої пари холодоагента компресійної холодильної машини 1 нижнього ступеня каскаду, нагрівається і надходить в парогенератор 8. Робоча пара холодоагенту, що утворилася в парогенераторі 8 в результаті підведення теплоти генерації від зовнішнього джерела, надходить до сопла ежектора 9, розширюється в ньому і всмоктує холодну пару холодоагенту з конденсатора-випарника 3. Стиснута в дифузорі ежектора 9 суміш парів холодоагенту надходить до конденсатора 10, де за рахунок відведення теплоти конденсації в навколишнє середовище відбувається її зріджування. Рідкий холодоагент, що виходить з конденсатора 10, розділяється на два потоки, один з яких дроселюється в регулюючому вентилі 11 і надходить до конденсатора-випарника 3, а другий потік - живильним насосом 12 повертається через нагрівач-пароохолоджувач 7 в парогенератор 8.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Каскадна компресійно-ежекторна холодильна машина, що включає компресійну холодильну машину в нижньому ступені каскаду, яка містить сполучені між собою трубопроводами

- компресор, дросельний вентиль і випарник, тепловикористальну ежекторну холодильну машину в верхньому ступені каскаду, яка містить сполучені між собою трубопроводами парогенератор, ежектор, конденсатор, живильний насос, регулюючий вентиль та конденсатор-випарник, що сполучений з обома ступенями каскаду, яка **відрізняється** тим, що вона містить нагрівач-пароохолоджувач, сполучений з живильним насосом і парогенератором та компресором і конденсатором-випарником.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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

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