



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110231** (13) **C2**
(51) МПК
F25B 1/10 (2006.01)
F25B 1/06 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

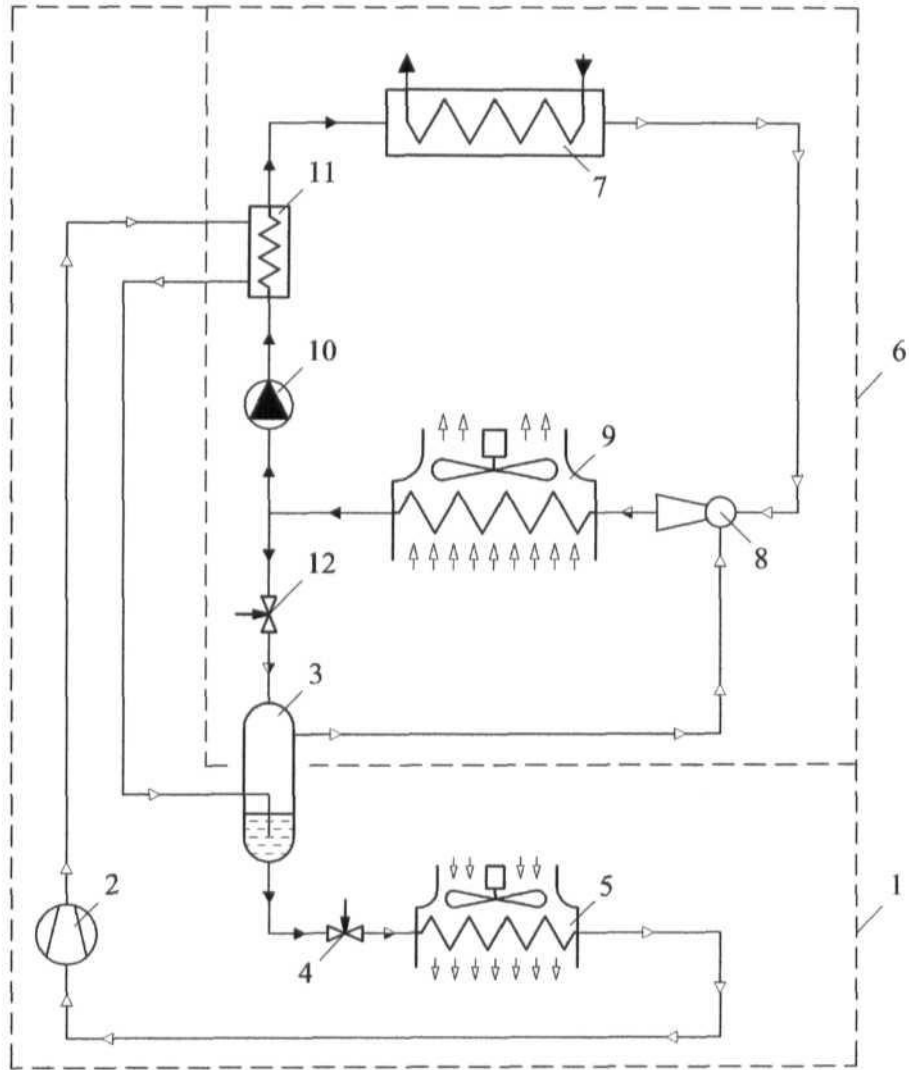
<p>(21) Номер заявки: а 2013 10215</p> <p>(22) Дата подання заявки: 19.08.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.12.2015</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 25.02.2015, Бюл.№ 4</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.12.2015, Бюл.№ 23</p>	<p>(72) Винахідник(и): Петренко Володимир Олексійович (UA), Єрін Володимир Олександрович (UA), Димитров Олександр Олександрович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 861885 A1, 07.09.1981 SU 848908 A1, 23.07.1981 SU 958801 A, 15.09.1982 RU 2306496 C1, 20.09.2007 JP 2010133606 A, 17.06.2010 US 2013111944 A1, 09.05.2013</p>
--	--

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ХОЛОДУ І ДВОСТУПЕНЕВА КОМПРЕСІЙНО-ЕЖЕКТОРНА ХОЛОДИЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі холодильної техніки, а точніше - до способу виробництва холоду і двоступеневої компресійно-ежекторної холодильної установки для його здійснення. Спосіб виробництва холоду передбачає попередній підігрів рідкої робочої речовини високого тиску, що подається в парогенератор тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня, в нагрівачі-пароохолоджувачі цього ступеня, за рахунок використання теплоти стисної перегрітої пари холодоагенту, що виходить з компресора компресійного нижнього ступеня. Двоступенева компресійно-ежекторна холодильна установка, що включає компресійний нижній ступінь та тепловикористовувальний ежекторний верхній ступінь, містить нагрівач-пароохолоджувач, установлений між живильним насосом і парогенератором тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня, при цьому другий вхід нагрівача-пароохолоджувача сполучений з компресором компресійного нижнього ступеня, а другий вихід - з другим виходом проміжної посудини. Заявлені спосіб і установка забезпечують підвищення енергетичної ефективності роботи.

UA 110231 C2



Винахід належить до галузі холодильної техніки, а точніше - до способу виробництва холоду і двоступеневої компресійно-ежекторної холодильної установки для його здійснення.

Найближчим до винаходу, що заявляється, є спосіб виробництва холоду, який реалізований в двоступеневій компресійно-ежекторній холодильній установці [див. Sokolov M., Hershgal D. Enhanced ejector refrigeration cycles powered by low grade heat. Part 1. Systems characterization // International Journal of Refrigeration. -1990. -№ 13. -р. 354, fig. 5]. Спосіб включає стискання в компресорі компресійного нижнього ступеня пари холодоагенту низького тиску до проміжного тиску, змішування цієї пари з парорідинною сумішшю холодоагенту проміжного тиску, що надходить з регулюючого вентиля, в проміжній посудині та її охолодження внаслідок цього змішування, поділ отриманої суміші холодоагенту на парову і рідинну фази, дроселювання рідкого холодоагенту до низького тиску у дросельному вентилі та подачу його у випарник для отримання холодильного ефекту. Крім цього, спосіб включає стискання в ежекторі пари холодоагенту проміжного тиску за рахунок розширеної в соплі пари робочої речовини високого тиску, отриманої в парогенераторі, подачу стисної в ежекторі суміші робочої та проміжної пари холодоагенту в конденсатор, охолодження і конденсацію парів холодоагенту в конденсаторі, поділ рідини, що виходить з конденсатора, на два потоки, подачу рідкої робочої речовини високого тиску в парогенератор, дроселювання рідкого холодоагенту до проміжного тиску у регулюючому вентилі та подачу його у проміжну посудину.

Цей спосіб вибраний як прототип.

Прототип і спосіб, що заявляється, мають наступні спільні ознаки (операції):

- стискання в компресорі компресійного нижнього ступеня пари холодоагенту низького тиску до проміжного тиску;
- змішування пари холодоагенту проміжного тиску з парорідинною сумішшю холодоагенту проміжного тиску, що надходить з регулюючого вентиля, в проміжній посудині та її охолодження внаслідок цього змішування;
- поділ отриманої суміші холодоагенту на парову і рідинну фази;
- дроселювання рідкого холодоагенту до низького тиску у дросельному вентилі;
- подача холодоагенту низького тиску у випарник для отримання холодильного ефекту;
- стискання в ежекторі пари холодоагенту проміжного тиску за рахунок розширеної в соплі пари робочої речовини високого тиску, отриманої в парогенераторі;
- подача стисної в ежекторі суміші робочої та проміжної пари холодоагента в конденсатор;
- охолодження і конденсація парів холодоагенту в конденсаторі;
- поділ рідини, що виходить з конденсатора, на два потоки;
- подача рідкої робочої речовини високого тиску в парогенератор;
- дроселювання рідкого холодоагенту до проміжного тиску у регулюючому вентилі;
- подача холодоагенту проміжного тиску у проміжну посудину.

Недоліком зазначеного способу є те, що в ньому не передбачена можливість корисного використання теплоти стисної перегрітої пари холодоагенту, що виходить з компресора компресійного нижнього ступеня для попереднього підігріву рідкої робочої речовини високого тиску яка подається в парогенератор, що знижує енергетичну ефективність цього способу.

Відома двоступенева компресійно-ежекторна холодильна установка [див. Sokolov M., Hershgal D. Enhanced ejector refrigeration cycles powered by low grade heat. Part 1. Systems characterization // International Journal of Refrigeration. - 1990. -№ 13. -р. 354, fig. 5], що містить компресійний нижній ступінь, в якій послідовно установлені компресор, проміжна посудина, дросельний вентиль і випарник, та тепловикористовувальний ежекторний верхній ступінь, в якій послідовно установлені проміжна посудина, ежектор, конденсатор, живильний насос, парогенератор і регулюючий вентиль.

Дана установка вибрана прототипом.

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

- компресійний нижній ступінь, до складу якого входять:
 - компресор;
 - проміжна посудина;
 - дросельний вентиль;
 - випарник;
- тепловикористальний ежекторний верхній ступінь, до складу якого входять:
 - проміжна посудина;
 - ежектор;
 - конденсатор;
 - живильний насос;
- парогенератор;

- регулюючий вентиль.

Недоліком такої холодильної установки є те, що в ній не передбачена можливість корисного використання теплоти стислої перегрітої пари холодоагенту, що виходить з компресора компресійного нижнього ступеня для попереднього підігріву рідкої робочої речовини високого тиску яка подається в парогенератор, що знижує енергетичну ефективність цієї установки.

В основу винаходу поставлено задачу створити удосконалений спосіб виробництва холоду та двоступеневу компресійно-ежекторну холодильну установку для його здійснення, які забезпечать підвищення енергетичної ефективності роботи за рахунок зменшення теплових навантажень на проміжну посудину, а також на парогенератор і конденсатор тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня, забезпечуючи при цьому істотне зниження масогабаритних характеристик тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня і всієї двоступеневої системи в цілому.

Поставлена задача вирішена групою винаходів, об'єднаних єдиним винахідницьким задумом, а саме способом виробництва холоду і двоступеневою компресійно-ежекторною холодильною установкою для здійснення цього способу.

У першому винаході поставлена задача вирішена в способі виробництва холоду, що передбачає стискання в компресорі компресійного нижнього ступеня пари холодоагента низького тиску до проміжного тиску, змішування цієї пари з парорідинною сумішшю холодоагенту проміжного тиску, що надходить з регулюючого вентиля, в проміжній посудині та її охолодження внаслідок цього змішування, поділ отриманої суміші холодоагенту на парову і рідинну фази, дроселювання рідкого холодоагента до низького тиску у дросельному вентилі та його подачу у випарник для отримання холодильного ефекту, стискання в ежекторі тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня пари холодоагенту проміжного тиску за рахунок розширеної в соплі пари робочої речовини високого тиску, отриманої в парогенераторі, подачу стисної в ежекторі тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня суміші робочої та проміжної пари холодоагента в конденсатор, охолодження і конденсацію парів холодоагенту в конденсаторі, поділ рідини, що виходить з конденсатора, на два потоки, подачу рідкої робочої речовини високого тиску в парогенератор, дроселювання рідкого холодоагенту до проміжного тиску у регулюючому вентилі та подачу його у проміжну посудину, тим, що додатково здійснюють попередній підігрів рідкої робочої речовини високого тиску, що подається в парогенератор, в нагрівачі-пароохолоджувачі тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня, за рахунок використання теплоти стисної перегрітої пари холодоагенту, що виходить з компресора компресійного нижнього ступеня.

У другому винаході поставлена задача вирішена в двоступеневій компресійно-ежекторній холодильній установці, що включає компресійний нижній ступінь, яка містить сполучені між собою трубопроводами послідовно установлені компресор, проміжну посудину, дросельний вентиль і випарник, та тепловикористовувальний ежекторний верхній ступінь, яка містить сполучені між собою трубопроводами послідовно установлені проміжну посудину, ежектор, конденсатор, живильний насос, парогенератор і регулюючий вентиль, тим, що вона додатково містить нагрівач-пароохолоджувач, установлений між живильним насосом і парогенератором тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня, при цьому другий вхід нагрівача-пароохолоджувача сполучений з компресором компресійного нижнього ступеня, а другий вихід - з другим виходом проміжної посудини.

На кресленні схематично представлена запропонована двоступенева компресійно-ежекторна холодильна машина, в якій здійснюють запропонований спосіб.

Двоступенева компресійно-ежекторна холодильна машина містить компресійний нижній ступінь 1, що складається з компресора 2, проміжної посудини 3, дросельного вентиля 4, випарника 5, а також тепловикористовувальний ежекторний верхній ступінь 6, що складається з проміжної посудини 3, парогенератора 7, ежектора 8, конденсатора 9, живильного насоса 10, нагрівача-пароохолоджувача 11 і регулюючого вентиля 12.

Перелічені вузли сполучені між собою в наступному порядку.

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

пароохолоджувача 11. Вихід регулюючого вентиля 12 сполучений з другим входом проміжної посудини 3, другий вихід якого сполучений з другим входом ежектора 8.

Холодильна установка працює таким чином.

5 Пара холодоагенту, що утворилася у випарнику 5 компресійного нижнього ступеня 1 в результаті підведення теплоти від джерела низької температури, стискається від тиску кипіння у випарнику 5 p_0 до проміжного тиску $p_{пр}$ в компресорі 2 і надходить до нагрівача-пароохолоджувача 11 в якому відводиться теплота від стисної перегрітої пари холодильного агента і здійснюється нагрів рідкої робочої речовини високого тиску тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня 6, що подається в парогенератор 7. Охолоджена пара холодоагента надходить до проміжної посудини 3, де вона змішується з парорідинною сумішшю холодоагенту проміжного тиску, що надходить з регулюючого вентиля 12, та додаткового охолоджується внаслідок цього змішування. Отримана суміш холодоагенту в проміжній посудині 3 поділяється на парову і рідинну фази. Рідкий холодоагент після проміжної посудини 3 дроселюється в дросельному вентилі 4 і надходить до випарника 5 для виробництва холоду.

15 Рідка робоча речовина високого тиску тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня 6, що надходить в нагрівач-пароохолоджувач 11, внаслідок підведення теплоти стисної перегрітої пари холодоагенту компресійного нижнього ступеня 1, нагрівається і надходить в парогенератор 7. Робоча пара холодоагенту високого тиску, що утворилася в парогенераторі 7 внаслідок підведення теплоти генерації від зовнішнього джерела, надходить до сопла ежектора 8, розширюється в ньому і всмоктує пару холодоагенту проміжного тиску з проміжної посудини 3. Стисна в дифузорі ежектора 8 суміш парів холодоагенту надходить до конденсатора 9, де за рахунок відведення теплоти конденсації в навколишнє середовище відбувається її зріджування. Рідкий холодоагент, що виходить з конденсатора 9, розділяється на два потоки, один з яких живильним насосом 10 повертається через нагрівач-пароохолоджувач 11 в парогенератор 7, а другий потік - дроселюється в регулюючому вентилі 12 і надходить до проміжної посудини 3.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30 1. Спосіб виробництва холоду, що передбачає стискання в компресорі компресійного нижнього ступеня пари холодоагенту низького тиску до проміжного тиску, змішування цієї пари з парорідинною сумішшю холодоагенту проміжного тиску, що надходить з регулюючого вентиля, в проміжній посудині та її охолодження внаслідок цього змішування, поділ отриманої суміші холодоагенту на парову і рідинну фази, дроселювання рідкого холодоагенту до низького тиску у дросельному вентилі та його подачу у випарник для отримання холодильного ефекту, стискання в ежекторі тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня пари холодоагенту проміжного тиску за рахунок розширеної в соплі пари робочої речовини високого тиску, отриманої в парогенераторі, подачу стислого в ежекторі тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня суміші робочої та проміжної пари холодоагенту в конденсатор, охолодження і конденсацію парів холодоагенту в конденсаторі, поділ рідини, що виходить з конденсатора, на два потоки, подачу рідкої робочої речовини високого тиску в парогенератор, дроселювання рідкого холодоагенту до проміжного тиску у регулюючому вентилі та подачу його у проміжну посудину, який **відрізняється** тим, що додатково здійснюють попередній підігрів рідкої робочої речовини високого тиску, що подається в парогенератор, в нагрівачі-пароохолоджувачі тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня, за рахунок використання теплоти стисної перегрітої пари холодоагенту, що виходить з компресора компресійного нижнього ступеня.

40 2. Двоступенева компресійно-ежекторна холодильна установка, що включає компресійний нижній ступінь, який містить сполучені між собою трубопроводами послідовно установлені компресор, проміжну посудину, дросельний вентиль і випарник, та тепловикористовувальний ежекторний верхній ступінь, який містить сполучені між собою трубопроводами послідовно установлені проміжну посудину, ежектор, конденсатор, живильний насос, парогенератор і регулюючий вентиль, яка **відрізняється** тим, що вона додатково містить нагрівач-пароохолоджувач, установлений між живильним насосом і парогенератором тепловикористовувального ежекторного верхнього ступеня, при цьому другий вхід нагрівача-пароохолоджувача сполучений з компресором компресійного нижнього ступеня, а другий вихід - з другим виходом проміжної посудини.

