



УКРАЇНА

(19) UA (11) 23030 (13) C1

(51)6 F 25 B 29/00

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) ХОЛОДИЛЬНИЙ АГРЕГАТ

1

(21) 95125241

(22) 12.12.95

(24) 30.06.98

(46) 30.06.98. Бюл. № 3

(56) Патент Франції № 2500601, кл. F 25 B 29/00, 25.02.81.

(72) Блюмкін Михайло Михайлович, Боровльов Василь Іванович, Інопін Євген Васильович, Рижков Володимир Іванович, Чеканов Микола Олександрович

(73) БНВК фірма "Наука"

(57) Холодильний агрегат, що містить послідовно включені в замкнутий

2

контур циркуляції хладагента випарник, відкачує патрубком, вакуумний клапан, вакуумний насос, конденсатор і дросельний орган, о т л и ч а ю щ и й с я т е м , ч т о випарник виконаний у вигляді вакуумної камери з розвинутою поверхнею випарення хладагента, конденсатор через дросельний орган з'єднаний з випарником, дросельний орган розміщений всередині відкачує патрубка, а в якості хладагента використані високотемпературні речовини, зокрема, в частині, етанол або його водні розчини.

Ізобретення стосується до холодильної техніки і може бути використано для отримання холоду в побутових і промислових холодильниках, а також в теплових насосах для систем централізованого і автономного теплоснабження.

Найбільш близьким до заявляемому по сукупності ознак і досягаемому результату є холодильний агрегат [1]. Холодильний агрегат містить послідовно включені в замкнутий циркуляційний контур хладагента випарник, відкачує патрубком, вакуумний клапан, вакуумний насос, конденсатор, дросельний орган. В контурі циркуляції хладагента між конденсатором і випарником знаходиться накопительна ємність, яка забезпечена джерелом хладагента (води) у вигляді трубки з затвором, що входить вглиб ємності, ця трубка забезпечена зовнішньої ємністю, непроникною до вакууму і невеликим резервуаром з воронкою, що забезпечує перезарядку води.

При роботі відомого пристрою вакуумний насос через відкачує патрубком і вакуумний затвор відкачує пари хладагента з випарника, знижуючи в ньому тиск, при цьому хладагент вскипає і інтенсивно випарюється. Сжатые насосом пари хладагента поступають в конденсатор де конденсуються, віддаючи тепло. Знижений хладагент з конденсатора перекачується в накопительну ємність. З накопительної ємності рідкий хладагент перекачується через дросельний орган в випарник.

Відомий пристрій відрізняється від аналогів, характеризується тим, що в якості хладагента можуть бути використані дешеві екологічно безпечні речовини, в переважному варіанті вода.

Недостатком відомого холодильного агрегату є невисокий коефіцієнт перетворення, що обумовлено циклічною роботою: цикл холодильника з безпосереднім відновленням холоду, цикл накоплення тепла при дегідратації

(19) UA (11) 23030 (13) C1

соли и работой холодильного агрегата с конденсатором, накоплением соли или других веществ, цикл восстановления тепла при гидратации соли. Кроме того перекачка в контуре циркуляции хладагента в виде жидкости снижает коэффициент преобразования из-за затрат энергии на преодоление трения хладагента о стенки трубопроводов контура.

Задачей данного изобретения является усовершенствование холодильного агрегата, в котором за счет нового конструктивного исполнения и компоновки элементов, а также за счет использования нетрадиционного хладагента, обеспечивается повышение коэффициента преобразования, что снижает энергопотребление, например, при использовании агрегата в бытовых или промышленных холодильниках.

Для этого в известном холодильном агрегате, содержащем последовательно включенные в замкнутый контур циркуляции хладагента испаритель, откачной патрубок, вакуумный клапан, вакуумный насос, конденсатор и дроссельный орган, согласно изобретению испаритель выполнен в виде вакуумной камеры с развитой поверхностью испарения хладагента, конденсатор через дроссельный орган соединен непосредственно с испарителем, дроссельный орган размещен внутри откачного патрубка, а в качестве хладагента использованы высококипящие ($t_{\text{ра кип}} > 0^\circ$ при давлении $p=1$ бар) вещества, в частности этанол или его водные растворы.

Эффективность холодильных агрегатов определяется коэффициентом преобразования ε — отношением полученного (тепловой на ос) или отобранного (холодильник) тепла Q к затраченной работе A (или теплу — в абсорбционных машинах)

$$\varepsilon = \frac{Q}{A}$$

Это достигается созданием непрерывного режима работы и условий для интенсивного испарения и откачки паров кипящего хладагента. Пары высококипящего хладагента откачиваются вакуумным насосом через откачной патрубок, внутри которого размещен дроссельный орган, понижая давление в испарителе, который имеет развитую поверхность, хладагент вскипает и интенсивно испаряется, отбирая теплоту испарителя и понижая в нем температуру

Теоретически предельное значение ε выражается через температуру в испарителе T_1 и температуру в конденсаторе T_2 (абсолютная шкала)

$$\varepsilon_T = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$$

При этом ε_T всегда больше 1, т.к. $T_2 > T_1$. В реальных холодильных агрегатах всегда $\varepsilon < \varepsilon_T$, т.к. реальные термодинамические циклы содержат области необратимости (трение, дросселирование).

В приведенной таблице значений $\varepsilon = f(T_1, T_2)$ вследствие того, что предлагаемый агрегат работает на принципе утилизации теплоты фазовых переходов (жидкость-пар, пар-жидкость), значение ε определяется, как отношение теплоты конденсации Q_k к работе A_p , затраченной на сжатие пара рабочего вещества по равновесной кривой (минимально-возможное значение работы)

$$\varepsilon = \frac{Q_k}{A_p}$$

На диаграмме (данные из "Справочника по теплофизическим свойствам газов и жидкостей", Варгафтик Н.Б. Гос. изд-во физ.мат. литературы. М., 1963, с. 336, 355) кривая $P(V)$ аппроксимировалась ломаной и работа A_p вычислялась, как площадь под кривой). Такая характеристика определяет не эффективность машины, а экономичность рабочего вещества. Было показано, что спирт на 15–30% экономичнее фреонов при прочих равных условиях.

Реальный процесс сжатия идет не по линии равновесия, а по политропе и реальное значение работы сжатия будет несколько выше

$$A > A_p$$

Причем эта разница в большей степени зависит от конструктивных особенностей агрегата.

В заявляемом холодильном агрегате, как и в прототипе, работа затрачивается не только на сжатие паров, но и на циркуляцию рабочего вещества по замкнутому контуру. Но в прототипе на участке "конденсатор-испаритель" последовательно расположены накопитель, дроссельный орган и вакуумный клапан, соединенные трубопроводом и для прокачки рабочей жидкости через этот участок требуется некоторая работа ΔA , определяемая гидравлическим сопротивлением всех этих элементов.

В предлагаемом холодильном агрегате дроссельный орган является по сути конечным элементом конденсатора и расположен непосредственно в откачном патрубке (элемент испарителя), а жидкость после дросселирования поступает в испаритель по сути смотеком. Таким образом работа на циркуляцию хладагента по контуру при прочих равных условиях будет меньше на величину

ΔA . То есть если в предлагаемом устройстве $\varepsilon = \frac{Q_k}{A}$, то в прототипе $\varepsilon = \frac{Q_k}{A + \Delta A}$.

Таким образом предлагаемый холодильный агрегат эффективнее и экономичнее прототипа в $\frac{A + \Delta A}{A}$ раз.

На чертеже схематично изображен предлагаемый холодильный агрегат.

Холодильный агрегат содержит включенные последовательно в замкнутый контур циркуляции хладагента испаритель 1, выполненный в виде вакуумной камеры с развитой поверхностью испарения хладагента 2. Испаритель снабжен откачным патрубком 3 с большой пропускной способностью. Откачной патрубок 3 через вакуумный клапан 4 соединен с механическим вакуумным насосом 5. К выходу насоса подсоединен конденсатор 6. Выход конденсатора подсоединен к дроссельному органу 7, содержащему, например, последовательно соединенные дроссель-клапан 8 и змеевик 9. Дроссельный орган 7 размещен внутри откачного патрубка 3. Дроссель-клапан, входящий в состав дроссельного органа, выполнен, например, по типу вакуумного игольчатого накателя (Кучеренко Е.Т. Справочник по физическим основам вакуумной техники. Киев, "Вища школа", 1981, с. 182).

Поверхность испарения хладагента 2 испарителя 1 должна быть не менее $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ на 1 кВт производительности. В качестве хладагента 2 использованы высококипящие (т-ра кип. $t > 0^\circ\text{C}$ при давлении $p = 1 \text{ бар}$) вещества. Наиболее эффективная работа холодильного агрегата достигается при

использовании этанола или его водных растворов.

Работает заявляемый холодильный агрегат следующим образом.

Вакуумный насос 5 через откачной патрубок 3 и вакуумный клапан 4 откачивает пары хладагента 2 из испарителя 1, понижая в нем давление. При этом хладагент 2 вскипает и интенсивно испаряется, отбирая теплоту из испарителя 1, понижая в нем температуру.

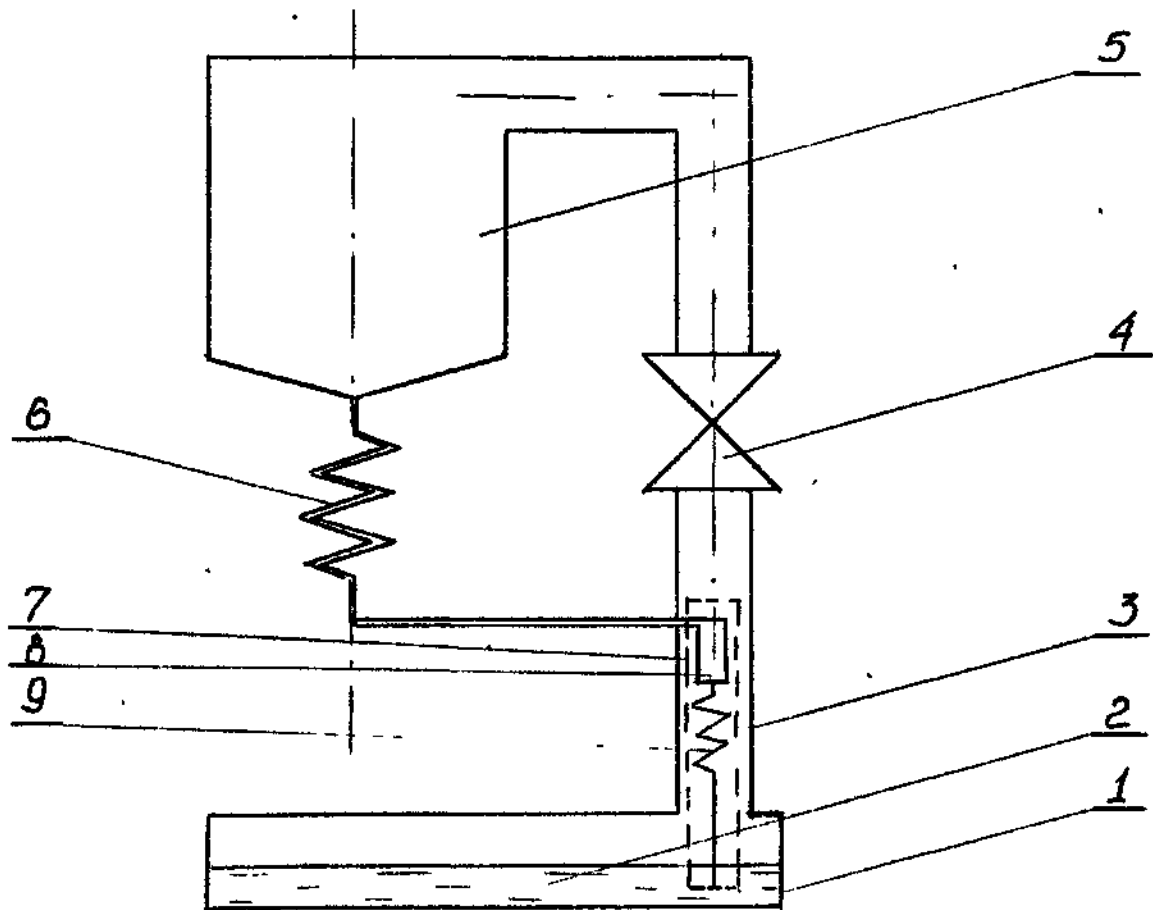
Откачка паров хладагента 2 из испарителя 1 происходит с высокой скоростью (3,5 л/с), что обеспечивается развитой поверхностью испарителя 1, большой пропускной способностью откачного патрубка 3 и размещением дроссельного органа 7 внутри откачного патрубка 3.

Сжатые вакуумным насосом 5 пары хладагента 2 поступают в конденсатор 6, где охлаждаются естественным образом и конденсируются, отдавая теплоту. Сжиженный хладагент 2 из конденсатора 6 поступает в дроссельный орган 7, где охлаждается при дросселировании, например, в дроссель-клапане 8 и по змеевику 9 попадает обратно в испаритель 1 дополнительно охлаждаясь откачиваемыми парами.

При проведении испытаний холодильника, имеющего 1 м^3 полезного объема и использующего предлагаемый холодильный агрегат, поверхность испарения испарителя 1 которого порядка $0,5 \text{ м}^2$, а в качестве хладагента 2 использован этиловый спирт, достигнута температура в испарителе $1-34^\circ\text{C}$. Такой холодильник потребляет энергии на 25-30% меньше, чем фреоновые с таким же полезным объемом.

Зависимость ε от температур T_1 , T_2 при сжатии по линии упругости

		T_2		
		303 (+30)	313 (+40)	333 (+60)
T_1	273 (0)	8,2	6,7	4,9
	267 (-6)	6,9	5,9	4,4
	261 (-12)	6,0	5,3	4,1
	255 (-18)	5,3	4,8	3,8
	249 (-24)	4,8	4,3	3,5
	243 (-30)	4,3	3,9	3,3
		ε		



Упорядник

Техред М.Келамеш

Коректор М.Куль

Замовлення 4516

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101