



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012142405/06, 04.10.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.10.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.10.2012

(45) Опубликовано: 10.04.2014 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2112908 C1, 10.06.1998 . SU 455230
A1, 30.12.1974 . RU 2154781 C1, 20.08.2000 .
RU 8780 U1, 16.12.1998 . US 2010/079952 A1,
01.04.2010. US 6880346 B1, 19.04.2005

Адрес для переписки:

634050, г.Томск, пр. Кирова, 56 в, ОАО "НПЦ
"Полус"

(72) Автор(ы):

Дервянко Валерий Александрович (RU),
Гладуценко Владимир Николаевич (RU),
Гейнц Эльмар Рудольфович (RU),
Коков Евгений Георгиевич (RU),
Васильев Евгений Николаевич (RU),
Руссков Владимир Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

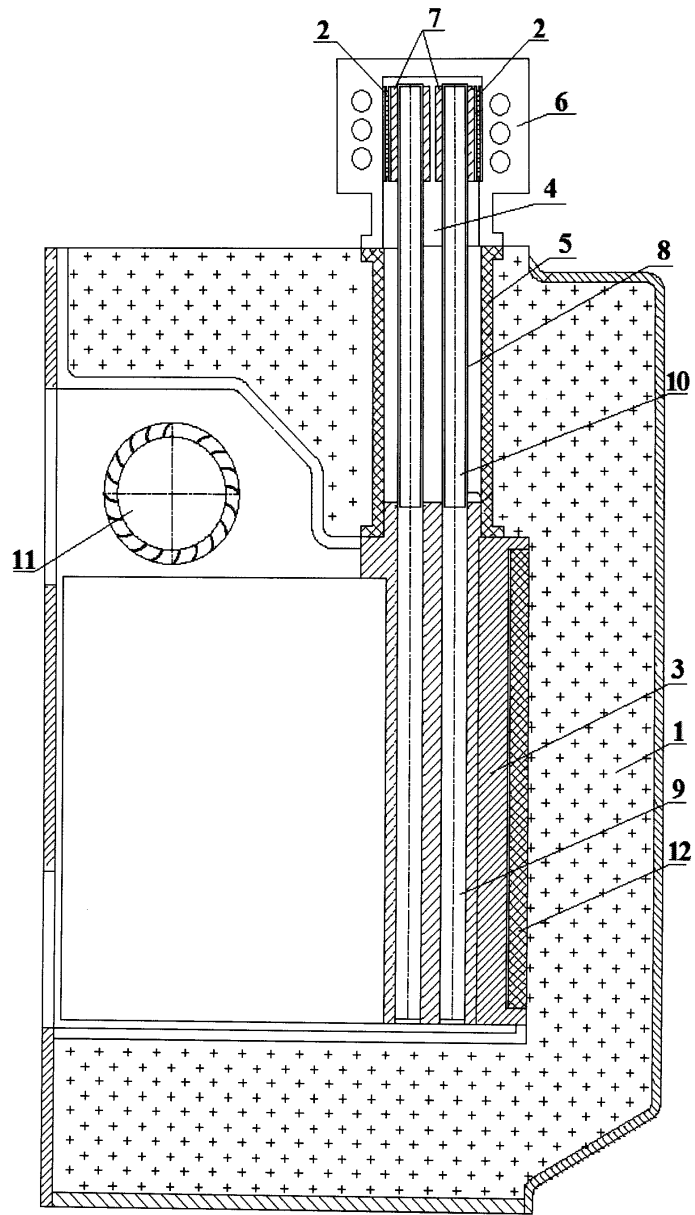
Открытое акционерное общество "Научно-
производственный центр "Полус" (RU)**(54) ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ БЛОК ОХЛАЖДЕНИЯ**

(57) Реферат:

Термоэлектрический блок охлаждения применяется в холодильной технике. Термоэлектрический блок охлаждения содержит два или более термоэлектрических модуля (2), размещенных в герметичной камере (4), предварительно вакуумированной и заполненной осушенным газом. Горячие спаи термомодулей связаны с жидкостным радиатором (6) герметичной камеры, а холодные спаи связаны с конденсаторами (7). В каждый конденсатор встроены три независимых термосифона (8) с внутренними паропроводами (10), причем зона испарения (9) термосифонов находится в корпусе

воздушного радиатора (3), отделенного теплоизолирующей вставкой (5) от жидкостного радиатора герметичной камеры, что обеспечивает однонаправленность передачи тепла в случае отключения питания термоэлектрических модулей. Теплоизолированный корпус (1) образует внутренний и внешний тепловые контуры. Вентилятор (11) и электрический нагреватель (12) установлены на корпусе воздушного радиатора. Использование изобретения обеспечивает снижение затрат электроэнергии. 1 ил.

RU 2511922 C1



RU 2511922 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012142405/06, 04.10.2012

(24) Effective date for property rights:
04.10.2012

Priority:

(22) Date of filing: 04.10.2012

(45) Date of publication: 10.04.2014 Bull. № 10

Mail address:

634050, g.Tomsk, pr. Kirova, 56 v, OAO "NPTs
"Poljus"

(72) Inventor(s):

Derevjanko Valerij Aleksandrovich (RU),
Gladushchenko Vladimir Nikolaevich (RU),
Gejnts Ehl'mar Rudol'fovich (RU),
Kokov Evgenij Georgievich (RU),
Vasil'ev Evgenij Nikolaevich (RU),
Russkov Vladimir Vasil'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Nauchno-
proizvodstvennyj tsentr "Poljus" (RU)

(54) **THERMOELECTRIC COOLING UNIT**

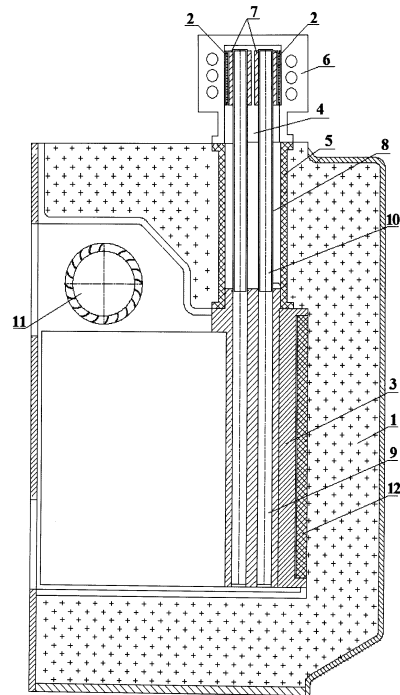
(57) Abstract:

FIELD: heating.

SUBSTANCE: thermoelectric cooling unit is applied in refrigerating engineering. A thermoelectric cooling unit includes two or more thermoelectric modules (2) arranged in sealed chamber (4) pre-vacuumised and filled with dry gas. Hot junctions of thermomodules are connected to liquid radiator (6) of the sealed chamber, and cold junctions are connected to condensers (7). Into each condenser there built are three independent thermosyphons (8) with internal steam lines (10); besides, evaporation zone (9) of thermosyphons is in the housing of air radiator (3) separated with heat-insulating insert (5) from the liquid radiator of the sealed chamber, which provides unidirectional heat transfer in case of power interruption of thermoelectric modules. Heat-insulated housing (1) forms internal and external thermal circuits. Fan (11) and electric heater (12) are installed on the air radiator housing.

EFFECT: use of the invention provides electric energy cost reduction.

1 dwg



RU 2 511 922 C1

RU 2 511 922 C1

Настоящее техническое решение относится к холодильной технике, в частности к термоэлектрическим охлаждающим устройствам.

Анализ конструктивных особенностей термоэлектрических охлаждающих устройств показывает, что для достижения минимальных температур в камере охлаждения и получения максимального КПД должны быть выполнены следующие требования:

термоэлектрические модули (ТЭМ) должны устанавливаться в герметизированной (вакуумной) камере, заполняемой осушенными газами и исключающей проникновение влаги;

каждый ТЭМ должен отделяться от камеры охлаждения тепловым затвором, предотвращающим проникновение теплоты при отключении питания ТЭМ;

ТЭМ должен иметь хорошие тепловые контакты (желательно паяные) с устройствами подвода и отвода теплоты;

устройства подвода и отвода теплоты должны обеспечивать высокую плотность тепловой мощности (до 10 Вт/см^2).

Известен холодильный термоэлектрический блок [1], который содержит два или более ТЭМ, на холодных и горячих спаях которых установлены радиаторы. Пространство между радиаторами и полость между горячим и холодным спаями заполнены теплоизоляционным влагонепроницаемым материалом. В этом блоке радиаторы присоединены к холодному и горячему спаям ТЭМ напрямую без теплового затвора, поэтому при отключении электропитания через ТЭМ от радиатора горячего спая в камеру охлаждения пойдет большой тепловой поток, что значительно снизит КПД термоэлектрического блока. Малая площадь контактов холодных и горячих спаев с воздушными радиаторами приведет к большим перепадам температуры, что также вызовет снижение холодопроизводительности. Заполнение полости между горячим и холодным спаями теплоизоляционным влагонепроницаемым материалом не гарантирует герметизации ТЭМ и, кроме того, сама теплоизоляция обладает теплопроводностью, что обеспечивает паразитный переток теплоты.

Известна термоэлектрическая холодильная установка [2], содержащая охлаждаемую камеру и промежуточный циркуляционный контур теплоносителя, включающий насос, внешний теплообменник с вентилятором и размещенный в охлаждаемой камере термоэлектрический охлаждающий агрегат. Однако такая установка не имеет теплового затвора, так как жидкостной охлаждающий контур всегда заполнен теплоносителем и при отключении электропитания ТЭМ (или выходе его из строя) будет иметь место переток теплоты от горячих спаев к холодным. Из описания не ясно, обеспечена ли герметизация ТЭМ, так как это существенно влияет на холодопроизводительность. В целом термоэлектрическая холодильная установка имеет сложное и громоздкое устройство, а охлаждающий агрегат занимает значительную часть объема охлаждаемой камеры.

Известен термоэлектрический холодильник [3], который содержит ряд термобатарей с тепловыми трубами на горячих и холодных спаях и устройство поочередного включения термобатарей. В этой конструкции тепловые трубы выполняют роль теплового затвора только в случае одновременного отключения всех термоэлементов. Так как однородные спаи всех термоэлементов располагаются на поверхности одной трубы, то в случае отключения одного (или нескольких) термоэлементов по стенке тепловой трубы будет осуществляться переток теплоты, что значительно ухудшит характеристики холодильника. Кроме того, термоэлементы в этой конструкции не герметизированы, что так же является недостатком.

Наиболее близким к предлагаемому решению является термоэлектрический блок

[4], который выбран в качестве прототипа. Термоэлектрический блок содержит термобатареи, по первому и второму вариантам на холодных и горячих, а по третьему - на холодных или горячих спаях, на которых установлены тепловые трубы, выполненные в виде алюминиевых плоских многоканальных труб, частично
5 заполненных теплоносителем. На противоположных спаях термобатарей по третьему варианту установлены проточные жидкостные теплообменники. Однако в данном термоэлектрическом блоке отсутствует герметизация ТЭМ, поэтому на холодных спаях будут скапливаться конденсат и иней, значительно ухудшающие
10 холодопроизводительность блока. При выключении электропитания блока теплота будет интенсивно проникать в объем холодильной камеры по тепловым трубам, которые изготовлены из материала с высокой теплопроводностью и обладают высокой прямой и обратной теплопередающей способностью. Кроме того, холодные спаи ТЭМ не изолированы друг от друга и имеют тепловой контакт через корпус тепловых труб. При частичном отключении ТЭМ или выходе части из них из строя теплота от горячих
15 спаев к холодным будет перетекать через неработающий ТЭМ, что снизит эффективность холодильника. При работе ТЭМ на ребрах тепловой трубы также будет скапливаться конденсат или намерзать иней, что неизбежно уменьшает эффективность теплообмена радиатора и всего блока в целом.

Техническим результатом, достигаемым при использовании предлагаемого
20 изобретения, является увеличение холодопроизводительности термоэлектрического блока охлаждения, снижение минимальной температуры в холодильной камере, повышение экономичности и надежности холодильника.

Указанный технический результат достигается тем, что ТЭМ устанавливаются в герметизированной камере, которая вакуумируется до давления $\approx 10^{-5}$ мм рт. ст. для
25 удаления остатков влаги и затем заполняется инертным газом. Наиболее предпочтительным является ксенон, теплопроводность которого в 4,6 раза меньше теплопроводности воздуха.

Указанный технический результат усиливается за счет того, что горячие спаи ТЭМ
30 напаиваются на поверхность водоохлаждаемого радиатора, чем обеспечивается минимальный перепад температуры на тепловом контакте.

Указанный технический результат усиливается за счет того, что жидкостный радиатор имеет два встречных канала для протока охлаждающей жидкости. Это обеспечивает
35 равномерное распределение температуры по поверхности радиатора. Необходимость этого вызвана тем, что термоэлектрические элементы, образующие тепловые спаи, соединены в ТЭМ последовательно. Конструктивно одноименные спаи, например горячие, могут находиться на разных участках горячей пластины и иметь разную температуру при неравномерной температуре радиатора. Разность температур в несколько градусов существенно влияет на эффективность всей последовательной цепи.

Указанный технический результат усиливается за счет того, что на холодные спаи
40 каждого ТЭМ устанавливаются независимые друг от друга конденсаторы, обеспечивающие подвод теплоты к ТЭМ от воздушного радиатора камеры охлаждения. Каждый конденсатор соединен с воздушным радиатором с помощью тепловых труб (термосифонов), выполняющих роль тепловых затворов. При отключении ТЭМ (или выходе его из строя) корпус конденсатора нагревается до температуры жидкостного
45 радиатора, однако попадание тепла в холодильную камеру предотвращается за счет крайне низкой теплопроводности термосифонов.

Усилению указанного технического результата способствует то, что каждый конденсатор соединен с воздушным радиатором посредством нескольких независимых

термосифонов (в конкретной конструкции их 3). Использование нескольких параллельно включенных термосифонов позволяет: уменьшить перепад температуры на термосифоне при прямой передаче теплоты от воздушного радиатора к конденсатору; увеличить равномерность теплоотвода по всей контактной площади конденсатора; увеличить надежность конструкции, т.к. ТЭМ сохраняет работоспособность даже при одном работающем термосифоне.

Усиление указанного технического эффекта достигается также за счет того, что в качестве теплоносителя в термосифонах применен безвредный фреон R-134A, а сам термосифон выполнен с внутренней паровой трубкой для снижения перепада температуры между воздушным радиатором и конденсатором.

Усилению указанного технического эффекта способствует то, что термоэлектрический блок не занимает полезный объем холодильной камеры, он размещается за ее пределами, воздух из камеры подается на воздушный радиатор через входное отверстие с помощью вентилятора, здесь он охлаждается и возвращается в камеру через выходное отверстие. Система терморегулирования отключает электропитание при достижении заданной температуры воздуха в холодильной камере. Воздушный радиатор оборудован нагревателем для периодического удаления с ребер инея, который препятствует эффективному теплообмену.

Суть предлагаемого изобретения поясняется чертежом, где изображен общий вид термоэлектрического холодильника.

Термоэлектрический блок охлаждения содержит теплоизолирующий корпус (1), внутри которого расположены два или более ТЭМ Пельтье (2) и воздушный радиатор (3). ТЭМ находятся в герметичной камере (4), предварительно вакуумированной и заполненной осушенным газом. Корпус воздушного радиатора отделен от жидкостного радиатора герметичной камеры теплоизолирующей вставкой (5). Горячие спаи ТЭМ припаяны к жидкостному радиатору (6), а холодные спаи присоединены через термопасту к конденсаторам (7). В каждый конденсатор встроены три независимых термосифона (8), причем испарители (9) термосифонов находятся в корпусе воздушного радиатора, а внутри термосифона имеется паровая трубка (10). Вентилятор (11) обеспечивает поступление воздуха из камеры холодильника, электрический нагреватель (12) установлен на корпусе воздушного радиатора.

Устройство работает следующим образом.

При включении ТЭМ холодные спаи охлаждают конденсаторы тепловых труб. Теплота, поступающая из объема холодильной камеры с воздухом, передается сначала воздушному радиатору, затем по тепловым трубам поступает на холодные спаи ТЭМ. Электропитание ТЭМ осуществляется при значении силы тока, соответствующей максимальному холодильному КПД (по данным паспорта производителя ТЭМ). При достижении в холодильной камере заданной температуры терморегулятор полностью отключает электропитание ТЭМ и вентилятора, что позволяет экономить электроэнергию. При этом величина обратного теплового потока через термоэлектрический блок остается минимальной, это способствует сохранению захлажденного состояния холодильной камеры. Электрический нагреватель при выключенном электропитании ТЭМ и вентилятора периодически нагревает воздушный радиатор с целью устранения на его ребрах конденсата и инея, препятствующих эффективному теплообмену.

Расположение ТЭМ в герметичном объеме, заполненном инертным газом (например ксеноном), значительно снижает тепловые потери, т.к. теплопроводность ксенона в 4,6 раза меньше теплопроводности воздуха, вакуумирование же объема полностью

исключает конвективные и теплопроводные потери. При отключении ТЭМ в термосифонах обратный перенос теплоты за счет движения теплоносителя невозможен, но осуществляется теплопередача по его корпусу. Количество теплоты рассчитывается по формуле:

$$Q = \lambda \frac{S}{l} \Delta T$$

где λ - теплопроводность материала, S - сечение корпуса трубы, l - длина участка трубы, ΔT - перепад температур.

Оценки показывают, что при разности температур $\Delta T = 40^\circ\text{C}$ по одной алюминиевой трубе длиной 100 мм, внутренним диаметром $\varnothing 10$ мм и толщиной стенки 1 мм идет тепловой поток мощностью

$$Q = 200 \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{10^{-1}} \cdot 40 = 2,8 \text{ Вт}$$

по трубе из нержавеющей стали с толщиной стенки 0,5 мм, в то время как за счет теплопроводности паров фреона внутри объема этой же трубки тепловой поток составляет всего $Q = 0,3$ мВт.

$$Q = 10^{-2} \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{10^{-1}} \cdot 40 = 0,3 \text{ мВт}$$

Все признаки представленного термоэлектрического блока охлаждения обеспечивают повышение его холодопроизводительности и КПД, снижение затрат электроэнергии при эксплуатации и повышение надежности. В термоэлектрических преобразователях перепад температуры между горячими и холодными спаями и холодопроизводительность имеют обратно пропорциональную зависимость в соответствии с нагрузочными характеристиками ТЭМ, поэтому снижение общего перепада температуры за счет применения тепловых труб обеспечивает рост холодопроизводительности и снижение температуры в холодильной камере. Для электропитания ТЭМ используется оптимальное значение силы тока, при котором холодильный к.п.д. ТЭМ максимален. Тепловые трубы типа «термосифон» являются тепловыми затворами, что дает возможность реализовать систему терморегулирования, которая периодически отключает электропитание термоэлектрического блока при достижении заданной температуры в холодильной камере с целью повышения экономичности. Производится вакуумирование объема ТЭМ или заполнение его инертным газом, поскольку известно, что наиболее высокая производительность ТЭМ соответствует условиям вакуума, в газовой среде даже с небольшим содержанием влаги рабочие характеристики ТЭМ значительно ухудшаются из-за образования конденсата и инея на холодных спаях. Установка электрического нагревателя необходима из-за того, что образование инея или конденсата на ребрах воздушного радиатора значительно снижает его коэффициент теплообмена и рабочие характеристики термоэлектрического блока в целом.

Представленная конструкция, по сравнению с ранее известными, обеспечивает повышение КПД холодильника, снижение затрат электроэнергии, сокращение времени охлаждения холодильной камеры и позволяет получать более низкие (до -18°C) температуры в холодильной камере.

Из известных заявителю патентно-информационных материалов не обнаружены термоэлектрические холодильные агрегаты с совокупностью признаков, сходных с совокупностью отличительных признаков заявляемого объекта.

Литература

1. Патент РФ №2092753, F25D 11/00, F25B 21/02, опубл. 10.10.1997 г.
2. Патент РФ №2267720, F25B 21/02, опубл. 10.01.2006 г.
3. Патент РФ №2008581, F25B 21/02, опубл. 28.02.1994 г.
4. Патент РФ №2112908, F25B 21/02, F28D 15/02, опубл. 10.06.1998 г.

5

Формула изобретения

Термоэлектрический блок охлаждения, содержащий два или более термоэлектрических модуля, связанных горячими спаями с жидкостным радиатором, а холодными спаями с конденсаторами тепловых труб, отличающийся тем, что

10 термоэлектрические модули размещены в герметичной камере, заполненной осушенным инертным газом, в жидкостном радиаторе используется встречное движение потоков охлаждающей жидкости, холодные спаи каждого модуля установлены на автономном конденсаторе, соединенном с воздушным радиатором тремя независимыми тепловыми

15 трубами термосифонного типа, изготовленными из титана или нержавеющей стали, испарители тепловых труб встроены в корпус воздушного радиатора, на поверхности которого установлены электрический нагреватель и вентилятор.

20

25

30

35

40

45