



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 182 103⁽¹³⁾ C2
(51) МПК⁷ B 64 G 1/50, F 25 B 27/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000116027/28, 19.06.2000

(24) Дата начала действия патента: 19.06.2000

(46) Дата публикации: 10.05.2002

(56) Ссылки: Малые холодильные установки. Справочник серии "Холодильная техника". - М.: Пищевая промышленность, 1978, с. 182. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Справочник. - Наукова думка, 1979, с. 460. ЕР 0046716 А2, 03.03.1982. WO 84/04581, 22.11.1984.

(98) Адрес для переписки:
141070, Московская обл., г. Королев, ул. Ленина, 4 а, ОАО РКК "Энергия" им. С.П. Королева, отдел промышленной собственности и инноватики

(71) Заявитель:

Открытое акционерное общество
"Ракетно-Космическая корпорация "Энергия"
имени С.П. Королева"

(72) Изобретатель: Коптелов К.А.,
Цихоцкий В.М.

(73) Патентообладатель:

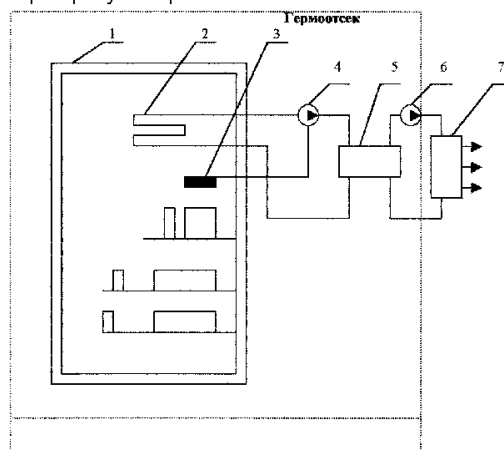
Открытое акционерное общество
"Ракетно-Космическая корпорация "Энергия"
имени С.П. Королева"

(54) ХОЛОДИЛЬНИК ДЛЯ ОБИТАЕМОГО ГЕРМООТСЕКА

(57)

Изобретение относится к холодильной и космической технике, конкретно к бортовым холодильникам для хранения продуктов в условиях длительной эксплуатации различных пилотируемых космических аппаратов. Технический результат: снижение энергопотребления холодильника при использовании его в гермоотсеке космического аппарата за счет использования естественного источника холода - космического пространства, а также снижения шума и уровня вибраций при работе холодильника. Сущность изобретения: в холодильнике, включающем теплоизолированный шкаф, терморегулятор, воздухоохладитель, гидравлически связанный с конденсатором, конденсатор выполнен в виде излучательной панели с оптическими характеристиками $A_s \leq 0,2$ и $\varepsilon \geq 0,9$, где A_s - коэффициент отражения солнечной энергии, ε - степень черноты поверхности, и установлен снаружи гермоотсека КА. Воздухоохладитель и конденсатор включены

каждый в свой замкнутый гидравлический контур с побудителем расхода. Контуров связаны между собой промежуточным теплообменником. Побудитель расхода гидравлического контура воздухоохладителя связан каналом управления с терморегулятором. 1 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 182 103** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **B 64 G 1/50, F 25 B 27/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000116027/28, 19.06.2000

(24) Effective date for property rights: 19.06.2000

(46) Date of publication: 10.05.2002

(98) Mail address:
141070, Moskovskaja obl., g. Korolev, ul.
Lenina, 4 a, OAO RKK "Ehnergija" im. S.P.
Koroleva, otdel promyshlennoj sobstvennosti
i innovatiki

(71) Applicant:
Otkrytoe aktsionernoje obshchestvo
"Raketno-Kosmicheskaja korporatsija
"Ehnergija" imeni S.P. Koroleva"

(72) Inventor: Koptelov K.A.,
Tsikhotskij V.M.

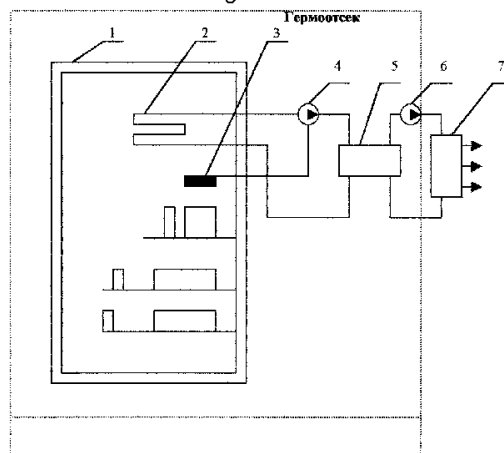
(73) Proprietor:
Otkrytoe aktsionernoje obshchestvo
"Raketno-Kosmicheskaja korporatsija
"Ehnergija" imeni S.P. Koroleva"

(54) **REFRIGERATOR FOR INHABITED PRESSURE COMPARTMENT**

(57) Abstract:

FIELD: refrigerating and space engineering; on-board refrigerators for storage of products during protracted operation of manned spacecraft. SUBSTANCE: refrigerator has heat-insulated cabinet, thermostat, air cooler hydraulically connected with condenser which is made in form of radiating panel with the following optical characteristics: $A_s \leq 0,2$ and $\varepsilon \geq 0,9$, where A_s is solar energy reflection; ε is surface emissive factor; it is mounted on the outside of spacecraft pressure compartment. Air cooler and condenser are included in their own closed hydraulic loops provided with flow activator. Loops are interconnected by means of intermediate heat exchanger. Flow activator of hydraulic loop of air cooler is connected with thermostat by means of control channel. EFFECT: reduced

power requirements due to use of natural source of cold-space; reduced noise and vibration levels. 1 dwg



Изобретение относится к холодильной и космической технике, конкретно к бортовым холодильникам для хранения продуктов и биологических объектов в условиях длительной эксплуатации различных пилотируемых космических аппаратов.

В настоящее время холодильники широко используются в различных областях техники и быту. По типу холодильники подразделяются на парокомпрессионные, адсорбционные, термоэлектрические, вихревые и еще несколько типов холодильников специального назначения. Наибольшее распространение получили парокомпрессионные холодильники, поскольку они имеют по сравнению с другими лучшую энергетическую эффективность.

В холодильнике с использованием парокомпрессионной машины, холодильный агент, проходя через охлаждающее устройство, выполненное, например, в виде воздухоохладителя, отводит тепло от охлаждаемого объекта, размещенного внутри теплоизолированного шкафа, и превращается в пар. Образующийся пар сжимается компрессором, при этом температура его повышается. В конденсаторе пар отдает тепло окружающему воздуху или воде, после чего, конденсируясь, снова превращается в жидкость. Жидкий хладагент после конденсатора дросселируется и возвращается в испаритель. Холодильники с указанной схемой описаны в (1,2). В таких холодильниках воздухоохладитель и конденсатор включены вместе с компрессором в единый гидравлический контур. Воздухоохладитель установлен в теплоизолированном шкафу (или в холодильной камере), а конденсатор установлен снаружи помещения, и поэтому тепло передается окружающему воздуху.

Недостатком такой схемы является влияние на работу холодильника окружающей среды (температуры окружающего воздуха, а также погодных условий, или места, где установлен конденсатор (под металлической крышей или над бетонными плитами крыши и т.п.), что при высоких значениях температур окружающей среды ведет к перегрузке компрессора холодильника. А это, в свою очередь, увеличивает энергопотребление холодильника и снижает его холодопроизводительность.

Чтобы избежать этого часто используют водяное охлаждение конденсаторов. В холодильнике с такой схемой воздухоохладитель и конденсатор также включены в единый гидравлический контур, однако при этом конденсатор выполнен двухполостным. Одна из полостей включена в единый гидравлический контур, а другая полость включена в водопроводную сеть или в сеть обратного водоснабжения. Такой холодильник описан в (3).

Недостатками такой схемы являются большие эксплуатационные затраты, связанные с высокой стоимостью потребляемой воды. При использовании схемы с водоохлаждаемым конденсатором можно уменьшить эксплуатационные расходы, используя воду естественных водоемов. Холодильники с такими конденсаторами широко используются в судовых холодильных установках для надводных кораблей и подводных лодок. Холодильник фирмы "Westinghouse" с

конденсатором, охлаждаемым заборной водой, описан в (4). Одним из аналогов является система охлаждения сжиженных газов на морском танкере, описанная на с. 182 в (5).

За прототип изобретения был выбран холодильник траулера типа "Горизонт", описанный на с. 190-191 (5). Общими с предлагаемым изобретением признаками являются теплоизолированный шкаф (у прототипа теплоизолированная камера для хранения замороженной продукции, терморегулятор, а также гидравлически связанные между собой воздухоохладитель и конденсатор).

Основным недостатком прототипа при использовании его в бортовых холодильниках является высокое энергопотребление самой схемы холодильной установки с двухфазным хладагентом. При этом электрическая мощность привода компрессора передается на конденсатор и отводится от него в окружающую танкер воду. Кроме того, использование для этих целей компрессоров, чаще всего поршневых, приводит, помимо высокого тепловыделения, еще к возникновению вибрационных и шумовых нагрузок. Опыт применения парокомпрессионных холодильников для систем кондиционирования воздуха или бортового холодильника, полученный в ходе многолетней эксплуатации орбитальной станции "Мир", ярко показал указанные выше недостатки. Шум и вибрация, возникающая при работе компрессоров в этих схемах, мешал спать членам экипажа, а также проводить точные астронавигационные эксперименты.

Поэтому такие существенные недостатки поставили задачу найти новое техническое решение при создании бортового холодильника для гермоотсека КА, лишенного указанных выше недостатков.

Задачей предлагаемого изобретения является снижение энергопотребления холодильника при использовании его в гермоотсеке космического аппарата за счет использования естественного источника холода - космического пространства, а также уменьшение уровня шума и вибраций при работе холодильника.

Поставленная задача решается тем, что в холодильнике, включающем теплоизолированный шкаф, терморегулятор, воздухоохладитель, связанный гидравлически с конденсатором, конденсатор выполнен в виде излучательной панели с оптическими характеристиками $A_s \leq 0,2$ и $\varepsilon \geq 0,9$, где A_s - коэффициент отражения солнечной энергии, ε - степень черноты поверхности, и размещен снаружи гермоотсека, воздухоохладитель и конденсатор включены каждый в свой замкнутый гидравлический контур, контуры связаны между собой промежуточным теплообменником, при этом насос гидравлического контура воздухоохладителя связан каналом управления с терморегулятором.

При создании такой схемы холодильника использовался тот эффект, что конденсатор, выполненный в виде излучательной панели с указанными оптическими характеристиками, установленный снаружи КА, в условиях полета может иметь температуру до -80°C . Поэтому, пропуская через нее теплоноситель,

имеющий низкую температуру замерзания, можно иметь источник холода, при этом затраты на его получение, будут всегда в два-три раза ниже, чем у самого эффективного холодильника, выполненного с использованием термодинамического цикла. А использование в качестве побудителей расхода традиционных, например, центробежных насосов, позволяет снизить не только энергопотребление холодильника, а также уровни шума и вибраций.

Рассмотрим пример реализации данной конструкции холодильника.

Предлагаемая схема холодильника для гермоотсека пилотируемого космического аппарата представлена на чертеже, где цифрами обозначены:

- 1 - теплоизолированный шкаф
- 2 - воздухоохладитель
- 3 - терморегулятор
- 4 - побудитель расхода гидравлического контура воздухоохладителя
- 5 - промежуточный теплообменник
- 6 - побудитель расхода гидравлического контура конденсатора
- 7 - конденсатор.

Внутри гермоотсека КА размещен теплоизолированный шкаф 1 холодильника. Внутри шкафа установлены воздухоохладитель 2, включенный в гидравлический контур воздухоохладителя, и терморегулятор 3, связанный электрически или пневматически с побудителем расхода 4 гидравлического контура воздухоохладителя, который связан с одной из двух полостей промежуточного теплообменника 5. Другая полость промежуточного теплообменника 5, побудитель расхода 5 и конденсатор 7 образуют замкнутый контур конденсатора. Конденсатор 7 общей площадью 3 м², выполненный в виде излучательной панели радиатора и имеющий оптические характеристики $A_s \leq 0,2$ и $\epsilon \geq 0,9$, установлен снаружи гермоотсека КА на одной из его боковых поверхностей.

Гидравлический контур воздухоохладителя заправлен теплоносителем, например, ТРИОЛ на основе глицерина и воды, имеющим температуру замерзания минус 7 °С. Теплоноситель экологически и токсикологически безвреден и поэтому рекомендован для использования в технологических установках пищевой промышленности, а также в бортовых холодильниках космических аппаратов. Гидравлический контур конденсатора заправлен теплоносителем, например, ПМС-1,5 р (полиметилсилоксановая жидкость), имеющим рабочую температуру до минус 80 °С. Теплоноситель является токсичным и не разрешается для применения в аппаратах, контактирующих с продуктами питания.

Работает предлагаемый холодильник на борту в условиях космического полета следующим образом.

В процессе полета в теплоизолированный шкаф 1 укладывают продукты питания, доставляемые на грузовых и транспортных кораблях, требующие для хранения низких температур, обычно -10°C±15°C. Снижение температуры в теплоизолированном шкафу осуществляется от воздухоохладителя 2, через который прокачивается холодный

теплоноситель гидравлического контура воздухоохладителя. Циркуляцию теплоносителя в этом контуре осуществляет побудитель расхода, связанный управляющим каналом с терморегулятором 3. Гидравлический контур воздухоохладителя через промежуточный теплообменник 5 связан с гидравлическим контуром конденсатора 7, при этом циркуляцию теплоносителя в котором с постоянным расходом осуществляет побудитель расхода 6.

Источником холода в данном холодильнике является конденсатор 7, выполненный в виде излучательной панели с указанными оптическими характеристиками и установленный снаружи на боковой поверхности КА. При таких характеристиках в условиях космического пространства, данная излучательная панель в зависимости от внешней и внутренней нагрузки будет иметь температуры от -60°C до -40°C и соответственно охлаждать постоянно циркулирующий внутри ее теплоноситель ПМС-1,5р, температура которого будет равна -40°C±-30°C. С помощью двухполостного промежуточного теплообменника 5 осуществляется захлаживание теплоносителя гидравлического контура воздухоохладителя до рабочей температуры -30°C±-20°C. Теплоноситель с такой температурой, циркулируя через воздухоохладитель, за счет периодического включения побудителя расхода 4, работающего по сигналу терморегулятора 3, будет поддерживать температуру в теплоизолированном шкафу -10°C±-15°C.

Проведенные расчетные и экспериментальные работы по созданию данного холодильника подтвердили правильность предложенного решения, что позволило установить такой холодильник на борт пилотируемой долговременной космической станции. Проведенная отработка холодильника в процессе комплексных и тепловых испытаний в составе служебного модуля международной космической станции показала, что по сравнению с бортовым холодильником парокompрессионного типа и аналогичного полезного объема, установленным на орбитальной станции "Мир" в 1987 году, энергопотребление холодильника удалось снизить практически в три раза. Действительно, поршневой компрессор холодильника станции "Мир" при работе потреблял в среднем 450 Вт электроэнергии. Два центробежных насоса, используемых в предлагаемом холодильнике, потребляют суммарно 160 Вт. При этом удалось значительно снизить уровень шумов и практически исключить вибрацию при работе предлагаемого холодильника.

Кроме того, при использовании на борту КА холодильников, выполненных по такой схеме, повышается безопасность для экипажа, поскольку в предлагаемой схеме нет высокого рабочего давления (в контуре парокompрессионного холодильника орбитальной станции "Мир" рабочее давление составляло от 5 до 13 атм). При этом полностью исключен выброс хладагента, например фреона 218, под давлением в атмосферу орбитальной станции, поскольку в качестве хладоносителей используются

обычные жидкости, а рабочие давления в гидравлических контурах составляют от 1 до 1,5 атм.

Предлагаемая схема холодильника реализована в полном объеме признаков при создании бортового холодильника для хранения продуктов питания в обитаемом отсеке служебного модуля российского сегмента международной космической станции. При изготовлении конструкции бортового холодильника использованы только отечественные материалы и комплектующие. В качестве терморегулирующего покрытия для излучательной панели конденсатора применяется покрытие типа "солнечный отражатель" АК-512 и ТР-СО-4, производимых серийно для покрытия терморегулирующих участков поверхностей космических аппаратов различного назначения.

Список литературы

1. В.Б. Якобсон. Малые холодильные машины. Изд. Пищевая промышленность, 1977, с.3-4,
2. Н. Д. Кочетков. Холодильная техника, изд. Машиностроение, Москва, 1966, с.22, рис.14.
3. Н. Д. Кочетков. Холодильная техника, изд. Машиностроение, Москва, 1966, с. 338,

рис.203.

4. Л.И. Анатырчук. Термозлементы и термоэлектрические устройства, Киев, Наукова думка, 1979, с.460.

5. Справочник серии "Холодильная техника" под названием "Малые холодильные установки и холодильный транспорт", Москва, Пищевая промышленность, 1978 г., с. 182.

Формула изобретения:

Холодильник для обитаемого гермоотсека, включающий теплоизолированный шкаф, терморегулятор, воздухоохладитель, конденсатор, отличающийся тем, что конденсатор выполнен в виде излучательной панели с оптическими характеристиками $A_s \leq 0,2$ и $\epsilon \geq 0,9$, где A_s - коэффициент отражения солнечной энергии, ϵ - степень черноты поверхности, и установлен снаружи гермоотсека, воздухоохладитель и конденсатор включены каждый в свой замкнутый гидравлический контур с побудителем расхода, контуры связаны между собой промежуточным теплообменником, при этом побудитель расхода гидравлического контура воздухоохладителя связан каналом управления с терморегулятором.