



(51) МПК  
*F25B 47/02* (2006.01)  
*F25B 30/02* (2006.01)  
*F25B 49/02* (2006.01)  
*F25B 1/10* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*F25B 47/022* (2006.01); *F25B 30/02* (2006.01); *F25B 49/02* (2006.01); *F25B 1/10* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017117893, 24.11.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
24.11.2014

Дата регистрации:  
21.11.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.11.2014

(45) Опубликовано: 21.11.2018 Бюл. № 33

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 26.06.2017

(86) Заявка РСТ:  
ИВ 2014/002733 (24.11.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:  
ВО 2016/083858 (02.06.2016)

Адрес для переписки:  
190000, Санкт-Петербург, ВОХ-1125,  
"ПАТЕНТИКА"

(72) Автор(ы):

**ШАМУН Марван (FR),  
РУБИНО Руэлло (FR)**

(73) Патентообладатель(и):

**КЭРРИЕР КОРПОРЕЙШН (US)**

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: JP 2014013122 A, 23.01.2014. WO  
2009158612 A2, 30.12.2009. RU 2480684 C2,  
27.04.2013. EP 2784414 A1, 01.10.2014. WO  
2014098724 A1, 26.06.2014. EP 2402686 A1,  
04.01.2012.

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ АВТОНОМНОГО И БЕСПЕРЕБОЙНОГО РАЗМОРАЖИВАНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к тепловым насосам. Теплонасосная система содержит контур холодильного агента, компрессор, испаритель и контроллер, запрограммированный на размораживание испарителя в первом режиме размораживания. В первом режиме размораживания контроллер запрограммирован на отслеживание испарителя для обнаружения образования на нем инея и снижение скорости компрессора и/или уменьшения количества компрессоров при обнаружении образования инея на испарителе. Контроллер дополнительно запрограммирован на размораживание испарителя во втором режиме размораживания,

в котором контроллер запрограммирован на отслеживание испарителя для обнаружения образования на нем инея, выключение по меньшей мере одного компрессора в случае обнаружения инея на испарителе и приведение в действие вентилятора для нагнетания окружающего воздуха через испаритель для размораживания испарителя. Техническим результатом является обеспечение размораживания без применения обратного цикла контура холодильного агента и уменьшение или предотвращение охлаждения контура теплообмена во время цикла размораживания. 2 н. и 13 з.п. ф-лы, 5 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F25B 47/02* (2006.01)  
*F25B 30/02* (2006.01)  
*F25B 49/02* (2006.01)  
*F25B 1/10* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*F25B 47/022* (2006.01); *F25B 30/02* (2006.01); *F25B 49/02* (2006.01); *F25B 1/10* (2006.01)

(21)(22) Application: **2017117893, 24.11.2014**

(24) Effective date for property rights:  
**24.11.2014**

Registration date:  
**21.11.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **24.11.2014**

(45) Date of publication: **21.11.2018** Bull. № 33

(85) Commencement of national phase: **26.06.2017**

(86) PCT application:  
**IB 2014/002733 (24.11.2014)**

(87) PCT publication:  
**WO 2016/083858 (02.06.2016)**

Mail address:  
**190000, Sankt-Peterburg, BOX-1125,  
"PATENTIKA"**

(72) Inventor(s):

**SHAMUN Marvan (FR),  
RUBINO Ruello (FR)**

(73) Proprietor(s):

**KERRIER KORPOREJSHN (US)**

(54) **SYSTEM AND METHOD OF AUTONOMOUS AND UNINTERRUPTED DEFROSTING**

(57) Abstract:

FIELD: pumps.

SUBSTANCE: invention relates to heat pumps. Heat pump system comprises a refrigerant circuit, a compressor, an evaporator and a controller programmed to defrost the evaporator in the first defrost mode. In the first defrosting mode, the controller is programmed to track the evaporator to detect frost on it and reduce the compressor speed and/or reduce the number of several, but not all operating compressors when there is frost on the evaporator. Controller is additionally programmed to defrost the evaporator in the second

defrosting mode, in which the controller is programmed to track the evaporator to detect the formation of frost on it, shutdown of at least one compressor if there is frost on the evaporator and activation of the fan to pump ambient air through the evaporator to defrost the evaporator.

EFFECT: technical result is to ensure defrosting without the use of a reverse cycle of the refrigerant circuit and the reduction or prevention of cooling of the heat exchange circuit during the defrost cycle.

15 cl, 5 dwg

C 1  
2 6 7 2 9 9 5  
R U

R U  
2 6 7 2 9 9 5  
C 1

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Объект изобретения, раскрытый в данном документе, относится к размораживанию систем охлаждения и, в частности, к эффективному размораживанию теплонасосных систем ОВКВ.

## УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Теплонасосные системы, в целом, откладывают иней на наружном змеевике теплообменника при работе в режиме нагревания. Такой отложенный иней может постепенно ухудшать состояние теплообменника и производительность системы в виде тепловой мощности и эффективности. Если иней не удалять, он может продолжать откладываться до полной блокировки змеевика теплообменника льдом. В этот момент в некоторых теплонасосных системах защитные устройства, как правило, вызывают выключение системы. Если защитные устройства не являются эффективными, может произойти выход оборудования из строя.

[0003] По этим причинам обычной практикой в большинстве теплонасосных систем является включение возможности размораживания. Например, большинство теплонасосных систем переключаются для работы в режиме охлаждения в течение коротких периодов времени, тем самым возвращая поток холодильного агента в системе при помощи реверсивного клапана. Также во время такого цикла размораживания наружный вентилятор, который обдувает воздухом наружный змеевик теплообменника, как правило, останавливается. При работе теплового насоса в режиме охлаждения без включения наружного вентилятора, наружный змеевик теплообменника быстро нагревается, что приводит к таянию инея.

[0004] Размораживание таким путем может иметь недостатки. Например, работа теплового насоса в режиме охлаждения в то время как кондиционируемое помещение нуждается в отоплении может приводить к бесполезному расходу энергии. Таким образом, соответствующий водный контур может быть охлажден при размораживании, что может ухудшить производительность (например, встроенную тепловую мощность) теплового насоса, нарушить стабильность водного контура и нарушить маслообеспечение в тепловом насосе, что может негативно отразиться на надежности.

[0005] Кроме того, законодательные требования могут устанавливать минимальные уровни эффективности (например, коэффициент сезонных изменений производительности) для тепловых насосов в различных условиях с целью получения сертификата (например, маркировки SE). Такие уровни эффективности могут быть различными для достижения некоторыми системами, такими как теплонасосные системы с постоянной скоростью. Уровни эффективности могут быть значительно подвержены ухудшению производительности испарителя вследствие отложения инея на наружном змеевике и стандартных режимов замораживания.

[0006] В Shah (U.S. Pub. 2007/0180838) описан способ автоматической регулировки интервала размораживания в теплонасосной системе. Способ осуществляет измерение длительности предыдущего цикла или циклов размораживания и регулирует интервал времени перед началом следующего цикла размораживания, так что любое отложение инея можно разморозить без ненужных циклов размораживания.

[0007] Указанные соавторы (патент США №6334321) описывают способ и систему управления размораживанием на реверсивных тепловых насосах. Алгоритм контроля управляет циклом размораживания змеевика на реверсивном тепловом насосе путем хранения значений, представляющих производительность чистого змеевика без отложения инея, и отслеживания таких значений при их изменении в течение времени. Значения используют для создания «коэффициента замораживания», чьи значения

варьируют от 0%, что обозначает чистый змеевик, до 100%, что обозначает очень замороженный змеевик. Когда коэффициент замораживания достигает заданного значения, близкого к 100%, цикл холодильного агента теплового насоса повторяют для достижения размораживания змеевика.

#### 5 РАСКРЫТИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0008] В одном аспекте представлена теплонасосная система. Теплонасосная система содержит контур холодильного агента, по меньшей мере, один компрессор, испаритель и контроллер, запрограммированный на размораживание испарителя в режиме размораживания, при этом в режиме размораживания контроллер запрограммирован на отслеживание испарителя для обнаружения образования на нем инея и снижение скорости, по меньшей мере, одного компрессора и/или уменьшение количества нескольких, но не всех, работающих компрессоров из, по меньшей мере, одного компрессора, при обнаружении образования инея на испарителе.

[0009] В дополнение к одному или более признакам, описанным выше, или в качестве альтернативы, дополнительные варианты реализации изобретения могут включать то, что в режиме размораживания контроллер дополнительно запрограммирован на последовательное отслеживание температуры испарителя для определения повышения отслеживаемой температуры и превышения ею заданной температуры после снижения скорости компрессора и/или при уменьшенном количестве работающих компрессоров; при этом контроллер запрограммирован на размораживание испарителя во втором режиме размораживания, причем во втором режиме размораживания контроллер запрограммирован на отслеживание испарителя для обнаружения образования на нем инея, выключение, по меньшей мере, одного компрессора в случае обнаружения инея на испарителе и приведение в действие вентилятора для нагнетания окружающего воздуха в испаритель для размораживания испарителя; причем система содержит контур теплообмена, термически связанный с конденсатором контура холодильного агента, при этом контур теплообмена осуществляет циркуляцию теплообменной среды в здании для поддержания в нем температурных условий; при этом во втором режиме размораживания контроллер запрограммирован на осуществление этапов отключения, по меньшей мере, одного компрессора и приведения вентилятора в действие только при температуре окружающего воздуха, нагнетаемого вентилятором, превышающей 0°C; причем контроллер запрограммирован на размораживание испарителя, используя режим размораживания и второй режим размораживания без применения обратного цикла контура холодильного агента; в режиме размораживания контроллер запрограммирован на поддержание, по меньшей мере, одного компрессора на пониженной скорости и/или уменьшенном количестве работающих компрессоров в случае определения повышения отслеживаемой температуры и превышения ею заданной температуры; при этом заданная температура составляет 0°C; и/или при этом в режиме размораживания контроллер запрограммирован на отслеживание температуры испарителя для определения повышения отслеживаемой температуры и превышения ею заданной температуры после снижения скорости компрессора и/или при уменьшенном количестве работающих компрессоров, и запуск второго режима размораживания в случае определения того, что отслеживаемая температура становится ниже заданной температуры по прошествии заданного отрезка времени.

[0010] В другом аспекте предусмотрен способ размораживания теплообменника контура холодильного агента, имеющего, по меньшей мере, один компрессор. Способ включает отслеживание теплообменника для обнаружения образования на нем инея и работу в режиме размораживания в случае обнаружения инея на теплообменнике.

Режим размораживания включает снижение скорости, по меньшей мере, одного компрессора и/или уменьшение количества нескольких, но не всех, работающих компрессоров из, по меньшей мере, одного компрессора в случае обнаружения инея на теплообменнике.

5 [0011] В дополнение к одному или более признакам, описанным выше, или в качестве альтернативы, дополнительные варианты реализации изобретения могут включать, что способ в режиме размораживания дополнительно включает последовательное  
10 отслеживание температуры теплообменника для определения повышения отслеживаемой температуры и превышения ею заданной температуры после снижения скорости компрессора и/или при уменьшенном количестве работающих компрессоров; работу во втором режиме размораживания в случае определения того, что отслеживаемая температура становится ниже заданной температуры по прошествии заданного отрезка времени, и в случае обнаружения инея на теплообменнике, второй режим  
15 размораживания включает выключение, по меньшей мере, одного компрессора, и приведение в действие вентилятора для нагнетания окружающего воздуха над теплообменником для размораживания теплообменника; при этом теплообменник представляет собой наружный испаритель, и вентилятор нагнетает наружный окружающий воздух; причем во втором режиме размораживания способ дополнительно включает выключение, по меньшей мере, одного компрессора и приведение в действие  
20 вентилятора только при температуре окружающего воздуха, нагнетаемого вентилятором, превышающей температуру замерзания воды; и/или при этом размораживание теплообменника в режиме размораживания и во втором режиме размораживания осуществляют без применения обратного цикла контура холодильного агента для размораживания теплообменника.

25 [0012] В еще одном аспекте предусмотрен способ размораживания испарителя теплонасосной системы, имеющей контур холодильного агента и множество компрессоров. Способ включает отслеживание испарителя для обнаружения образования на нем инея и работу в первом режиме размораживания в случае обнаружения инея на испарителе. Первый режим размораживания включает снижение  
30 скорости, по меньшей мере, одного компрессора из множества компрессоров и/или уменьшение количества нескольких, но не всех, работающих компрессоров из множества компрессоров в случае обнаружения инея на испарителе, обеспечение тепловой мощностью теплонасосной системы при пониженной скорости компрессоров и/или оставшемся количестве работающих компрессоров в случае размораживания в первом  
35 режиме размораживания, и последовательное отслеживание температуры испарителя для определения, во время размораживания в первом режиме размораживания, повышения отслеживаемой температуры и превышения ею заданной температуры после снижения скорости компрессора и/или при уменьшенном количестве работающих компрессоров. Способ включает последовательную работу во втором режиме  
40 размораживания в случае обнаружения инея на испарителе и в случае определения того, что отслеживаемая температура становится ниже заданной температуры по прошествии заданного отрезка времени. Второй режим размораживания включает выключение каждого компрессора из множества компрессоров и, только при температуре наружного окружающего воздуха выше температуры замерзания воды, приведение в действие  
45 вентилятора для нагнетания наружного окружающего воздуха через испаритель для размораживания испарителя, при этом испаритель размораживают при помощи первого и второго режимов размораживания и без применения обратного цикла контура холодильного агента для размораживания теплообменника.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0013] Объект изобретения, который рассматривается как настоящее изобретение, в частности, указан и отчетливо заявлен в формуле изобретения в заключительной части данного описания. Указанные выше и другие признаки, а также преимущества настоящего изобретения очевидны из нижеследующего подробного описания в сочетании с сопровождающими графическими материалами, в которых:

[0014] на Фиг. 1 проиллюстрировано схематическое изображение типовой теплонасосной системы;

[0015] на Фиг. 2 проиллюстрирован график типового потребления энергии цикла теплонасосной системы между нормальным рабочим режимом и режимом автономного размораживания по сравнению со стандартным режимом размораживания;

[0016] на Фиг. 3 проиллюстрирован график типовой тепловой мощности цикла теплонасосной системы между нормальным рабочим режимом и режимом автономного размораживания по сравнению со стандартным режимом размораживания;

[0017] на Фиг. 4 проиллюстрирован график типового потребления энергии цикла теплонасосной системы между нормальным рабочим режимом и режимом бесперебойного размораживания по сравнению со стандартным режимом размораживания; и

[0018] на Фиг. 5 проиллюстрирован график типовой тепловой мощности цикла теплонасосной системы между нормальным рабочим режимом и режимом бесперебойного размораживания по сравнению со стандартным режимом размораживания;

## ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0019] В данном документе описаны системы и способы размораживания теплонасосной системы. Теплонасосная система может быть разморожена в режиме «автономного размораживания», режиме «бесперебойного размораживания» или комбинации режима автономного размораживания и режима бесперебойного размораживания без приведения теплонасосной системы в реверсивный цикл.

[0020] На Фиг. 1 проиллюстрирована типовая теплонасосная система 10, в целом, имеющая контур 12 холодильного агента для кондиционирования флюида, циркулируемого в контуре или контуре 14 теплообмена. В некоторых вариантах реализации изобретения теплонасосная система 10 представляет собой теплонасосную систему с передачей тепла от воздуха к воздуху или с передачей тепла от воздуха к воде.

[0021] Контур 12 холодильного агента, в целом, содержит один или более компрессоров 20, конденсатор 22, дроссельные устройства 24, 26 и один или более испарителей 28. Конденсатор 22 расположен с возможностью приема холодильного агента высокого давления в парообразном состоянии от компрессора 20 посредством дренажного трубопровода 30. Холодильный реагент в конденсаторе 22 охлаждается при помощи холодной воды, воздуха или т.п. в контуре 14 теплообмена, которая уносит тепло конденсации. Холодильный агент конденсируется в конденсаторе 22, а затем подается на дроссельное устройство 24.

[0022] Дроссельное устройство 24 (например, дроссельный вентиль) установлен внутри трубопровода 32 и служит для уменьшения подачи жидкого холодильного агента до низкого давления и для регулировки потока холодильного агента через систему. Вследствие процесса расширения температура и давление холодильного агента снижаются перед его попаданием в испаритель 28.

[0023] В испарителе 28 холодильный агент вводится в теплообменную связь с теплообменной средой, такой как циркулируемый наружный окружающий воздух.

Холодильный агент при более низком давлении поглощает тепло от теплообменной среды, и холодильный агент последовательно испаряется. Затем пар холодильного агента вытягивается из испарителя 28 посредством впускного трубопровода 34 компрессора и сжимается перед повторным началом цикла.

5 [0024] В типовом варианте реализации изобретения теплонасосная система 10 содержит реверсивные клапаны 36 и 38, выполненные с возможностью выборочного переключения контура 12 холодильного агента между режимом нагрева и режимом  
10 охлаждения. Как проиллюстрировано, реверсивный клапан 36 представляет собой четырехходовой клапан, а реверсивный клапан 38 представляет собой трехходовой клапан. Система 10 может содержать один или более контроллеров 100,  
запрограммированных на выборочное реверсивное приведение контура 12 холодильного агента в действие между режимом охлаждения и режимом нагрева. Как используется  
15 в данном документе, термин «контроллер» относится к специализированной интегральной схеме (ASIC), электронной схеме, процессору (совместно используемому, выделенному или групповому) и памяти, которая выполняет одну или более программ  
программного или программно-аппаратного обеспечения, комбинационной логической  
20 схеме и/или другим подходящим компонентам, которые обеспечивают описанную функциональность. Однако, система 10 может иметь различные другие конфигурации клапанов, которые позволяют системе 10 функционировать, как описано в данном  
документе. В качестве альтернативы, теплонасосная система 10 может не содержать  
реверсивные клапаны 36, 38 или реверсивный трубопровод 46 с дроссельным  
устройством 26.

[0025] Контур 14 теплообмена обменивает тепловую энергию между конденсатором 22 и обслуживаемым помещением 40 (например, зданием). Контур 14 теплообмена  
25 содержит подводящий трубопровод 42, обратный трубопровод 44 и нагнетательный вентилятор или насос (не показан), который подает воздух/воду, нагретые конденсатором 22, в обслуживаемое помещение 40, где вентилятор вытягивает воздух над змеевиком для нагрева пространства, как известно из уровня техники. Охлажденный обратный воздух/вода передается по обратному трубопроводу 44, где  
30 он может быть направлен обратно в конденсатор 22. В типичных применениях отопления помещений теплонасосная система имеет такие размеры, чтобы обеспечить здание достаточной тепловой мощностью в некоторых «конструктивных условиях», что представляет собой сложное, но не редкостное состояние температуры наружного воздуха.

35 [0026] Во время работы теплонасосной системы 10 иней может накапливаться на змеевиках испарителя 28. Стандартные способы размораживания включают применение обратного цикла холодильного агента путем активации реверсивных клапанов 36, 38. Однако, такие стандартные способы размораживания могут извлекать тепловую энергию из контура 14 теплообмена, тем самым снижая встроенную производительность  
40 теплонасосной системы 10. В отличие от стандартного способа размораживания, типовая теплонасосная система 10 применяет способ «автономного размораживания» и/или «бесперебойного размораживания» для размораживания испарителя 28.

[0027] Способы как «автономного размораживания», так и «бесперебойного размораживания» не реверсируют цикл холодильного агента, а извлекают тепловую  
45 энергию, необходимую для размораживания испарителя 28 из наружного воздуха вместо контура 14 теплообмена. Однако, в некоторых вариантах реализации изобретения теплонасосная система 10 может также применять реверсивный цикл в дополнение к способам «автономного размораживания» и «бесперебойного размораживания» при

чрезмерном отложении инея на испарителе 28.

[0028] Способ «автономного размораживания» учитывает ожидаемый цикл (т.е. выключение компрессоров), чтобы соответствовать потреблению тепла помещением 40, и использует наружный окружающий воздух для размораживания. Таким образом, система 10 уменьшает или предотвращает накопление инея без необходимости применения обратного цикла холодильного агента. В способе автономного размораживания испаритель 28 размораживают при обнаружении контроллером 100 заданного уровня или количества (например, небольшого слоя) накопления инея при помощи тепловой энергии наружного воздуха, температура которого выше точки замерзания. Это отличается от некоторых систем предшествующего уровня техники, которые ждут, пока не образуется значительный, толстый слой инея. Путем активации вентилятора(ов) 48 наружного теплообменника и отключения компрессора(ов) 20 можно уменьшить или предотвратить охлаждение контура 14 теплообмена во время цикла размораживания.

[0029] В процессе эксплуатации теплонасосную систему 10 отслеживают на предмет образования инея. Например, один или более датчиков 50 могут быть функционально связаны с испарителем 28 для обнаружения образования инея на змеевиках или других компонентах испарителя 28. Датчик 50 может представлять собой датчик температуры, который улавливает температуру холодильного агента и/или температуру окружающего воздуха. Однако, система 10 может использовать любой подходящий способ обнаружения образования инея на испарителе 28, такой как улавливание давления холодильного агента внутри испарителя, улавливание увеличения перепада давления со стороны воздуха вдоль змеевика испарителя и т.д.

[0030] При температуре окружающего воздуха выше точки замерзания воды (т.е.  $>0^{\circ}\text{C}$  на уровне моря) и обнаружении заданного уровня инея на испарителе 28, контроллер 100 отключает компрессор(ы) 20 и активирует вентилятор(ы) 48 наружного теплообменника для нагнетания окружающего воздуха через испаритель 28. Поскольку температура окружающего воздуха выше температуры замерзания, поток воздуха начнет растапливать иней, образованный на испарителе 28. В типовом варианте реализации изобретения система 10 обнаруживает начало образования инея (т.е. до полного образования инея), так что системе 10 необходимо только работать в режиме автономного размораживания в течение коротких периодов времени для удаления небольших слоев инея.

[0031] При соответствии заданному требованию уменьшения инея, контроллер 100 обратно включает компрессор(ы) 20, и система 10 работает нормально. В типовом варианте реализации изобретения компрессор(ы) 20 включаются, и цикл размораживания прекращается при достижении заданной температуры холодильного агента на приемлемой точке в змеевике теплообменника. Например, датчик 50 может содержать датчик температуры змеевика для обнаружения повышенной температуры змеевика и сигнальный контроллер 100 для завершения цикла размораживания. В качестве альтернативы, могут быть использованы датчик давления или переключатель давления, или циклы размораживания могут проходить в течение фиксированного промежутка времени. Однако, цикл автономного размораживания может быть закончен при появлении других условий, как, например, когда перепад давления со стороны воздуха вдоль змеевика испарителя становится ниже заданного уровня.

[0032] Соответственно, вследствие отключения компрессора(ов) 20 снижается потребление энергии системой 10. Кроме того, поскольку система 10 не работает в реверсивном цикле, конденсатор 22 не используется в качестве испарителя, что в

результате приводит к нежелательному охлаждению флюида, циркулируемого внутри контура 14 теплообмена.

5 [0033] На Фиг. 2 проиллюстрирован график типового потребления энергии цикла теплонасосной системы 10 между нормальным рабочим режимом и режимом автономного размораживания (трубопровод 104) по сравнению с циклом между нормальным рабочим режимом и стандартным режимом размораживания (трубопровод 102), при этом контур 12 холодильного агента работает в реверсивном цикле.

10 [0034] На Фиг. 3 проиллюстрирован график типовой тепловой мощности цикла теплонасосной системы 10 между нормальным рабочим режимом и режимом автономного размораживания (трубопровод 106) по сравнению с циклом между нормальным рабочим режимом и стандартным режимом размораживания (трубопровод 108).

15 [0035] Способ «бесперебойного размораживания» уменьшает или предотвращает замораживание путем уменьшения мощности теплонасосной системы 10 с учетом ожидаемых требований к уменьшенной тепловой нагрузке помещения 40 и использует наружный окружающий воздух для размораживания. Однако, хотя мощность снижается, способ все же обеспечивает некоторую степень мощности. Таким образом, система 10 снижает скорость компрессора(ов) 20 и/или отключает некоторые компрессоры 20, сохраняя при этом достаточную тепловую мощность для контура 14 теплообмена.

20 [0036] В процессе эксплуатации теплонасосную систему 10 отслеживают на предмет образования инея. Например, датчик 50 может быть функционально связан с испарителем 28 для обнаружения образования инея на змеевиках или других компонентах испарителя 28. Датчик 50 может представлять собой датчик температуры, который улавливает температуру холодильного агента и/или температуру окружающего  
25 воздуха. Однако, система 10 может использовать любой подходящий способ обнаружения образования инея на испарителе 28, как описано в данном документе.

[0037] При температуре окружающего воздуха выше точки замерзания воды (т.е. >0°C на уровне моря) и обнаружении заданного небольшого уровня инея на испарителе 28, контроллер 100 снижает скорость компрессоров 20 с изменяющейся скоростью и/или снижает количество работающих компрессоров 20 (в системе с множеством компрессоров). Затем температура змеевика испарителя 28 отслеживается для определения повышения температуры холодильного агента и превышения ею 0°C (или другого заданного значения) после снижения скорости компрессора и/или количества работающих компрессоров.

35 [0038] Если температура превышает, например, 0°C, контроллер 100 поддерживает условия компрессора, и температура змеевика отслеживается для определения стабилизации температуры холодильного агента выше 0°C. В этой операции полученный в результате более теплый змеевик испарителя может быть достаточным для растапливания имеющегося небольшого слоя инея, сохраняя при этом некоторую  
40 тепловую мощность для контура 14 теплообмена. В типовом варианте реализации изобретения компрессор(ы) 20 возвращаются к нормальной работе (т.е. работают с нормальной скоростью и/или все компрессоры включаются), и цикл размораживания прекращается при достижении заданной температуры холодильного агента на приемлемой точке в змеевике теплообменника. Например, датчик 50 может содержать датчик температуры змеевика для обнаружения повышенной температуры змеевика и сигнальный контроллер 100 для завершения цикла размораживания. В качестве альтернативы, могут быть использованы датчик давления или переключатель давления, или циклы размораживания могут проходить в течение фиксированного промежутка

времени. Однако, цикл автономного размораживания может быть закончен при появлении других условий, как, например, когда перепад давления со стороны воздуха вдоль змеевика испарителя становится ниже заданного уровня.

[0039] Если в течение заданного времени температура холодильного агента остается ниже или равна 0°C или снижается, система 10 может переключаться в режим автономного размораживания, и компрессоры 20 выключаются, и вентилятор 48 приводится в действие для нагревания змеевика испарителя наружным окружающим воздухом (если его температура выше точки замерзания воды).

[0040] На Фиг. 4 проиллюстрирован график типового потребления энергии цикла теплонасосной системы 10 между нормальным рабочим режимом и режимом бесперебойного размораживания (трубопровод 110) по сравнению с циклом между нормальным рабочим режимом и стандартным режимом размораживания (трубопровод 112), при этом контур 12 холодильного агента работает в реверсивном цикле.

[0041] На Фиг. 5 проиллюстрирован график типовой тепловой мощности цикла теплонасосной системы 10 между нормальным рабочим режимом и режимом бесперебойного размораживания (трубопровод 114) по сравнению с циклом между нормальным рабочим режимом и стандартным режимом размораживания (трубопровод 116).

[0042] Система 10 может использовать различные конфигурации компрессоров 20. Например, первая конфигурация включает один компрессор с постоянной скоростью, вторая конфигурация включает один компрессор с изменяющейся скоростью, третья конфигурация включает несколько компрессоров с постоянной скоростью, и четвертая конфигурация включает компрессоры с постоянной и изменяющейся скоростью. Система 10 может быть приведена в действие в режиме автономного размораживания для всех четырех конфигураций, и система 10 может быть приведена в действие в режиме бесперебойного размораживания для второй, третьей и четвертой конфигураций.

[0043] В данном документе описаны системы и способы размораживания теплонасосной системы. Теплонасосная система может быть разморожена в режиме автономного размораживания, режиме бесперебойного размораживания или режиме автономного и бесперебойного размораживания без приведения теплонасосной системы в реверсивный цикл. Режим автономного размораживания включает выключение компрессоров цикла холодильного агента и приведение в действие вентиляторов для нагнетания окружающего воздуха над замороженным испарителем для размораживания. Режим бесперебойного размораживания включает снижение скорости компрессоров и/или выключение нескольких из всех компрессоров для повышения температуры холодильного агента для размораживания испарителя. Режим автономного и бесперебойного размораживания включает приведение теплонасосной системы в оба режима автономного размораживания и бесперебойного размораживания последовательно или отдельно в любом порядке.

[0044] Таким образом, коэффициент производительности теплонасосной системы может значительно увеличиваться, с небольшим влиянием или без такого на встроенную тепловую мощность и с небольшими или без каких-либо дополнительных затрат на аппаратное оборудование. В некоторых случаях встроенная тепловая мощность теплонасосной системы может быть улучшена при полной нагрузке, что повышает затраты на подаваемую тепловую мощность. Система повышает коэффициент сезонных изменений производительности (например, на 15%). В дополнение к увеличению коэффициента полезного действия, описанные способы размораживания могут поддерживать стабильность воздушного или водного контура здания, увеличивать

надежность блока и снижать время на лабораторные испытания.

[0045] Хотя настоящее изобретение подробно описано в связи лишь с ограниченным количеством вариантов реализации изобретения, можно без труда понять, что настоящее изобретение не ограничивается такими раскрытыми вариантами реализации изобретения.

5 Наоборот, настоящее изобретение может быть модифицировано с возможностью включения любого количества вариаций, изменений, замен или эквивалентных расположений, которые прежде не описаны, но соизмеримы с сущностью и объемом настоящего изобретения. Кроме того, в то время как описаны различные варианты реализации изобретения, следует понимать, что аспекты настоящего изобретения могут  
10 включать только некоторые из описанных вариантов реализации изобретения. Соответственно, настоящее изобретение следует рассматривать как ограниченное только объемом прилагаемой формулы изобретения, а не вышеприведенным описанием.

#### (57) Формула изобретения

- 15 1. Теплонасосная система, содержащая:  
контур холодильного агента;  
по меньшей мере один компрессор;  
испаритель; и  
контроллер, запрограммированный на размораживание испарителя в первом режиме  
20 размораживания, при этом в первом режиме размораживания контроллер запрограммирован на:  
отслеживание испарителя для обнаружения образования на нем инея; и  
снижение скорости по меньшей мере одного компрессора и/или уменьшение количества нескольких, но не всех, работающих компрессоров из по меньшей мере  
25 одного компрессора, при обнаружении образования инея на испарителе, отличающаяся тем, что  
контроллер дополнительно запрограммирован на размораживание испарителя во втором режиме размораживания, при этом во втором режиме размораживания контроллер запрограммирован на:  
30 отслеживание испарителя для обнаружения образования на нем инея;  
выключение по меньшей мере одного компрессора в случае обнаружения инея на испарителе; и  
приведение в действие вентилятора для нагнетания окружающего воздуха через испаритель для размораживания испарителя.
- 35 2. Теплонасосная система по п. 1, отличающаяся тем, что в первом режиме размораживания контроллер дополнительно запрограммирован на последовательное отслеживание температуры испарителя для определения повышения отслеживаемой температуры и превышения ею заданной температуры после снижения скорости компрессора и/или при уменьшенном количестве работающих компрессоров.
- 40 3. Теплонасосная система по п. 1, отличающаяся тем, что во втором режиме размораживания контроллер запрограммирован на осуществление этапов отключения по меньшей мере одного компрессора и приведения вентилятора в действие только при температуре окружающего воздуха, нагнетаемого вентилятором, превышающей 0°C.
- 45 4. Теплонасосная система по п. 1, отличающаяся тем, что контроллер запрограммирован на размораживание испарителя используя первый режим размораживания и второй режим размораживания без применения обратного цикла контура холодильного агента.
5. Теплонасосная система по п. 1, отличающаяся тем, что в первом режиме

размораживания контроллер запрограммирован на поддержание по меньшей мере одного компрессора на пониженной скорости и/или уменьшенном количестве работающих компрессоров в случае определения повышения отслеживаемой температуры и превышения ею заданной температуры.

5 6. Теплонасосная система по п. 5, отличающаяся тем, что заданная температура составляет 0°C.

7. Теплонасосная система по п. 1, отличающаяся тем, что в первом режиме размораживания контроллер запрограммирован на:

10 отслеживание температуры испарителя для определения повышения отслеживаемой температуры и превышения ею заданной температуры после снижения скорости компрессора и/или при уменьшенном количестве работающих компрессоров; и запуск второго режима размораживания в случае определения того, что отслеживаемая температура становится ниже заданной температуры после заданного отрезка времени.

15 8. Теплонасосная система по п. 1, отличающаяся тем, что в первом режиме размораживания контроллер запрограммирован на возврат по меньшей мере одного компрессора в режим нормальной работы посредством повышения скорости по меньшей мере одного компрессора и/или включения всех компрессоров из по меньшей мере одного компрессора в случае таяния обнаруженного инея при работе в первом режиме  
20 размораживания.

9. Теплонасосная система по п. 1, отличающаяся тем, что во втором режиме размораживания контроллер запрограммирован на возврат по меньшей мере одного компрессора в режим нормальной работы посредством включения по меньшей мере  
25 одного компрессора в случае таяния обнаруженного инея при работе во втором режиме размораживания.

10. Способ размораживания теплообменника контура холодильного агента, имеющего по меньшей мере один компрессор, включающий:

30 отслеживание теплообменника для обнаружения образования на нем инея; работу в первом режиме размораживания в случае обнаружения инея на теплообменнике, при этом первый режим размораживания включает:

снижение скорости по меньшей мере одного компрессора и/или уменьшение количества нескольких, но не всех, работающих компрессоров из по меньшей мере  
одного компрессора в случае обнаружения инея на теплообменнике, отличающийся тем, что способ дополнительно включает:

35 работу во втором режиме размораживания в случае определения того, что отслеживаемая температура становится ниже заданной температуры по прошествии заданного отрезка времени, и в случае обнаружения инея на теплообменнике, причем второй режим размораживания включает:

выключение по меньшей мере одного компрессора; и

40 приведение в действие вентилятора для нагнетания окружающего воздуха в теплообменнике для размораживания теплообменника.

11. Способ по п. 10, отличающийся тем, что первый режим размораживания дополнительно включает последовательное отслеживание температуры теплообменника для определения повышения отслеживаемой температуры и превышения ею заданной  
45 температуры после снижения скорости компрессора и/или уменьшения количества работающих компрессоров.

12. Способ по п. 10, отличающийся тем, что теплообменник представляет собой наружный испаритель, и вентилятор нагнетает наружный окружающий воздух.

13. Способ по п. 10, отличающийся тем, что второй режим размораживания дополнительно включает выключение по меньшей мере одного компрессора и приведение в действие вентилятора только при температуре окружающего воздуха, нагнетаемого вентилятором, превышающей температуру замерзания воды.

5 14. Способ по п. 10, отличающийся тем, что размораживание теплообменника в первом режиме размораживания и во втором режиме размораживания осуществляют без применения обратного цикла контура холодильного агента для размораживания теплообменника.

10 15. Способ по п. 10, отличающийся тем, что теплообменник представляет собой испаритель теплонасосной системы, содержащей контур холодильного агента и множество компрессоров, содержащей по меньшей мере один компрессор, причем способ дополнительно включает:

15 обеспечение тепловой мощностью теплонасосной системы при пониженной скорости компрессоров и/или оставшемся количестве работающих компрессоров при размораживании в первом режиме размораживания; и

последовательное отслеживание температуры испарителя во время размораживания в первом режиме размораживания для определения повышения отслеживаемой температуры и превышения ею заданной температуры после снижения скорости компрессора и/или при уменьшенном количестве работающих компрессоров;

20 и причем второй режим размораживания дополнительно включает: выключение каждого компрессора из множества компрессоров; и функционирование только при температуре наружного окружающего воздуха, превышающей температуру замерзания воды, приведение в действие вентилятора для нагнетания наружного окружающего воздуха в испаритель для размораживания испарителя, при этом испаритель  
25 размораживают, используя первый и второй режимы размораживания и без применения обратного цикла контура холодильного агента для размораживания теплообменника.

30

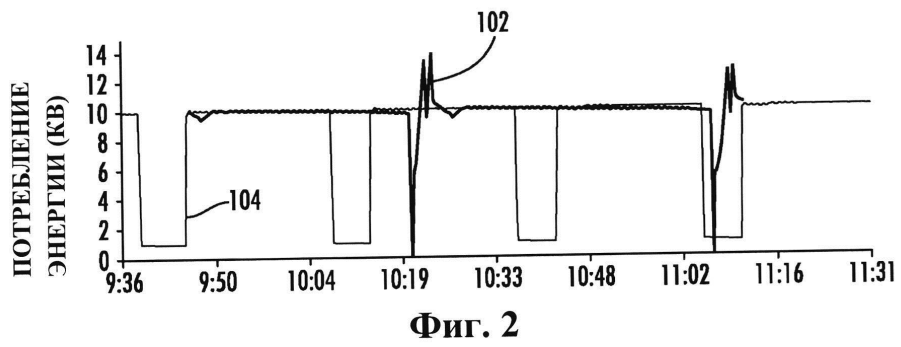
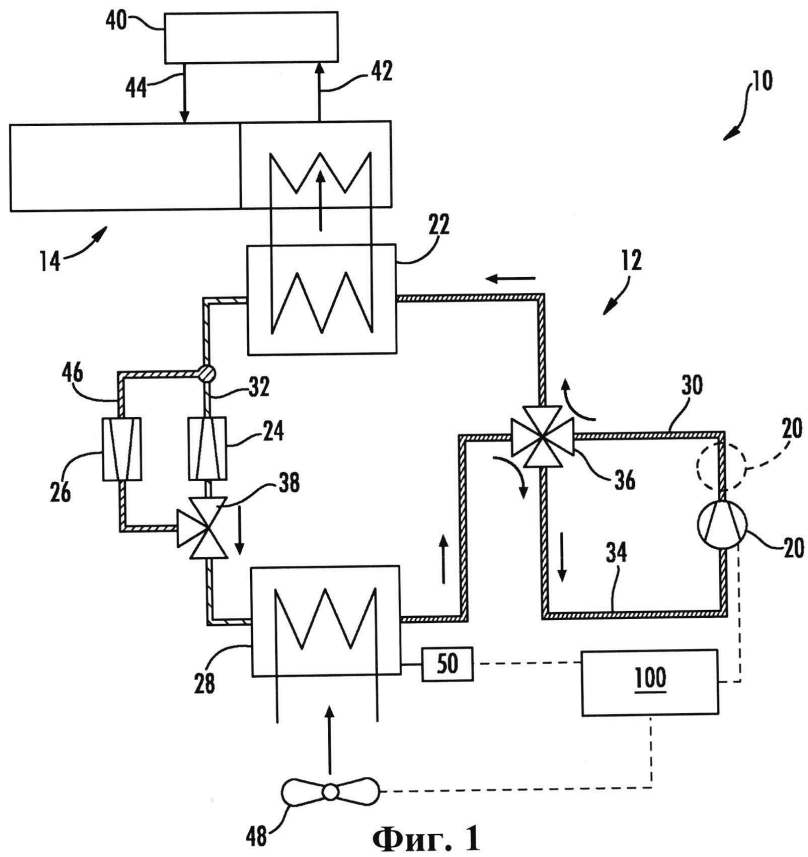
35

40

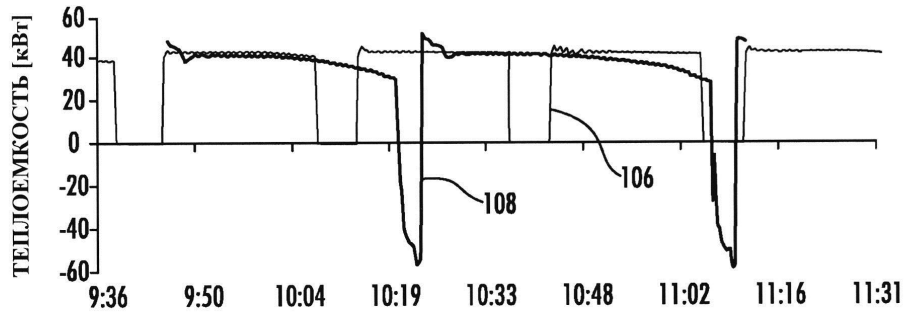
45

1

1/2



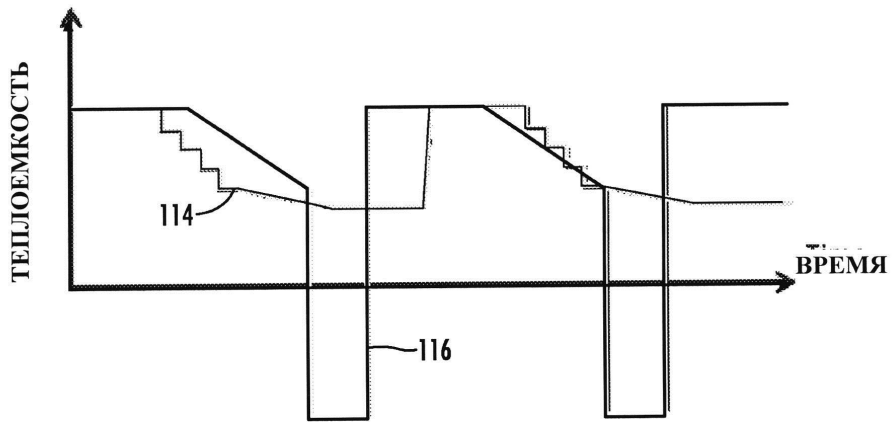
2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5