

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9745

(13) U

(46) 2013.12.30

(51) МПК

*B 60H 1/00* (2006.01)

*F 28D 20/02* (2006.01)

(54)

## СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

(21) Номер заявки: u 20130464

(22) 2013.06.03

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Гомельский государственный техни-  
ческий университет имени П.О.Су-  
хого" (ВУ)

(72) Автор: Киселевич Валентин Влади-  
мирович (ВУ)

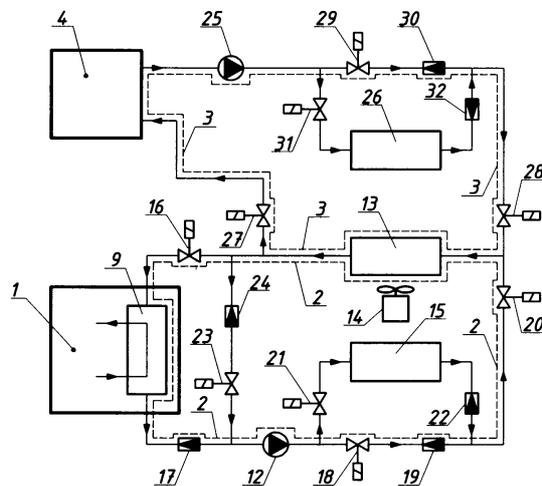
(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Гомельский государственный  
технический университет имени  
П.О.Сухого" (ВУ)

(57)

Система кондиционирования воздуха для автомобиля, содержащая теплообменник с вентилятором, контур циркуляции теплоносителя, контур циркуляции холодоносителя, сообщенный с аккумулятором холода, и контур циркуляции хладагента, состоящий из испарителя, выполненного в виде устройства для теплообмена между хладагентом и жидким холодоносителем, компрессора, конденсатора и терморегулирующего вентиля, отличающаяся тем, что дополнительно содержит аккумулятор теплоты, включенный в контур циркуляции теплоносителя, при этом упомянутый контур и контур циркуляции холодоносителя выполнены с возможностью их попеременного подключения к теплообменнику.

(56)

1. Патент RU 98711 U 1, МПК В60Н 3/02, F24F 1/00, 2010.
2. Патент RU 2114010 C1, МПК В60Н 3/00, 1998.
3. А. с. СССР 677955, МПК В60Н 3/00, F24F 5/00, 1979.
4. Патент RU 2327580 C1, МПК В60Н 1/00, 2008.



Фиг. 1

ВУ 9745 U 2013.12.30

Полезная модель относится к транспортному машиностроению, а именно к системам и устройствам для кондиционирования воздуха в салонах автомобилей.

Известна система кондиционирования воздуха для автомобиля [1], содержащая испаритель, выполненный в виде пористой пропитанной водой мембраны и обдуваемый вентилятором. Охлаждение воздуха достигается за счет испарения воды с мембраны. Недостатком данной системы является низкая эффективность охлаждения воздуха.

Известна система кондиционирования воздуха для автомобиля [2], содержащая обдуваемый вентилятором теплообменник, выполненный в виде алюминиевых плоскоовальных труб, на которые установлены термоэлектрические модули с холодными и горячими спаями, и радиатор сброса тепла. Недостатками данной системы являются сложность ее конструктивного исполнения и низкое значение холодильного коэффициента.

Известна система кондиционирования воздуха для автомобиля [3], содержащая теплообменник с вентилятором, контур циркуляции холодоносителя, контур циркуляции хладагента, состоящий из испарителя, выполненного в виде устройства для теплообмена между хладагентом и жидким холодоносителем, компрессора, конденсатора и терморегулирующего вентиля, и дополнительный вентиль, обеспечивающий возможность попеременного подключения компрессора со стороны конденсатора или со стороны испарителя. Недостатком данной системы является низкое значение ее теплопроизводительности в режиме обогрева.

Наиболее близка к заявляемой система кондиционирования воздуха для автомобиля [4], содержащая теплообменник с вентилятором, контур циркуляции теплоносителя, контур циркуляции холодоносителя, сообщенный с аккумулятором холода, и контур циркуляции хладагента, состоящий из испарителя, выполненного в виде устройства для теплообмена между хладагентом и воздухом, компрессора, конденсатора и терморегулирующего вентиля. Система кондиционирования воздуха для автомобиля, внутреннее пространство которого разбито на выполненные с возможностью раздельного отопления и охлаждения переднюю и заднюю зоны, состоит из передней установки для нагрева и охлаждения передней зоны при включенном двигателе автомобиля, задней установки для нагрева и охлаждения задней зоны при включенном двигателе автомобиля и интегрированной в заднюю установку стояночной установки для нагрева и охлаждения, по меньшей мере, задней зоны при выключенном двигателе автомобиля. Недостатками прототипа являются сложность конструктивного исполнения, обусловленная необходимостью усиления системы для обеспечения возможности безопасного теплообмена между газообразным хладагентом и холодоаккумулирующим веществом, а также низкая энергоэффективность работы системы кондиционирования воздуха в режиме обогрева при длительном простое автомобиля с выключенным двигателем.

Задачей предлагаемой полезной модели является повышение энергетической эффективности работы системы кондиционирования воздуха для автомобиля и упрощение ее конструкции.

Поставленная задача решается тем, что система кондиционирования воздуха для автомобиля, содержащая теплообменник с вентилятором, контур циркуляции теплоносителя, контур циркуляции холодоносителя, сообщенный с аккумулятором холода, и контур циркуляции хладагента, состоящий из испарителя, выполненного в виде устройства для теплообмена между хладагентом и жидким холодоносителем, компрессора, конденсатора и терморегулирующего вентиля, согласно предлагаемой полезной модели дополнительно содержит аккумулятор теплоты, включенный в контур циркуляции теплоносителя, при этом упомянутый контур и контур циркуляции холодоносителя выполнены с возможностью их попеременного подключения к теплообменнику.

Упрощение системы кондиционирования воздуха для автомобиля достигается посредством оптимизации ее схемы, согласно которой теплообменник выполняет функции как

## BY 9745 U 2013.12.30

воздухоохладителя (при включении в контур циркуляции холодоносителя), так и воздухонагревателя (при включении в контур циркуляции теплоносителя).

Установка аккумулятора теплоты/холода позволяет снизить энергопотребление системы кондиционирования воздуха при ее работе в режиме нагрева/охлаждения и, как следствие, увеличить продолжительность поддержания комфортной температуры в салоне автомобиля при выключенном двигателе за счет расходования аккумулированного во время работы двигателя тепла/холода.

Система кондиционирования воздуха для автомобиля, представленная на фиг. 1, содержит контур 1 циркуляции хладагента, контур 2 циркуляции холодоносителя и контур 3 циркуляции теплоносителя, сообщенный с системой 4 охлаждения двигателя.

Контур 1 циркуляции хладагента (фиг. 2) образован компрессором 5, конденсатором 6, ресивером-осушителем 7, терморегулирующим вентилем 8, испарителем 9 и аккумулятором-осушителем 10. Отвод теплоты от конденсатора 6 осуществляется вентилятором 11.

Контур 2 циркуляции холодоносителя образован испарителем 9, циркуляционным насосом 12 для прокачки холодоносителя (жидкость с высокими теплоемкостью и коэффициентом теплопроводности), теплообменником 13, обдуваемым вентилятором 14 и выполняющим функции воздухоохладителя, аккумулятором холода 15 и обеспечивающими необходимое направление движения холодоносителя электромагнитными 16, 18, 20, 21, 23 и обратными 17, 19, 22, 24 клапанами.

Контур 3 циркуляции теплоносителя образован системой 4 охлаждения двигателя, теплообменником 13, обдуваемым вентилятором 14 и выполняющим функции воздухонагревателя, циркуляционным насосом 25 для прокачки теплоносителя (жидкость системы 4 охлаждения двигателя), аккумулятором теплоты 26 и обеспечивающими необходимое направление движения теплоносителя электромагнитными 27, 28, 29, 31 и обратными 30, 32 клапанами.

Соединение контуров (контура 1 циркуляции хладагента и контура 2 циркуляции холодоносителя; контура 2 циркуляции холодоносителя и контура 3 циркуляции теплоносителя) между собой, а также отдельных элементов, образующих каждый из указанных контуров, выполнено с помощью трубопроводов, обозначенных на фиг. 1 и фиг. 2 сплошными линиями со стрелками. Стрелки указывают направления движения хладагента в контуре 1, холодоносителя в контуре 2 и теплоносителя в контуре 3.

В заявляемой системе кондиционирования воздуха для автомобиля использован аккумулятор холода 15, представленный на фиг. 3 и состоящий из внешнего 33 и внутреннего 34 корпусов, выполненных из нержавеющей стали (например, 12X18Н10Т, 12X18Н9Т, 12X17Г9АН4, 10X14Г14Н4Т, 08X18Н10) и разделенных порошково-вакуумной теплоизоляцией 35. Внутри корпуса 34, заполненного холодоаккумулирующим материалом 36, размещена выполненная по ГОСТ 21646-2003 из меди марок М1р (М1ф) или М2р гофрированная спиралевидная трубка 37, сообщенная при помощи патрубков входа 38 и выхода 39 с контуром 2 циркуляции холодоносителя. Аккумулятор холода 15 снабжен отверстием с пробкой 40 и втулкой 41, предназначенным для смены холодоаккумулирующего материала 36. Для снижения тепловых потерь перемычки 42 и втулки 41 и 43 выполняют из материала с низким коэффициентом теплопроводности (например, пеноалюминий либо сплавы на основе титана марок ВТ1, ВТ5-1, ВТ20). В качестве холодоаккумулирующего материала 36 используют кристаллическое вещество, способное испытывать обратимые фазовые превращения с поглощением/выделением теплоты. Теплофизические характеристики веществ, пригодных для использования в качестве холодоаккумулирующего материала 36 в заявляемой системе кондиционирования воздуха для автомобиля, приведены в таблице.

# BY 9745 U 2013.12.30

В заявляемой системе кондиционирования воздуха для автомобиля использован аккумулятор теплоты 26, представленный на фиг. 4 и состоящий из внешнего 44 и внутреннего 45 корпусов, выполненных из нержавеющей стали (например, 12X18Н10Т, 12X18Н9Т, 12X17Г9АН4, 10X14Г14Н4Т, 08X18Н10) и разделенных порошково-вакуумной теплоизоляцией 46. Внутри корпуса 45, заполненного теплоаккумулирующим материалом 47, размещена выполненная по ГОСТ 21646-2003 из меди марок М1р (М1ф) или М2р гофрированная спиралевидная трубка 48, сообщенная при помощи патрубков входа 49 и выхода 50 с контуром 3 циркуляции теплоносителя. Аккумулятор теплоты 26 снабжен отверстием с пробкой 51 и втулкой 52, предназначенным для смены теплоаккумулирующего материала 47. Для снижения тепловых потерь переключки 53 и втулки 52 и 54 выполняют из материала с низким коэффициентом теплопроводности (например, пеноалюминий либо сплавы на основе титана марок ВТ1, ВТ5-1, ВТ20). В качестве теплоаккумулирующего материала 47 используют кристаллическое вещество, способное испытывать обратимые фазовые превращения с выделением/поглощением теплоты. Теплофизические характеристики веществ, пригодных для использования в качестве теплоаккумулирующего материала 47 в заявляемой системе кондиционирования воздуха для автомобиля, приведены в таблице.

Функционирование системы кондиционирования воздуха для автомобиля, имеющей четыре основных режима работы, осуществляется следующим образом.

## 1. Режим охлаждения воздуха при включенном двигателе.

В данном режиме компрессор 5 включен, электромагнитные клапаны 16, 18 и 20 находятся в открытом состоянии, а клапаны 21, 23, 27, 28, 29 и 31 в закрытом. Работающий компрессор 5 всасывает и сжимает газообразный хладагент, при этом температура и давление хладагента повышаются. Сжатый в компрессоре 5 газообразный хладагент подается в конденсатор 6, где охлаждается в результате теплообмена с холодным воздухом, поступающим от вентилятора 11, и переходит в жидкое состояние. Далее жидкий хладагент поступает в ресивер-осушитель 7 для очистки от примесей и воды, после чего очищенный хладагент проходит через терморегулирующий вентиль 8, где его температура и давление понижаются до значений, требуемых для охлаждения салона автомобиля. Затем жидкий хладагент направляется в испаритель 9, в котором нагревается, отдавая холод жидкому холодоносителю, циркулирующему в контуре 2, и переходит в газообразное состояние. После этого газообразный хладагент, проходящий через аккумулятор-осушитель 10, предназначенный для доиспарения выходящего из испарителя 9 хладагента, снова подается в компрессор 5 для сжатия. Цикл производства холода повторяется. Циркуляция холодоносителя, охлаждаемого за счет теплообмена с хладагентом, в контуре 2 обеспечивается насосом 12, который нагнетает холодоноситель в теплообменник 13, обдуваемый поступающим от вентилятора 14 воздухом. Охлажденный в теплообменнике 13 воздух по системе воздухопроводов (на фигурах не показана) поступает в салон автомобиля.

Зарядку аккумулятора холода 15 проводят в режиме охлаждения воздуха при включенном двигателе. Для этого электромагнитный клапан 21 открывают, а клапан 18 закрывают. Охлажденный в испарителе 9 холодоноситель насосом 12 нагнетается через входной патрубок 38 для циркуляции по спиралевидной трубке 37 и возвращается через патрубок выхода 39 в контур 2. Циркулирующий по трубке 37 холодоноситель охлаждает холодоаккумулирующий материал 36, испытывающий при этом фазовое превращение с выделением теплоты (кристаллизация либо полиморфный переход в низкотемпературную фазу). Тепловая изоляция 35 поддерживает температуру холодоаккумулирующего материала 36 на уровне ниже температуры его фазового превращения и обеспечивает хранение аккумулярованного холода. После зарядки аккумулятора холода 15 электромагнитный клапан 18 открывают, а клапан 21 закрывают.

## 2. Режим охлаждения воздуха при выключенном двигателе.

## **BY 9745 U 2013.12.30**

В данном режиме компрессор 5 отключен, электромагнитные клапаны 20, 21 и 23 находятся в открытом состоянии, а клапаны 16, 18, 27, 28, 29 и 31 в закрытом. Холодоноситель циркуляционным насосом 12 нагнетается в аккумулятор холода 15, где охлаждается за счет теплообмена с холодоаккумулирующим материалом 36, при этом происходит разрядка аккумулятора холода 15. Затем охлажденный холодоноситель подается в теплообменник 13, обдуваемый поступающим от вентилятора 14 воздухом. Охлажденный в результате теплообмена с холодоносителем воздух по системе воздухопроводов поступает в салон автомобиля.

Процесс разрядки аккумулятора холода 15 происходит следующим образом. Холодоноситель насосом 12 нагнетается через входной патрубок 38 для циркуляции по спиралевидной трубке 37 и возвращается через патрубок выхода 39 в контур 2. Циркулирующий по трубке 37 холодоноситель охлаждается за счет нагрева холодоаккумулирующего материала 36, испытывающего при этом фазовое превращение с поглощением теплоты (плавление либо полиморфный переход в высокотемпературную фазу).

### **3. Режим нагрева воздуха при включенном двигателе.**

В данном режиме компрессор 5 отключен, электромагнитные клапаны 27, 28 и 29 находятся в открытом состоянии, а электромагнитные клапаны 16, 18, 20, 21, 23 и 31 в закрытом. Теплоноситель, нагретый сбросной теплотой двигателя, циркуляционным насосом 25 нагнетается в теплообменник 13, обдуваемый поступающим от вентилятора 14 воздухом. Нагретый в теплообменнике 13 воздух по системе воздухопроводов поступает в салон автомобиля.

Зарядку аккумулятора теплоты 26 проводят в режиме нагрева воздуха при включенном двигателе. Для этого электромагнитный клапан 31 открывают, а клапан 29 закрывают. Нагретый сбросной теплотой двигателя теплоноситель насосом 25 нагнетается через входной патрубок 49 для циркуляции по спиралевидной трубке 48 и возвращается через патрубок выхода 50 в контур 3. Циркулирующий по трубке 48 теплоноситель нагревает теплоаккумулирующий материал 47, испытывающий при этом фазовое превращение с поглощением теплоты (плавление либо полиморфный переход в высокотемпературную фазу). Тепловая изоляция 46 поддерживает температуру теплоаккумулирующего материала 47 на уровне, превышающем температуру его фазового превращения, и обеспечивает хранение аккумулированной тепловой энергии. После зарядки аккумулятора теплоты 26 электромагнитный клапан 29 открывают, а клапан 31 закрывают.

### **4. Режим нагрева воздуха при выключенном двигателе.**

В данном режиме компрессор 5 отключен, электромагнитные клапаны 27, 28 и 31 находятся в открытом состоянии, а клапаны 16, 18, 20, 21, 23 и 29 в закрытом. Теплоноситель циркуляционным насосом 25 нагнетается в аккумулятор теплоты 26, где нагревается за счет теплообмена с теплоаккумулирующим материалом 47, при этом происходит разрядка аккумулятора теплоты 26. Затем нагретый теплоноситель подается в теплообменник 13, обдуваемый поступающим от вентилятора 14 воздухом. Нагретый в результате теплообмена с теплоносителем воздух по системе воздухопроводов поступает в салон автомобиля.

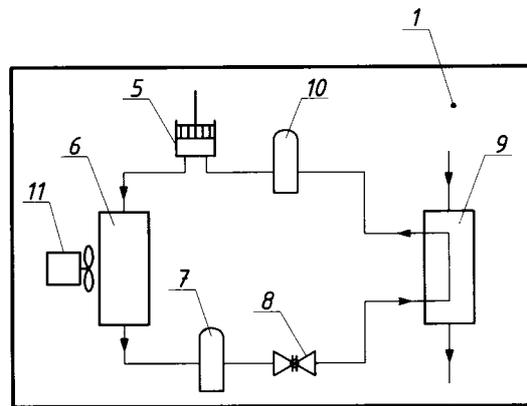
Процесс разрядки аккумулятора теплоты 26 происходит следующим образом. Теплоноситель насосом 25 нагнетается через входной патрубок 49 для циркуляции по спиралевидной трубке 48 и возвращается через патрубок выхода 50 в контур 3. Циркулирующий по трубке 48 теплоноситель нагревается за счет охлаждения теплоаккумулирующего материала 47, испытывающего при этом фазовое превращение с выделением теплоты (кристаллизация либо полиморфный переход в низкотемпературную фазу).

# ВУ 9745 U 2013.12.30

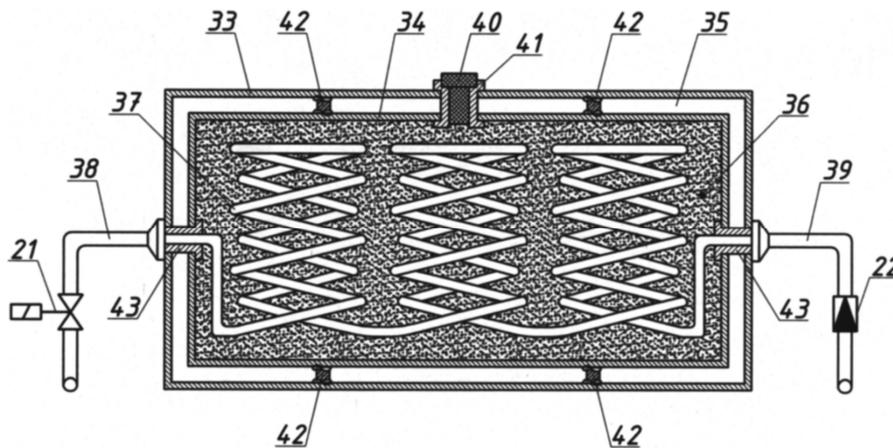
## Теплофизические характеристики холодо- и теплоаккумулирующих веществ

Вещество	Температура фазового превращения, °С	Теплота фазового превращения, кДж/кг
Аккумулятор холода		
$(0,45\text{CaCl}_2 + 0,55\text{CaBr}_2) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	14,7	140
$\text{KF} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	18,7	231
$\text{FeBr}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	21	105
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	22	248
Аккумулятор теплоты		
$\text{KNO}_2$	-13	59
	47	25
$\text{KPF}_6$	-14,7	16
	0	141
$\text{LiClO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	8,3	155
$\text{NaHPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	35,2	281
$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	78,2	267

Таким образом, заявленное конструктивное исполнение системы кондиционирования воздуха для автомобиля позволяет повысить энергетическую эффективность ее работы, в особенности при длительном простое автомобиля с выключенным двигателем.

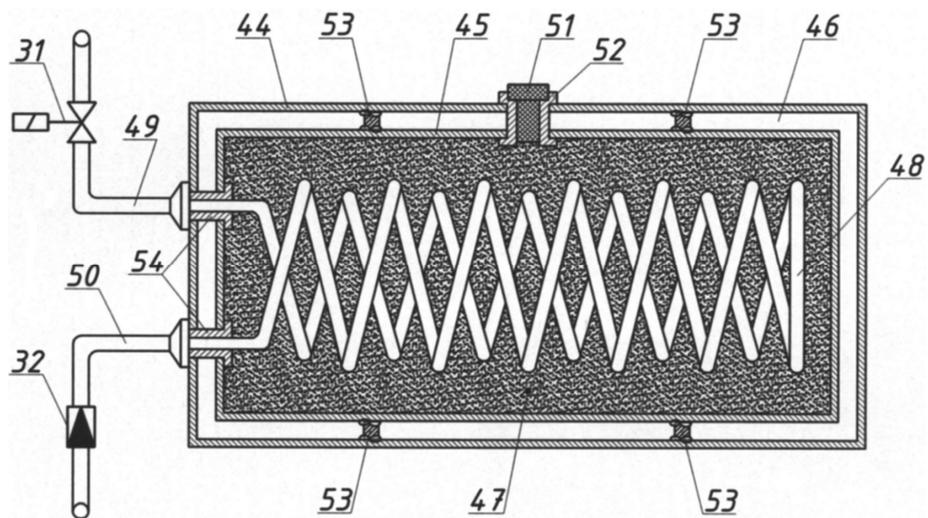


Фиг. 2



Фиг. 3

# BY 9745 U 2013.12.30



Фиг. 4